پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

طراحی یک کنترل کننده فازی برای تسریع همگرایی طبقه‌بندی‌کننده‌های ژنتیک وکاربرد آن در تشخیص خودکار اهداف رادار

سید حمید ظهیری[۱]، سید علیرضا سیدین[۲]
گروه برق دانشکده مهندسی ـ دانشگاه فردوسی مشهد
shzahiri@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق یک کنترل‌کننده فازی برای دسته‌بندی‌کننده‌های ژنتیک طراحی و شبیه‌سازی شده است. کنترل‌کننده فازی کار تعیین هوشمند نرخ دورگه‌سازی و جهش را در هر بار تولید نسل بر عهده دارد وظیفه اصلی این کنترل‌کننده تسریع همگرایی الگوریتم ژنتیک در یافتن ابر صفحه‌ها در فضای ویژگی با ابعاد بسیار زیاد است این ابر صفحه‌ها در واقع همان توابع تصمیم‌گیری هستنند. به عنوان یک کاربرد، روش ارائه شده برای طبقه‌بندی سیگنالهای برگشتی شبیه‌سازی شده از قسمتهای چرخان اهداف رادار، بکار گرفته شده است. نتایج به دست آمده نقش کارآمد کنترل‌کننده فازی در کاهش تعداد تکرار الگوریتم ژنتیک نسبت به یک طبقه‌بندی‌کننده ژنتیک ساده را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: کنترل‌کننده فازی ـ طبقه‌بندی‌کننده ژنتیک ـ الگوریتم ژنتیک سریع ـ تشخیص خودکار هدف.

۱- مقدمه

الگوریتم ژنتیک به دلیل قدرت فوق‌العاده جستجو در فضاهای با ابعاد زیاد و همچنین به عنوان یک روش بهینه‌سازی کارآمد در سالهای اخیر مورد توجه محققین علم بازشناسی الگو قرار گرفته است. تعدادی از پژوهشگران، از الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش بهینه‌سازی جهت بهبود بخشیدن به عملکرد روشهای معمول دسته‌بندی کلاسیک, مانند نزدیکترین همسایه استفاده نموده اند[1] و[2]. در این روشها از الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن اوزان ویژگیها در معیارهای فاصله اقلیدسی استفاده شده است. برخی از محققین نیز مستقیماً از این الگوریتم برای یافتن ضرایب ابر صفحه ها در فضای ویژگی با ابعاد زیاد، جهت بدست آوردن توابع تصمیم‌گیری استفاده نموده اند [3], [4], [5], [6] و[7]. آنها در واقع به قدرت جستجوی بسیار قوی الگوریتم ژنتیک نظر داشته‌اند و با بکارگیری انواع مختلفی از این الگوریتم, توانایی آنرا در دسته‌بندی صحیح‌تر الگوهای ناشناس نسبت به سایر روشهای کلاسیک مانند دسته‌بندی بیز، نزدیکترین همسایه, و شبکه عصبی چندلایه پرسپترون (MLP) نشان داده‌اند.

تبیین تئوریک استفاده از الگوریتم ژنتیک به عنوان یک دسته بندی کننده توانا، در مرجع [8] ارائه گردیده است. نویسندگان آن مقاله اثبات نموده اندکه اگر تعداد تکرارو تعداد نقاط آموزش یک طبقه بندی کننده ژنتیک به سمت بینهایت

۱- دانشجوی دکترا و عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
۲- استادیار گروه برق، دانشگاه فردوسی مشهد

پیش رود خطای یک دسته بندی کننده ژنتیک بیشتر از خطای دسته بندی کننده بیز نخواهد بود.

از آنجا که شرط اصلی قضیه مذکور بینهایت بودن تعداد تکرار و تعداد نقاط آموزش در آن است ، ارزش کاربردی دسته بندی کننده های ژنتیک نسبت به همتایان سنتی خود, یعنی نزدیکترین همسایه ، شبکه عصبی و بیز, کاهش می یابد. مقاله حاضر کوششی است در جهت رفع این نقیصه از دسته بندی کننده های ژنتیک. در واقع در این پژوهش سعی شده است با تعبیه یک کنترل کننده فازی جانبی به همگرایی الگوریتم ژنتیک سرعت بخشیده ، با تعداد تولید نسل کمتر به هدف اصلی که خطای کمتر است ، نزدیک شویم.مانام دسته بندی کننده Fuzzy-Controlled-Genetic- Classifier (FCGC) را برای این دسته بندی کننده انتخاب کرده ایم.

