دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم کامپیوترگرایش محاسبات علمی

عنوان:

ترکیب روشهای تکاملی با منطق فازی جهت تقریب توابع

استاد راهنما:

دکتر حسن رضایی

استاد مشاور:

دکتر مهدی علیاری شوره دلی

تحقیق و نگارش:

حیات خوبی پور

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

تیرماه ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنـوان **ترکیب روشهای تکاملی با منطق فازی جهـت تقریـب توابـع** قسـمتی از برنامـه آموزشی دوره کارشناسی ارشد **علوم کامپیوتر** توسط دانشجو **حیات خوبی پور** تحت راهنمایی استاد پایان نامه **دکتر حسن رضایی** تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

(نام و امضاء دانشجو)

حیات خوبی پور

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تـاریخ ..... توسـط هیئـت داوران بررسـی و درجـه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر حسن رضایی		
استاد مشاور:	دکتر مهدی علیاری شوره دلی		
داور ۱:	دکتر محمد ابراهیم شیری		
داور ۲:	دکتر حسن میش مست نهی		

نماینده تحصیلات تکمیلی:

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب حیات خوبی پور تأیید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: حیات خوبی پور

امضاء

تقدیم به:

روح خواهرم

مسکو

که اسوه صبر و شکیبایی بود.

سپاسگزاری

سپاس خدایی را که مرا در برآوردن این آرزو کامیاب فرمود تا مختصری از آنچه را که در مکتب اســتادان بزرگـوار از راه تحصیل آموخته ام به عنوان رساله تحصیلی ام به پیشگاه خوانندگان عزیز تقدیم دارم. با سـپاس فـراوان از تمـامی اساتید بزرگواری که افتخار شاگردی آنها را داشته ام و از ایزد منان برای این عزیـزان آرزوی سـلامتی و بهـروزی مـی نمایم.

و با تشکر فراوان از اساتید ارجمنـد **جناب آقایان دکتر حسن رضایی** و **دکتر مهدی علیاری شوره دلی** کـه در تهیه این پایان نامه بنده را راهنمایی نمودند.

و با تشکر از همه کلاسیهای عزیزم آقایان مسعود پورزاهد، حمیدرضا قربانی سینی و خانم وحیده کیخا که در طـی این دوره همیشه الطاف شان نصیب حال بنده شده است.

چکیده:

با وجود تاریخچه موفقیت های قبلی سیستم های فازی در کاربردهای مختلف از جمله در تقریب زدن توابع، برخی کاربردها نیازمند طراحی پایگاه قوانین فازی با توانایی یادگیری بیشتر است. الگوریتم های تکاملی الهام بخش طراحی سیستم های فازی با توانایی های یادگیری بیشتر است. در این پایان نامه چهار الگوریتم تکاملی شامل: الگوریتم ژنتیک (GA)، الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات (PSO)، الگوریتم تکامل تفاضلی (DE)و الگوریتم بهینه سازی زنبورهای عسل (HBO) برای ترکیب شان با منطق فازی جهت تقریب زدن توابع غیرخطی مورد استفاده قرار گرفته اند. براساس نتایج بدست آمده در این پایان نامه نشان می دهیم روش DE به لحاظ دقت و روش PSO به لحاظ سرعت بهترین روشها در مقایسه با روشهای دیگر هستند و روش GA دارای این مزیت است که خیلی سریع به صفر همگرا نمی شود. همچنین نشان می دهیم که روش HBO بدترین روش به لحاظ دقت وسر عت همگرایی در مقایسه با دیگر روشها بوده است.

کلمات کلیدی: منطق فازی- الگوریتم تکاملی– الگوریتم ژنتیک– الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات- الگوریتم تکامل تفاضلی- الگوریتم بهینه سازی زنبورهای عسل- تقریب توابع