ما در این تحقیق با تکیه بر پژوهشهای تئوریک انجام شده در خصوص کنترل موثر نرخ جهش در الگوریتمهای تکاملی وهمچنین با توجه به قواعد تجربی بکار رفته در سایر تحقیقات [9] و [10] در تعیین هدفمند نرخ دو رگه سازی قواعد فازی لازمه را استخراج وکنترل کننده فازی مورد نظر رابر اساس آن قواعد پیاده سازی می کنیم. .پس از این مقدمه در بخش (۲) این مقاله به معرفی دسته بندی کننده های GA می پردازیم. بخش (۳) شامل معرفی دسته بندی کننده پیشنهادی FCGC ، می باشد . بخش (۴) پیاده سازی یک دسته بندی کنندهFCGC در طبقه بندی سیگنالهای بازگشتی شبیه سازی شده از ده هدف که در دید یک رادار موج پیوسته قرار دارند را در بردارد . در بخش (۵) نتایج حاصل از شبیه سازی یک سیستم شناسایی خودکار اهداف رادار بر پایه یک دسته بندی کننده FCGC و همچنین یک دسته بندی کتتده ژنتیک معمولی را خواهیم دید و آنها را با هم مقایسه خواهیم کرد .در پایان نتیجه گیری ارائه میگردد.

۲- آشنایی با دسته بندی کننده های GA

پیاده سازی یک الگوریتم ژنتیک بر مبنای نظریه تکامل و (بقای بهترین نسلها) دارای مراحل زیر است :

۱- تولید جمعیت اولیه به صورت کاملاً تصادفی که این جمعیت از تعداد زیادی کروموزم تشکیل یافته است و هر کروموزم خود حاوی چندین ژن می باشد.

۲- محاسبه تابع برازندگی[1]برای هر کروموزم که معیاری مناسب برای گزینش کروموزمهای برتر برای انتقال به نسل بعد بدون انجام هرگونه پردازش دیگر (استراتژی برتری گرایی)[2].

۳- انجام عمل دو رگه سازی بین کروموزمهای مختلف به صورت تصادفی و با احتمال معلوم که این عمل با جابجایی دو قطعه از هر کروموزم مختلف با یکدیگر صورت می گیرد .

۴- انجام عمل جهش که در این مرحله یک یا چند ژن از چند کروموزم به صورت تصادفی (با احتمال معلوم) انتخاب شده دفعتاً دستخوش تغییرمی گردد این تغییر می تواند بایک شدن یک یا چند بیت (۱) ازیک ژن به مقدار صفر و یا بالعکس اتفاق افتد.

۵- بازگشت به مرحله ۲ و انجام مراحل ۲ تا ۵ تا زمانی که به برازندگی دلخواه برسیم .

از طرفی می دانیم یک روش دسته بندی که در کتابهای مرجع بازشناسی الگو ذکر شده است الگوریتم زیر است : [11]

$$X \in C_i \ \ if \ \ d_i(X) > d_j(X) \ \ for \ \ all \ \ i \neq j \qquad (۱)$$

که در آن x یک الگو و Ci، کلاس i ام است. (x) d معادله ابر صفحه هایی است که جداکننده فضای ویژگی برای کلاسهای C است و در واقع همان توابع تصمیم گیری هستند که به صورت زیر تعریف می شود :

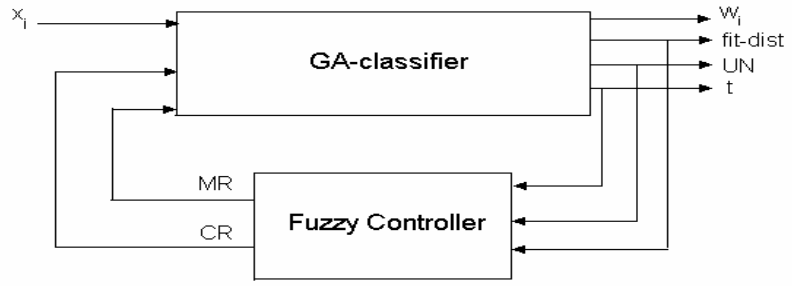
$$d(X) = w_1 x_1 + w_2 x_2 + ... + w_n x_n + w_{n+1} \qquad (۲)$$

1.Fitness Function
2.Elitism

که در آن (x1,x2 ...,xn,1) =x بردار ویژگی افزوده[1] است و (w1,w2 ,.....,wn ,wn+1) = w ضرایب تعیین کننده ابر صفحه در فضای n بعدی ویژگیهاست. با توجه به دو مطلب فوق برای پایه ریز ی یک دسته بندی کنندهGA کـافی است یک جمعیت اولیـه تصـادفی از w ها تولید کرده ،معیاربرازندگی را دقیقاً تعداد موفقیتهـا در یـافتن قـاعده طبقه بندی (رابطه (۱)) تـعریف کنیم .در این صورت بـرای (M) کلاس ، (M) ابـر صفحه خواهیم داشت و لذا حداکثـر تابع برازندگی M(M-1) خواهد بود.بنابراین می توان تا رسیدن بـه این مقدار از برازندگی (که معـادل بـا تقسیم موفق فضای ویژگی است) با عملیات دو رگه سازی و جهش منـاسب ، تولید نسلهـا را ادامه دهیم و کروموزمهای برتر را بدون عمل دو رگه سازی وجهش به نسل بعد منتقل کنیم .در واقع یک دسته بندی کننده GA با توجه به تابع برازندگی که به صورت فوق بـرای آن تعریف می کنیم کـار جستجو و یافتن ضرایب ابر صفحه های جداکننده فضای N بعدی ویژگی را به عهده دارد .

۳- معرفی دسته بندی کننده FCGC

در بخش قبل با نحوه طراحی یک دسته بندی کنندهGA آشنا شدیم.دسته بندی کننده های GA بدلیل ماهیت ژنتیکی خود دارای قابلیت فوق العاده جستجو و در نتیجه قادر به یـافتن بهترین توابع تصمیم گیری در فضـای ویژگی هستند. حتی به عنوان یک قضیه ثابت شده است کـه اگر تعداد نسلهـای تولید شده دریک دسته بندی کننده GA به سمت بینهایت پیش رود (که خود متضمن همگرایی قطعی الگوریتم ژنتیک است) خطـای بـدست آمده از ایـن نوع دسته بندی کننده از الگوریتم طبقه بنـدی بیز بیشتر نخواهد بـود[8] . ایـن قضیـه از یک سو مـا را بـه طراحـی دسته بندی کنندهGA بـه عنوان یک دسته بندی کننده جدید در فضاهـای بزرگ ویژگی ترغیب می کند و از سوی دیگر به دلیل غیر عملی بودن فرض قضیه که تعداد تکرار بینهـایت جهت همگرایـی الگوریتم ژنتیک است ما را در استفاده از این الگوریتم توانا ، دچار تردید می کند . می توان با طراحی کنترل کننده های جـانبی از نوع فازی سرعت همگرایی الگوریتم ژنتیک را زیـادتر کرد به طوریکه همگرایی در تعداد تکرارهـای خیلی کمتر از آنچه در حالت معمول بدان نیاز است اتفاق بیافتد ، این کـار در واقع گامی است در جهت عملی تر شدن استفـاده ازدسته بندی کننده های GA . البته دقیقاً از همین کنترل کننده ها ی فازی می توان در هر الگوریتم ژنتیک دیگر با کاربردهای متفاوت (نظیر بهینه سازی و کنترل و ...) نیز جهت تسریـع در همگرایی و کم کردن تعداد تکرار استفـاده کرد ، لذا از این جهت می توان گفت کنترل کننده فازی ارائه شده در این مقاله می تواند استفاده عمومی (برای هرنوع GA) داشته باشد. یک دسته بندی کننده FCGC مطابق شکل (۱) از دو قسمت اصلی تشکیل یافته است.



شکل (۱)-نمایش بلوکی یک دسته بندی کننده FCGC

3.Augumented Feature Vector

بلوک بالایی شکل (۱) در واقع یک دسته بندی کنندهGA با همان مشخصات گفته شده در بخش قبل است که خروجی نهایی آن, w , ضرایب مربوط به ابر صفحه هـای تقسیم کننده فضای N بعدی ویژگی است. بلوک پـائیـنی شکل (۱)، یک کنترل کننده فازی است کـه کـار کنتـرل CR (نرخ دو رگه سازی) و MR (نرخ جهش) را بـر عهده دارد.
در زمینه کنترل نرخ جهش کارهای تئوریک مختلفی ارائه شده است.که از آن جمله می توان به مرجع [14] اشاره کرد. در آنجا رابطه زیر برای احتمال انجام عمل جهش برای هر ژن پیشنهاد شده است.

$$P_m(t) = (2 + \frac{L-2}{T} \times t)^{-1} \qquad (۳)$$

در رابطه فوق L طول کروموزم وT حد بالای تعداد تکرار و tتعداد تکرار فعلی است.

با استفاده از این قواعد تئوریک می توان نتایج زیر را استخراج کرد :

الف) با افزایش تعداد تکرار الگوریتم ژنتیک باید احتمال جهش کاهش پیدا کند.این بدان شرط است که با هر تولید نسل تابع برازندگی بهبود یابد.

ب) با یک بار مشتق گیری از رابطه (۳) می توان فهمید که نرخ کاهش احتمال جهش از نرخ افزایش تولید نسل سریعتر است.

ماهیت الگوریتم ژنتیک چنان است که عملگر دو رگه سازی با استفاده از امکانات موجود (کروموزمهای فعلی)بدنبال بهترین جواب است در حالیکه عملگر جهش با تغییر وضعیت فعلی و تغییر امکانات موجود جمعیت ،الگوریتم ژنتیک را به سمت پاسخ بهینه رهنمون می کند. بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که اگر الگوریتم ژنتیک در یک منیمم محلی گرفتار شده باشد ، باید با افزایش احتمال جهش و کاهش احتمال دورگه سازی آن را از آن وضعیت نجات داد. گرفتار شدن الگوریتم ژنتیک در یک پاسخ محلی با ثابت ماندن مقدار تابع برازندگی در چندین تکرار متوالی معین می شود.