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمات و پیش نیازها ۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- تقریب زننده های عمومی ۲
۱-۲-۱- چندجمله ایها ۲
۱-۲-۲- توابع منطقی ۳
۱-۲-۳- توابع اسپلاین ۳
۱-۲-۴- شبکه های عصبی ۳
۱-۲-۴-۱- شبکه های عصبی چندلایه (Multilayer Perceptron) ۳
۱-۲-۴-۲- شبکه های عصبی RBF (Radial Basis Function) ۳
۱-۲-۵- سیستم های فازی ۴
۱-۳- تعریف مساله ۵
۱-۴- ساختار پایان نامه ۶
فصل دوم: منطق فازی ومدل سیستم فازی ۷
۲-۱- مقدمه ۸
۲-۲- منطق فازی ۸
۲-۲-۱- مجموعه های فازی ۸
۲-۲-۲- توابع عضویت ۱۱
۲-۲-۳- متغیرهای فازی و قواعد اگر-آنگاه فازی ۱۵
۲-۲-۳-۱- از متغیرهای عددی تا متغیرهای زبانی ۱۵
۲-۲-۳-۲- قواعد اگر- آنگاه فازی ۱۷
۲-۳- معرفی سیستم استنتاج فازی ۱۸
۲-۳-۱- پایگاه دانش ۱۹
۲-۳-۲- موتور استنتاج ۲۰
۲-۳-۲-۱- استنتاج مبتنی بر ترکیب قواعد ۲۱
۲-۳-۲-۲- استنتاج مبتنی برقواعد جداگانه ۲۱
۲-۳-۲-۲- معرفی چند موتور استنتاج ۲۱
۲-۳-۳- فازی ساز ۲۳

۲-۳-۴- غیرفازی ساز..... ۲۵
۲-۳-۴-۱- غیرفازی ساز مرکز ثقل..... ۲۵
۲-۳-۴-۲- غیرفازی سازمیانگین مراکز..... ۲۵
۲-۳-۴-۳- غیرفازی ساز ماکزیمم..... ۲۶
۲-۳-۵- مقایسه غیرفازی سازها..... ۲۶
۲-۴- معرفی روشهای سیستم های استنتاج فازی..... ۲۷
۲-۵- سیستم استنتاج فازی ممدانی..... ۲۹
فصل سوم: مروری بر الگوریتم های تکاملی ۳۳
۳-۱- مقدمه ۳۴
۳-۲- الگوریتم های تکاملی و جمعیتی..... ۳۴
۳-۲-۱- الگوریتم ژنتیک..... ۳۶
۳-۲-۱-۱- طرح کلی الگوریتم ژنتیک..... ۳۷
۳-۲-۱-۲- کد کردن..... ۳۹
۳-۲-۱-۳- شایستگی و مقیاس گذاری..... ۴۰
۳-۲-۱-۴- عملگرهای ژنتیک..... ۴۰
۳-۲-۲- الگوریتم تکامل تفاضلی..... ۴۵
۳-۲-۲-۱- ساختار جمعیت..... ۴۶
۳-۲-۲-۲- مقداردهی اولیه..... ۴۷
۳-۲-۲-۳- جهش..... ۴۷
۳-۲-۲-۴- برش..... ۴۸
۳-۲-۲-۵- انتخاب..... ۴۹
۳-۲-۲-۶- شبه کد الگوریتم تکامل تفاضلی..... ۴۹
۳-۲-۳- الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات..... ۵۰
۳-۲-۴-الگوریتم زنبورهای عسل..... ۵۲
۳-۲-۴-۱- زنبورهای عسل در طبیعت..... ۵۲
۳-۲-۴-۲- شبه کد الگوریتم زنبورهای عسل..... ۵۳
فصل چهارم: تحلیل نتایج عملی..... ۵۵
۴-۱- مقدمه..... ۵۶
۴-۲- آموزش پارامترها..... ۵۶
۴-۳- فرمت کروموزم ها..... ۵۶
۴-۴- طراحی تابع شایستگی..... ۵۸
۴-۵- روال کلی کار..... ۶۰
۴-۶- معرفی توابع محک..... ۶۱
۴-۷- مقداردهی پارامترها برای هر کدام از روشها..... ۶۱
۴-۷-۱- مقداردهی پارامترهای روش HBO..... ۶۲

۴-۷-۲- مقداردهی پارامترهای روش PSO ۶۳
۴-۷-۳- مقداردهی پارامترهای روش GA ۶۳
۴-۷-۴- مقداردهی پارامترهای روش DE ۶۳
۴-۸- مطالعه نتایج شبیه سازی تقریب ۶۴
۴-۸-۱- جدول های مقایسه کارایی ۶۴
۴-۸-۲- نمودار های مقایسه کارایی برحسب تعداد نسل ۶۸
۴-۸-۳- نمودار های مقایسه کارایی برحسب تعداد قوانین ۷۱
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۴
۵-۱- مقدمه ۷۵
۵-۲- یافته های تحقیق ۷۵
۵-۳- مشکلات محقق مربوط به تحقیق ۷۷
۵-۴- پیشنهادهایی به محققین آینده ۷۷
پیوست ها ۷۹
پیوست الف - واژه نامه فارسی به انگلیسی ۸۰
پیوست ب - واژه نامه انگلیسی به فارسی ۸۴
مراجع ۸۸