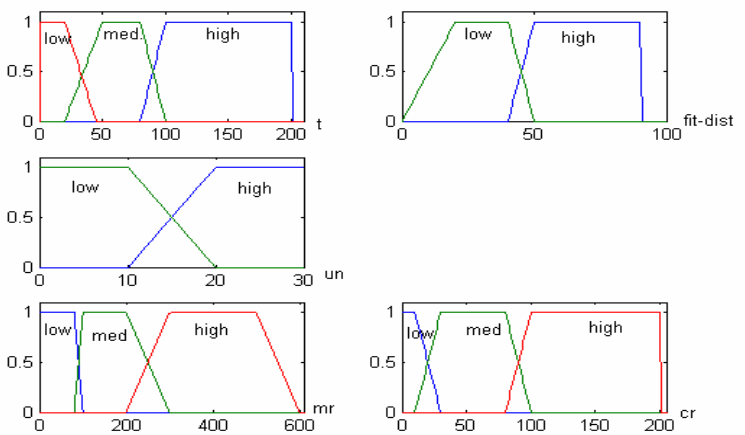
با توجه به مطالب فوق ورودیهای این کنترل کننده فازی را به شکل زیر تعریف می کنیم :

Fit-dist : تفاوت مقدار تابع برازندگی در تکرار t ام از حد اکثر آن را نشان می دهد.

UN : تعداد تکرارهای حلقه الگوریتم ژنتیک بدون تغییر تابع برازندگی را نشان می دهد.

t : نشانگر تعداد تکرار تا لحظه فعلی است.

واضح است که خروجی های کنرل کننده فازی نرخ جهش (MR)و نرخ دو رگه سازی (CR) برای تکرار جدید است.شکل (۲) ورودیها وخروجیهای این کنترل کننده فازی را نشان می دهد.



شکل(۲)-توابع عضویت ورودیها وخروجیهای کنترل کننده فازی

قوانین فازی حاکم بر این کنترل کننده به شرح زیر است:

الف) اگر t کم وFit-dist زیاد باشد آنگاه MR زیاد و CRکم باشد.

ب)اگر t متوسط وFit-dist زیاد باشد آنگاه MR متوسط و CRکم باشد.

ج)اگر t زیاد وFit-dist کم باشد آنگاه MR کم و CR زیاد باشد.

د) اگرFit-dist زیاد و UNکم باشد آنگاه MR متوسط و CRمتوسط باشد.

ه) اگرFit-dist زیاد و UNزیاد باشد آنگاه MR زیاد و CRکم باشد.

و) اگرFit-dist کم و UNزیاد باشد آنگاه MR متوسط و CRزیاد باشد.

ز) اگرFit-dist کم و UN کم باشد آنگاه MR کم و CRزیاد باشد.

این کنترل کننده فازی بر اساس معیار MSE (حداقل کردن مربع خطا) در محیط MATALAB آموزش داده شده است .

۴- پیاده سازی یک دسته بندی کننده FCGC در طبقه بندی اهداف رادار

پس از آشنایی با ساختار یک دسته‌بندی‌کننده FCGC، در این بخش به کاربرد آن در شناسایی اهداف رادار، (ATR)[1] می‌پردازیم. یکی از روشهای شناسایی اهداف رادار ، روشJEM [2] است دراین روش از مدولاسیونی که قسمتهای چرخان هواپیما (اعم از ملخ و موتور) بر روی سیگنال ارسالی رادارهای نوع موج پیوسته ایجاد می کند برای استخراج تفاوت اهداف مختلف استفاده می شود ، این مدولاسیون هم از نوع فاز و هم از نوع دامنه است .تلاشهایی برای شبیه سازی یک سیستم شناسایی خودکار اهداف رادار مبتنی بر روش JEM صورت گرفته است که بر مبنای دسته بندی کننده حداقل فاصله عمل می نماید[12] . همچنین استفاده از یک الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی وزنهای مؤلفه های بردارهای ویژگی در معیار حداقل فاصله نیز ارائه شده و تا حدودی عملکرد سیستم در نسبتهای مختلف سیگنال به نویز (SNR)را بهبود بخشیده است[2]در هر دو مرجع اخیرسیگنالهای برگشتی از ده هدف مختلف (از انواع آموزشی ، ترابری ، جنگی وتجاری) با استفاده از مدل ریاضی مناسبی که به همین منظور ارائه شده است [13] شبیه سازی شده است.مشخصات عمومی این اهداف در جدول (۱) آمده است . ویژگیهای استخراج شده از این سیگنالها نیز مؤلفه های FFT این سیگنالها است . یکی از اهداف مهم در طراحی یک سیستم شناسایی خودکار اهداف یک رادار بهبود افزایش توانایی نرخ شناسایی صحیح هدف در نسبتهای کمتر سیگنال به نویز است . یعنی اینکه سیستم بتواند حتی در حضور نویز با توانهای بالا ، باز هم قدرت تشخیص هدف را داشته باشد .

جدول ۱ـ اطلاعات مربوط به اهداف نمونه

شماره	نام	کاربرد
۱	F-3	آموزشی
۲	PC-7	آموزشی
۳	ANTONOV AN-12	نظامی
۴	FFA AS ZZO118A	آموزشی
۵	BAE-248 SERIES 2B	حمل و نقل
۶	KJ 500-3S	جنگی
۷	ROLLS ROYCE ALISON	جنگی
۸	KUZNETSORNK-8-2	حمل و نقل

1. Automatic Target Recognition
2.Jet Engine Modulation

جنگی	TUMMANSKY R-11 F2S	۹
جنگی	ROLLS ROYCE 535 E1 H4	۱۰

دراین تحقیق از یک دسته بندی کننده FCGC برای طبقه‌بندی اهداف و تقسیم بندی فضای ویژگی استفاده شده است ، بردارهای ویژگی اندازه مؤلفه های تبدیل فوریه سریع (FFT) ۱۲۸ نقطه ای از اندازه سیگنال برگشتی در زوایای دید ۱۰ و ۲۰ و ۵۰ درجه است بنابر این فضای ویژگی افزوده یک فضای ۱۲۹ بعدی است .در پیاده سازی FCGC برای این کاربرد خاص دقیقاً همان مراحل گفته شده در بخشهای قبل انجام می شوند .در یک زاویه دید خاص نحوه اجرا به شرح زیر است :

۱- یک جمعیت اولیه شامل ۲۰۰ کروموزم به صورت کاملاً تصادفی ایجاد می کنیم . هر کروموزم در بردارنده ۱۲۹ ژن است ژن (i) ام در واقع ضریب (i) ام از یک ابر صفحه است و لذا هر کروموزم در واقع در بردارنده کل ضرایب یک ابر صفحه است .کروموزمها در دسته های ده تایی گرد هم می آیند تا کاندیدی برای ده ابر صفحه جداکننده ده کلاسی که در جدول (۱) به آنها اشاره شده فراهم شود.

۲- تابع برازندگی هر دسته از کروموزمهای ایجاد شده در مرحله (۱) را بدست آورده بهترین کروموزمها را بدون هیچگونه پردازش به نسل بعد منتقل می کنیم .

۳- مقادیر Fit-distوUN و t را که در بخش قبل معرفی کردیم ، محاسبه کرده به ورودی کنترل کننده فازی که توضیح آن را نیز در بخش قبل دیدید ، اعمال می نماییم خروجی این کنترل کننده فازی نرخ دو رگه سازی (CR) و نرخ جهش (MR) است . با توجه به مقادیر مذکور و با فرض اینکه احتمال وقوع دورگه سازی بین هر دو کروموزم یکسان بوده و همچنین احتمال وقوع جهش برای هرژن نیز یکنواخت باشد این دوعمل را انجام می‌دهیم .

۴- عمل دورگه سازی را به این ترتیب انجام می دهیم که دو کروموزم (به جز کروموزمهایی که با استراتژی برتری گرایی باید به نسل بعد منتقل شوند) را به صورت تصادفی انتخاب می کنیم همچنین یک عدد تصادفی بین ۱ تا ۱۲۹ تولید کرده دو قطعه از دو کروموزم مذکور را به طول همان عدد تصادفی با یکدیگر تعویض می کنیم. برای انجام عمل جهش چنین عمل می کنیم که یک ژن از یک کورموزم را به صورت تصادفی انتخاب و آنرا از مقدار میانگین ژنهای همان کروموزم کم می کنیم .

۵- مجدداً برای نسل جدید ، تابع برازندگی را محاسبه می کنیم و مراحل ۳ تا ۵ را آنقدر تکرار می کنیم تا به بهترین مقدار تابع برازندگی دست پیدا کنیم.

با انجام مراحل فوق در واقع دسته بندی کنندهFCGC توانسته است پس از چند بار تکرار در یک فضای ۱۲۹ بعدی ویژگی ، الگوهای ده هدف مختلف را بوسیله ابر صفحه ها ی بدست آمده از یکدیگر جدا کند اطلاعات دقیقتر در مورد تعداد تکرار و سایر نتایج جالب توجه را در بخش بعد ببینید .

۵- نتایج

نتایج حاصل از شبیه سازی را در دو بخش ۱- ۵ و ۲- ۵ ارائه می گردد. بخش اول شامل نتایج حاصل از طبقه بندی اهداف بوسیله دسته بندی کننده FCGC و مقایسه آن با سایر دسته بندی کننده های استفاده شده([2] و [12])می باشد و بخش دوم شامل نتایجی است که اثر کنترل کننده فازی در دسته بندی کننده FCGC پیشنهادی در کم کردن تعداد تکرار و تسریع همگرایی الگوریتم ژنتیک را نشان می دهد.