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲-۱. مقایسه غیرفازی سازهای از نظر توجیه پذیری سادگی محاسبات و پیوستگی..... ۲۷
جدول ۴-۱. مقایسه SSE هر چهار روش در تعداد قانون های مختلف برای تقریب تابع $f_1 = \sin(x)$ ۶۴
جدول ۴-۲. مقایسه SSE هر چهار روش در تعداد قانون های مختلف برای تقریب تابع
$f_2(x, y) = \frac{\sin(x)}{x} \times \frac{\sin(y)}{y}$ ۶۵
جدول۴-۳. مقایسه SSE هر چهار روش در تعداد قانون های مختلف برای تقریب تابع
$f_3(x, y, z) = (1 + x^{0.5} + y^{-1} + z^{-1.5})^2$ ۶۵
جدول۴-۴. مقایسه بهترینSSE، تعداد قوانین بهینه و شماره نسل هر کدام از چهار روش برای هرسه تابع محک... ۶۶
جدول۴-۵. مقایسه کارایی زمانی هر کدام از چهار روش برای هرسه تابع محک..... ۶۷

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۲-۱. تفکیک تمامی اتومبیلهای تهران..... ۹
شکل۲-۲. توابع عضویت برای مجموعه های فازی F وD برحسب درصد ایرانی بودن قطعات اتومبیلها..... ۱۱
شکل ۲-۳. نمودار تابع عضویت یک مجموعه قطعی..... ۱۲
شکل ۲-۴. تابع عضویت مثلثی..... ۱۳
شکل ۲-۵. تابع عضویت ذوزنقه ای..... ۱۴
شکل ۲-۶. تابع عضویت گوسین..... ۱۴
شکل ۲-۷. سرعت ماشین بعنوان یک متغیر زبانی که می تواند مجموعه های فازی "کند"، "متوسط" و "تند" را بعنوان مقدار بپذیرد..... ۱۶
شکل ۲-۸. از متغیرهای عددی تا متغیر زبانی..... ۱۷
شکل ۲-۹. ساختار سیستم استنتاج فازی..... ۱۹
شکل ۲-۱۰. روش های استنتاج فازی..... ۲۷
شکل ۲-۱۱. سیستم استنتاج فازی ممدانی چندورودی- یک خروجی..... ۳۰
شکل ۳-۱. فلوچارت رویه های اصلی الگوریتم ژنتیک..... ۳۹
شکل ۳-۲. روش انتخاب چرخه رولت..... ۴۱
شکل ۳-۳. نمایش برش دو کروموزم به صورت تک‌نقطه‌ای..... ۴۲
شکل ۳-۴. نمایش برش دو کروموزم بصورت دونقطه‌ای. ۴۳
شکل ۳-۵. نمایش جهش ژنتیکی برروی یک کروموزم باینری ۴۴
شکل ۳-۶.جهش تفاضلی: تفاضل وزندار $F.(X_{r1,g}-X_{r2,g})$،برای تولید بردار جهش$V_{i,g}$ به بردار $X_{r0,g}$ اضافه شده است. ۴۸
شکل ۳-۷. بردارهای $u'_{i,g}$ و $u''_{i,g}$ که امکان اضافه شدنشان وقتی که $X_{i,g}$ و $V_{i,g}$ به صورت هم شکل، برش داده شده اند، وجود دارد. ۴۹

شکل ۴-۱. نمایش چهار تابع عضویت گوسین برای تقریب زدن تابع $\sin(x)$ ۵۷
شکل ۴-۲. نمایش کروموزم متناظر با شکل۴-۱ ..... ۵۷
شکل ۴-۳. مقایسه بهترین SSE محاسبه شده برحسب تعداد نسل برای هرکدام از چهار روش برای تقریب تابع $f_1 = \sin(x)$ ۶۹

شکل ۴-۴. مقایسه بهترین SSE محاسبه شده برحسب تعداد نسل برای هرکدام از چهار روش برای تقریب تابع