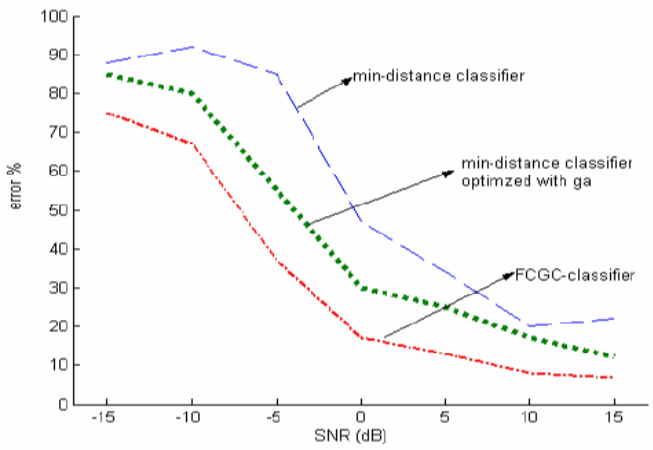
۵-۱ نتایج حاصل از طبقه بندی اهداف بوسیله دسته بندی کننده FCGC

برای محک زدن عملکرد دسته بندی کننده پیشنهاد شده ، در نسبتهای مختلف سیگنال به نویز ، ما نمونه های مختلفی از نویز سفیدگوسی (با توانهای مختلف) را به سیگنالهای برگشتی شبیه سازی شده در زاویه دید ۱۰ درجه اضافه کردیم و در هر نسبت سیگنال به نویز توابع تصمیم گیری را در فضای ویژگی افزوده بوسیله دسته بندی کنندهFCGC بدست آوردیم(همانطور که قبلاً نیز گفته شد بردارهای ویژگی عبارتند از اندازه مؤلفه های یک FFT ،

۱۲۸ نقطـه ای از اندازه سیگنـال برگشتی) .پس نمونـه هـای جدیدی از همان ده هدف را با سیگنـال بـه نویز مشخص بـه عنوان یک هدف نـاشنـاس بـه سیستم اعمال کردیم ، الگوریتم طبقه بندی دقیقاً مانند رابطه (۱) در بخش (۳) تعریف می شود.

با توجه به اینکه نمونه های نویزی اضافه شده ، نمونـه هـای تصـادفی هستند بـرای دقت بیشتر در نتـایج بدست آمده هر آزمایش را بیست بار تکرار کرده ، متوسط خطـاهـای بدست آمـده در هر بـار آزمـایش را به عنوان خطا در همان سیگنال به نویز معرفی می کنیم .

شکل (۳) نتایج حاصل از عملکرد دسته بندی کننده FCGC را به همـراه نتـایـج بدست آمـده از مـراجع [2] و [12] نشان می دهد لازم بـه ذکـر است کـه درمـرجع [12] بـرای شنـاسایی یـک هدف نـامعلـوم ازدسته بندی کننده حداقل فاصله استفـاده شده است و در مـرجع [2] اوزان ویژگیهـا در ملاک فـاصلـه ای بـا یک الگوریتم ژنتیک بهینـه شده انـد (در واقـع از الگوریتـم ژنتیک فقط بـه عنـوان یک الگوریتـم بهینه سازی استفاده شده است و نه به عنوان یک دسته بندی کننده). منحنی های شکل(۲) بخوبی عملکرد بهتر دسته بندی کننده FCGC را نسبت به سایر روشهـا نشـان مـی دهد. این روش نرخ تشخیص اهداف مجهول را در سیگنـال بـه نویزهـای بـالا بـه میـزان قابل توجهی بهبود بخشیده است علت این بهبود را می توان چنیـن در نظر گرفـت که دسته بندی کننده FCGC قسمتی از فضا را به هر کلاس نسبت می دهد ، حال آنکـه دسته بندی کننده « حداقل فاصله » بـدون تقسیم بندی تنهـا متکی به مقایسه موردی نمونه ها است .



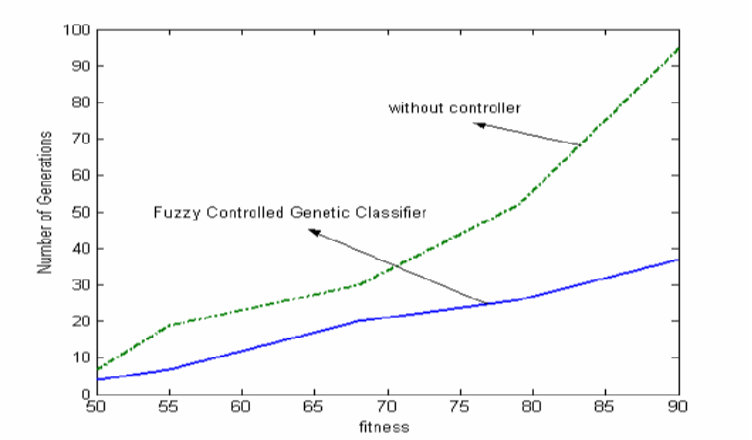
شکل (۳) خطای بازشناسی بر حسب سیگنال به نویز