$f_2(x,y)=\frac{\sin(x)}{x}\times\frac{\sin(y)}{y}$ ۶۹
شکل ۴-۵. مقایسه بهترین SSE محاسبه شده برحسب تعداد نسل برای هرکدام از چهار روش برای تقریب تابع $f_3(x,y,z)=(1+x^{0.5}+y^{-1}+z^{-1.5})^2$ ۷۰
شکل ۴-۶. مقایسه SSE محاسبه شده برحسب تعداد قانون برای هرکدام از چهار روش برای تقریب تابع $f_1=\sin(x)$ ۷۱
شکل ۴-۷. مقایسه SSE محاسبه شده برحسب تعداد قانون برای هرکدام از چهار روش برای تقریب تابع $f_2(x,y)=\frac{\sin(x)}{x}\times\frac{\sin(y)}{y}$ ۷۲
شکل ۴-۸. مقایسه SSE محاسبه شده برحسب تعداد قانون برای هرکدام از چهار روش برای تقریب تابع $f_3(x,y,z)=(1+x^{0.5}+y^{-1}+z^{-1.5})^2$ ۷۲

فصل اول

مقدمات و پیش نیازها

۱-۱- مقدمه

نظریه تقریب زدن توابع بین سال های ۱۸۵۰و ۱۸۶۰میلادی توسط چبیشف[۱] مطرح شد. نتایج و ایده های او در قرن بیستم توسط دیگر ریاضیدانان برجسته مانند برنشتین[۲]، جکسون[۳] و کولموگروف[۴] ادامه داده شد و به نتیجه رسید[۱۸].

دربسیاری از مسائل یادگیری ماشین، یک عامل می بایست یک خط مشی برای انتخاب کردن اعمال مبتنی بر وضعیتی که هم اکنون در آن قرار دارد، یادبگیرد. ازآنجاییکه بسیاری از مسائل عملی در دنیای واقعی (مانند کنترل ربات، تئوری بازی و بهینه سازی سیستم) در این دسته قرار دارند، توسعه و بهبود الگوریتم‌های تقویت یادگیری (مثل تقریب زدن توابع) برای پیشرفت هوش مصنوعی ضروری به نظر می رسند[۳۳].

۱-۲- تقریب زننده های عمومی

در ادامه بعضی از تقریب زننده هایی که به عنوان تقریب زننده های عمومی که می توانند برای شناسایی و کنترل سیستم های دینامیکی نیز مورد استفاده قرار گیرند، را به طور خلاصه تشریح می کنیم. برای سادگی نماد، در نوشتار، حالت تک متغیری توابعی که قرار است تقریب زده شوند (توابع تقریب) را در نظر می گیریم[۳۵].

۱-۲-۱- چندجمله ایها

روش تقریب توابع چندجمله ای بیشترین مطالعه را به نسبت دیگر روش‌ها به خود اختصاص داده است. کلاس توابع چندجمله ای (حداکثر از درجه n) به صورت زیر داده شده است:

$$F_n(z;\theta) = \{\sum_{i=0}^{n} \theta_i z^i : \theta_i \in R^1\} \qquad (۱-۱)$$

چندجمله ایها، تقریب زننده های پارامترهای خطی هستند و برطبق قضیه معروف وایرشتراس[۵]، برای هر تابع $f \in C[Z]$ و هر $\varepsilon > 0$، یک چندجمله ای $p \in F_n$ (برای n هرچقدر بزرگ باشد) وجود دارد به طوریکه:

$$\sup_{z \in Z} | f(z) - p(z) | \leq \varepsilon \qquad (۲-۱)$$

---

۱ Chebyshev
۲ Bernstein
۳ Jackson
۴ Kolmogorov
۵ Weirstrass

۱-۲-۲-توابع منطقی

روش دیگر تقریب زدن توابع، توابع منطقی یا تقریب منطقی هستند که در حالت کلی به صورت زیرنوشته می شود :

$$F_{n,m}(z;\theta,\vartheta)=\left\{\frac{\sum_{i=0}^{n}\theta_i z^i}{\sum_{i=0}^{m}\vartheta_i z^i}:\theta_i,\vartheta_i\in R^1\right. \qquad (۳-۱)$$

در حالت کلی، توابع منطقی دارای قدرت تقریب بیشتری نسبت به توابع چندجمله ای هستند، این روش با تعداد پارامتر مساوی تقریب با دقت بیشتری را به دست می آورد. توابع منطقی تقریب زننده هایی برای پارامترهای غیرخطی هستند.

۱-۲-۳- توابع اسپلاین

توابع اسپلاین[۱] نمونه هایی از تقریب زننده های چندجمله ای تکه ای هستند. ایده اصلی توابع اسپلاین آن است که ناحیه تقریب با استفاده از گره ها به یک تعداد محدودی زیرناحیه تقسیم می شود. در هر زیرناحیه یک چندجمله ای حداکثر از درجه n استفاده می شود. اسپلاین ها (با تعداد گره های ثابت) تقریب زننده های با پارامترهای خطی هستند.

۱-۲-۴ - شبکه های عصبی

نمونه دیگری از تقریب زننده های عمومی، شبکه های عصبی هستند که شامل شبکه های عصبی چندلایه و شبکه های عصبی RBF هستند، که در ادامه به تشریح این دو نوع شبکه می پردازیم.

۱-۲-۴ -۱- شبکه های عصبی چندلایه (Multilayer Perceptron)

در سال های اخیر علاقه زیادی به استفاده از روش های تقریب زدن که به صورت ضعیف مبتنی بر مدل های فعال سازی سیگنال های زیستی هستند، به وجود آمده است. اگرچه مدل هایی از شبکه های عصبی مختلف ارائه شده اند، رایج ترین آنها شبکه های عصبی چندلایه با توابع فعال سازی نوع حلقوی هستند[۳۲].

۱-۲-۴ -۲- شبکه های عصبی RBF (Radial Basis Function)

کلاس دیگری از شبکه های عصبی که اخیرا توجه زیادی را برای تقریب زدن توابع به خود جلب کرده است، مدل شبکه های عصبی RBF هستند. از بسیاری جهات شبکه های عصبی مشابه اسپلاین‌هاهستند. به عنوان مثال، اگر مراکز و عرض ها ثابت نگه داشته شوند، شبکه های RBF تقریب زننده های پارامترهای خطی

---

[۱] Spline

خواهند شد و اگربه آنها اجازه تغییر داده شود، شبکه ها به صورت غیرخطی پارامتر بندی می شوند. بنابراین، مراکز شبکه های RBF مشابه با گره ها در فرمول بندی کردن توابع اسپلاین‌هاهستند.

۱-۲-۵- سیستم های فازی

سیستم های فازی، نوع خاصی از توابع غیرخطی هستند، بنابراین اهمیتی ندارد که بعنوان کنترل کننده استفاده شوند یا تصمیم گیرنده یا پردازشگر سیگنال یا هرنوع سیستم دیگر، موضوع جالب دانستن قابلیت سیستم های فازی از نقطه نظر یک تابع تقریب می باشد. بعنوان مثال سیستم های فازی، کدام نوع از توابع غیرخطی را می توانند نشان دهندیا آنرا تقریب بزنند و با چه دقتی؟ اگر سیستم های فازی فقط بتوانند انواع مشخصی از توابع غیرخطی را تقریب بزنند، آنهم بادقت محدودی، آنگاه در کاربردهای کلی و عمومی زیاد مناسب نخواهند بود. ولی اگر سیستم های فازی بتوانند هر تابع غیرخطی را با هردقت دلخواهی تقریب بزنند آنگاه در طیف گسترده ای از کاربردهای مختلف، بسیار مفید خواهند بود. بطور مشخص، ما قضیه اصلی زیر را داریم:

قضیه ۱-۱(قضیه تقریب عمومی): فرض کنید که ورودی مجموعه مرجع U یک مجموعه بسته در R^n باشد، آنگاه برای هر تابع حقیقی داده شده g(x) در U و $\varepsilon > 0$ دلخواه، یک سیستم فازی $f(x)$ به شکل رابطه (۱-۵) وجود دارد به نحوی که:

$$\sup_{x \in U} | f(x) - g(x) | < \varepsilon \qquad (۱-۴)$$

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^{M} \bar{y}^{l} [\prod_{i=1}^{n} a_i^{l} \exp(-(\frac{x_i - \bar{x}_i^{l}}{\sigma_i^{l}})^2)]}{\sum_{l=1}^{M} [\prod_{i=1}^{n} a_i^{l} \exp(-(\frac{x_i - \bar{x}_i^{l}}{\sigma_i^{l}})^2)]} \qquad (۱-۵)$$

بدین معنا که سیستم های فازی با موتور استنتاج ضرب، فازی ساز منفرد، غیرفازی ساز میانگین مراکز و توابع عضویت گوسین، تقریب زننده های عمومی هستند[۳۱].