۲-۵ اثر کنترل کننده فازی در تسریع همگرایی دسته بندی کننده FCGC

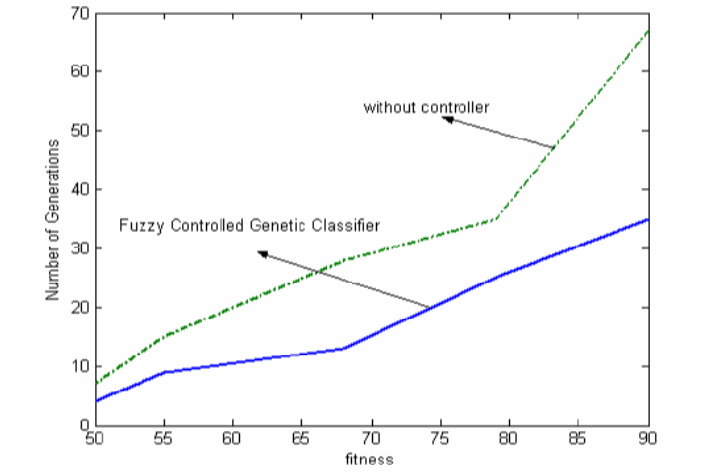
مـا عملکرد کنترل کننده فازی در دسته بندی کننده FCGC را در تسریع همگرایی ،بـه همراه عملکرد یک دسته بندی کننده ژنتیک ساده که فاقد کنترل کننده بوده و نرخ جهش ودو رگه سازی در آن ثابت است ، مورد بررسی قرار دادیم . شکل (۴) تعداد تکرار لازم در برازندگی هـای مختلف را بـرای زاویه دید ۱۰ درجه نشان می دهد شکل (۵) و (۶) نیز شامل همان اطلاعات به ترتیب برای زوایای دید ۲۰ و ۵۰ درجه است .در همه این شکلها دیده می شود در یک برازندگی برابر ، تعداد تکرار لازم برای همگرایی الگوریتم ژنتیک بوسیله کنترل کننده فازی به میزان قابل توجهی از تعداد تکرار لازم برای همگرایی یک طبقه بندی کننده ژنتیک ساده کمتر است.

یک نکته مشترک کـه در همه این اشکال دیده می شود این است کـه دربرازندگی هـای بالاتر عملکرد کنترل کننده فازی در کاهش تعداد تکرار ، بیشتر به چشم می خورد و بالعکس هر چه برازندگی کمتر شود سرعت طبقه بندی کننده FCGC و یک طبقه بندی کننده ژنتیک ساده تقریبـاً مشابه می شود. این مسئله را مـی توان چنین توجیه کرد که دربرازندگی هـای پایینتر کـه نیازی به تعداد تکرارهـای زیـاد جهت دستیابی به همگرایی لازم نیست و در واقع الگوریتم ژنتیک نیازی به بهترین جواب برای همگرایی ندارد، کنترل کننده فازی چندان اثری از خود نشـان نمی دهد. حال آنکه در

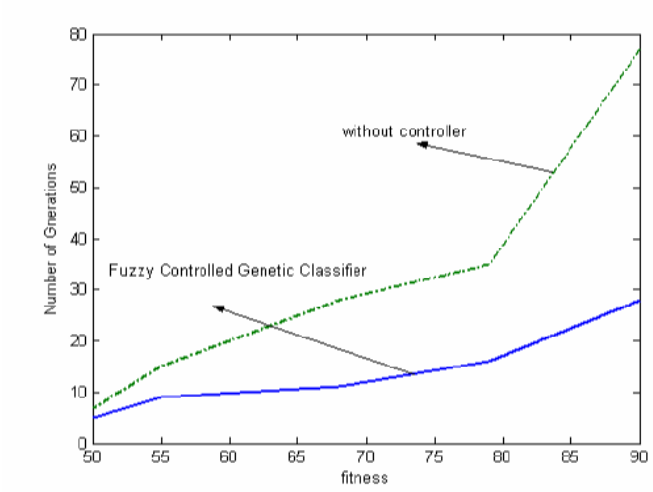
برازندگی بالاترو بالاخره در مـاکزیمم آن که در اینجا برابر با ۹۰ است ، همگرایی باید در بهترین حالت صورت پذیرد لذا تعداد تکرارهـا بیشتر شده در اینحـال کنترل کننده فازی توانایی خود را در کاهش تعداد تکرار الگوریتم ژنتیک نشـان مـی دهد از این رو بـازده بیشتر کنترل کننده فازی نسبت بـه طبقه بندی کننده ژنتیک ساده در برازندگی های بالاترمشخص می گردد.