اثبات این قضیه خود براساس قضیه استون- وایرشتراس[۱]، که یک قضیه معروف در تجزیه تحلیل است، می باشد. در ادامه به بررسی این قضیه می پردازیم.

قضیه ۱-۲ : استون- وایرشتراس :

---

[۱] Stone-Weierstrass

فرض کنید Z مجموعه ای از توابع پیوسته در مجموعه بسته U می باشد. اگر:

۱) Z یک جبر باشد، بدین معنا که تحت عمل جمع، ضرب و ضرب اسکالر بسته باشد،

۲) Z متمایز کننده نقاط U باشد (Z روی U یک به یک باشد)، بدین معنا که برای هر $x \neq y$ و $x, y \in U$، یک $f \in z$ وجود دارد به نحوی که $f(x) \neq f(y)$،

۳) Z در هیچ نقطه ای از U صفر نشود، بدین معنی که برای هر $x \in U$ ، یک $f \in z$ وجود دارد به نحوی که $f(x) \neq 0$، آنگاه برای هر تابع حقیقی پیوسته $g(x)$ برروی U و $\varepsilon > 0$ دلخواه، یک $f \in z$ وجود دارد به نحوی که

$$\sup_{x \in U} | f(x) - g(x) | < \varepsilon \qquad (۶-۱)$$

نه تنها روش های تقریب زدن که در بالا تشریح کردیم برای تقریب زدن و شناسایی توابع و سیستم های مختلف به کار رفته و می روند، بلکه سیستم استنتاج فازی مبتنی بر شبکه تطبیقی[۱] (ANFIS)، روش های تکاملی به صورت مستقل و به صورت ترکیبی با منطق فازی و شبکه های عصبی برای انجام کار تقریب زنی توابع و شناسایی سیستم ها مورد استفاده قرار گرفته اند[۳۳،۲۱،۱۹،۱۶،۱۴].

۱-۳ - تعریف مساله

سیستم های فازی بوسیله یک مشخصه مبتنی بر قانون مشخص می شوند. این یک مزیت این گونه از سیستم ها محسوب می شود که بدون نیاز به سایر مدل ها، می توانند از دانش بشر بهره برداری کنند، با این حال این سیستم ها دارای نواقصی نیز می باشند، از جمله اینکه اگر پیچیدگی پایگاه قوانین افزایش یابد، اکتساب دانش ممکن است به یک کار پیچیده تبدیل شود زیرا افزایش تعداد قوانین به طور جدی منجر به افزایش تعداد متغیرهای فازی می شود. در[۲۱] ثابت شده که ترکیب روش های تکاملی با منطق فازی گزینه مناسبی برای تقریب زدن توابع و شناسایی سیستم های مختلف است. بنابراین ما در این نوشتار یک مطالعه مقایسه ای روی روش های تکاملی در ترکیب با منطق فازی برای تقریب زدن توابع انجام می‌دهیم تادر پایان بتوانیم مقایسه ای دقیق از مزایا و معایب این ترکیب ارائه دهیم. برای این کار ما چهار روش تکاملی شامل الگوریتم های ژنتیک (GA)، الگوریتم تکامل تفاضلی (DE)، الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات (PSO) و

[۱] Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System

الگوریتم بهینه سازی زنبورهای عسل (HBO) را برای کار مطالعه و تحقیق و در نهایت مقایسه این روشها با همدیگر در نظر گرفته ایم.

۱-۴ - ساختار پایان نامه

این پایان نامه، اولین پایان نامه در ایران است که به مطالعه برروی ترکیب الگوریتم های تکاملی با منطق فازی جهت تقریب زدن توابع می پردازد. به همین جهت و با توجه به تازگی بحث ترکیب روشهای تکاملی با منطق فازی جهت تقریب زدن توابع، یک معرفی از منطق فازی و مدل سیستم فازی در فصل دوم آورده شده است. فصل سوم به معرفی روش های تکاملی استفاده شده در این پایان نامه می پردازد. فصل چهارم به تشریح چگونگی ترکیب منطق فازی با روشهای تکاملی پرداخته و شبیه سازی روشهای تکاملی در نظرگرفته شده و بکارگیری آنها در مدل معرفی شده جهت تقریب زدن توابع مختلف را تشریح می کند.

در فصل پنجم به نتیجه گیری و پیشنهادات حاصل از انجام این نوشتار خواهیم پرداخت.

فصل دوم

منطق فازی و مدل سیستم فازی