شکل ۴- تعداد تکرار لازم برای FCGCوطبقه بندی کننده ژنتیک ساده برای زاویه دید ۱۰ درجه



شکل ۵- تعداد تکرار لازم برای FCGCوطبقه بندی کننده ژنتیک ساده برای زاویه دید۲۰ درجه



شکل ۶- تعداد تکرار لازم برای FCGCوطبقه بندی کننده ژنتیک ساده برای زاویه دید ۵۰ درجه

۶- نتیجه گیری

در این تحقیق یک روش دسته بندی جدید با استفاده از الگوریتم ژنتیک , با یک کنترل کننده فازی به نام دسته بندی کننده FCGC معرفی شده عملکرد آن درمقایسه با یک طبقه بندی کننده ژنتیک ساده و یک طبقه بندی کننده بر مبنای حداقل فاصله جهت شناسایی خود کار اهداف رادار به محک آزمایش گذاشته شد.نتایج بدست آمده از دو جهت توانایی دسته بندی کننده FCGC را نشان می دهد : یکی از بعد کاهش خطای بازشناسی و دیگری از بعد کاهش تکرار الگوریتم ژنتیک ,که خود سبب تسریع همگرایی آن میشود.

در این تحقیق سعی بر آن بود که قواعد فازی مربوط به کنترل نرخ جهش را با استفاده از پژوهشهای تئوریکی که در این زمینه تا کنون انجام شده است ، طرح شود. واضح است در صورت انجام تحقیقات علمی وتئوریک مبتنی بر یک سلسله قضایای ریاضی در خصوص نحوه اثرگذاری نرخ دورگه سازی بر سرعت همگرایی یک الگوریتم ژنتیک عمومی ، می توان قواعد فازی بهتری را برای طراحی کنترل کننده فازی مورد بحث پایه گذاری کرد.

مراجع

[1] S.y Ho , C.C.Liu , S.Liu and J.w., “ Design of an Optimal Nearest Neighbor Classifier Using an Intelligent Genetic Algorithms “IEEE Transactions On Fuzzy Systems , VOL.7,NO.2/ April /1999

[۲] سیدحمید ظهیری و سید علیرضا سیدین ” استفاده از سیستم بازشناسی خودکار اهداف رادار جهت ایمنی بیشتر پرواز و بهینه سازی عملکرد آن بوسیله الگوریتم ژنتیک“، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس انجمن هوا فضای ایران AERO 2003 دانشگاه صنعتی امیر کبیر بهمن ۱۳۸۱ .

[3] S.k. Pal , S. Bandyopadhyay and C.A.Murthy , “ Genetic Classifiers for Remotely Sensed Images : Comparison with Standard Methods “ International Journal of Remote Sensing, Vol.22 , No.13.pp.2545 – 2569/2001 .

[4] U. Manlike and S. Bandyopadhyay,“ Genetic Algorithm –based Clustering Technique “. Pattern Recognition 33, 1455-1465, 2000.

[5] S. Bandyopadhyay and S.k.pal , “Pixel Classification Using Variable String Genetic Algorithms with Chromosome Differentiation” , IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol .20 , No.2, Feb.2001.

[6] S.k. Pal , S. Bandyopadhyay and C.A.Murthy , " Genetic Algorithms for Generation of Class Boundaries ",IEEE Transactions on Systems , man ,and cybernetics Part b : Cybernetics , Vol .28 , No .6 , Dec.1998 .
[7] S.Bandyopadhyay , C.A. Murthy and S.k.Pal , " ga – Classifier: Design and Application", IEEE Transactions On Systems , man, and Cybernetics– Part b: Cybernetics , Vol .30 , No.6 , Dec .2000.
[8] S. Bandyopadhyay , C.a. Murthy and S.A.Pal " Theoretical Performance Of Genetic Pattern Classifier " ,Journal Of The Franklin Institute 336 387-422 ,1999.
[9] y.Shi, R. Eberhart and Y. Chen , " Implementation Of Evolutionary Fuzzy Systems " , IEEE Transactions On Fuzzy Systems , Vol .7 , No.2 , April/1999.
[10] Y.H. Song , G.S. Wang , P.Y.Wang and A.T. Johns ," Environmental / Economic Dispatch Using Fuzzy Logic Controlled Genetic Algorithms ", IEE Proc-Gener. Transm. Distrib. Vol .144 No.4 July 1997.
[11] J.t. Tou and R.c. Gonzalez , " Pattern Recognition Principles ", Coden Apmcc.1992 .
[۱۲] سید حمید ظهیری ، حسین زارعی و محمدرضا آقا ابراهیمی ، « شناسایی خودکار اهداف رادار با استفاده از مدولاسیون هدف روی سیگنال ارسالی », مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس مهندسی برق ایران ، دانشگاه صنعتی اصفهان , اردیبهشت ۱۳۷۹ .
[13] J. Martine and B. Mulgrew , " Analysis Of Theoretical Radar Returned Signal From Aircraft Propeller Blade " , In Proceeding IEEE 1990 International -Radar Conference , pp. 569- 572 , Dec.1990.
[14] T. Back and M. Schutz, "Intelligent Mutation Rate Control in Canonical Genetic Algorithms,"in Foundations of Intelligent Systems(Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1079), Z.Ras and M. Michalewicz, Eds. New York: Springer-Verlag,1996, pp. 158-167 .