www.Prozhe.com

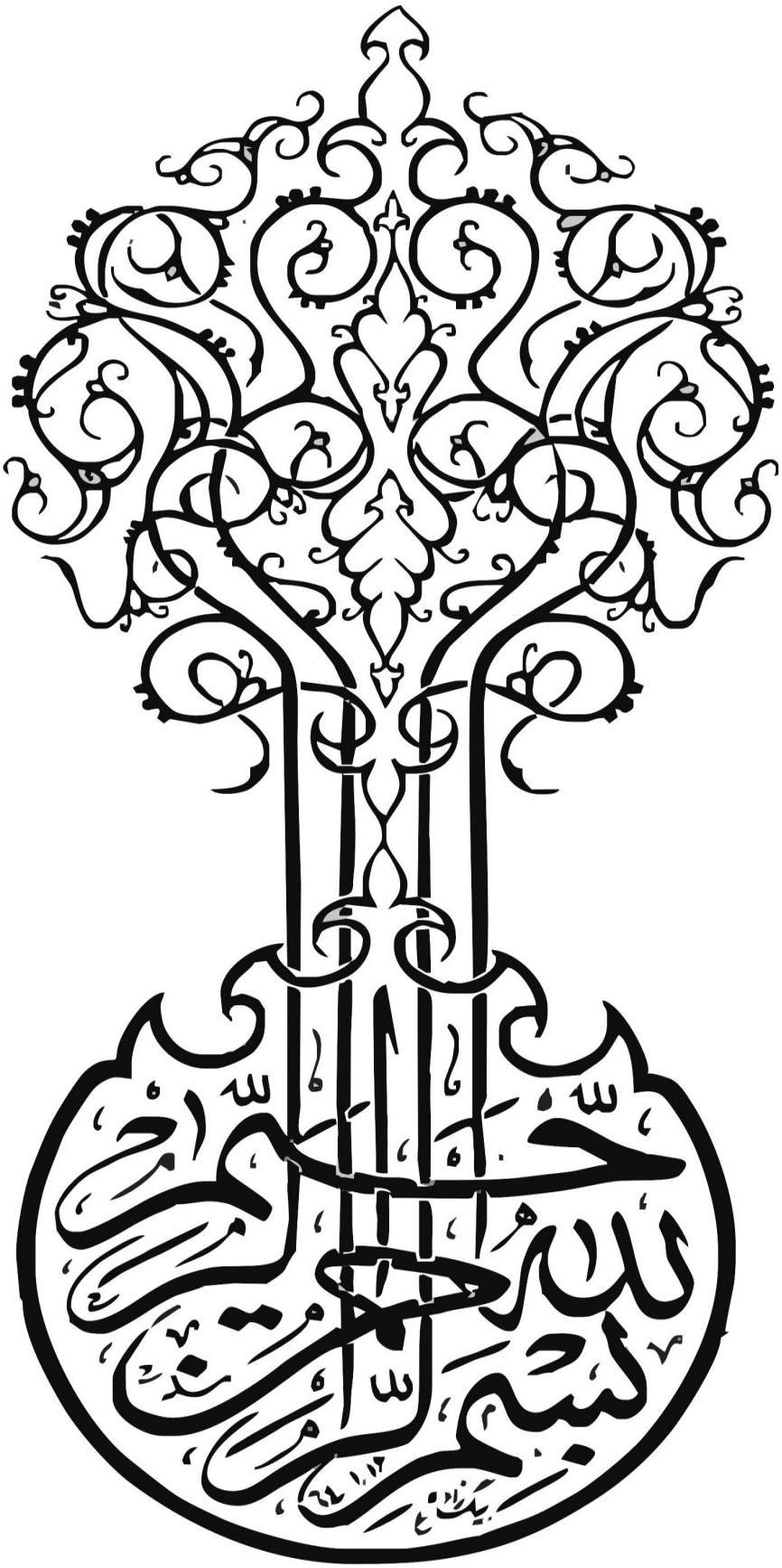
بررسی پارامترهای مهم در شبکه های عصبی فازی

پژوهشگر : محبوبه امین زاده

Payamenoor University of Esfarayen
1392

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com


بسم الله الرحمن الرحیم

www.Prozhe.com

دانشگاه پیام نوراسفراین

بررسی پارامترهای مهم در شبکه های عصبی فازی

ارائه شده به :

استاد احسان جعفری

توسط :

دانشجوی ترم ۹

رشته مهندسی فناوری اطلاعات IT

"محبوبه امین زاده "

پروژه فناوری اطلاعات

نیمسال اول تحصیلی 93-92

مهندسی فناوری اطلاعات IT

زمستان ۹۲

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

ارزیابی گزارش پروژه درس کارشناسی

نام و نام خانوادگی دانشجو : محبوبه امین زاده

رشته: مهندسی فناوری اطلاعات IT

موضوع پروژه: بررسی پارامترهای مهم شبکه های عصبی فازی

نیمسال اول سال تحصیلی ۹۳ -۱۳۹۲.

تاریخ تحویل :۱۳۹۲/۱۲/۱۸

نمره اخذ شده: .....

نام و امضاء استاد راهنما:.....

گزارش پروژه حاضر مورد بررسی قرار گرفت و از نظر تطبیق با شیوه نامه تدوین گزارش درس پروژه مورد تأیید می باشد.

نام و امضاء مدیر گروه(یا مقام ناظر): .....

www.Prozhe.com

حضرت علی (ع) : دانش را با نوشتن پای بند کنید ،آنچه حفظ شود ،بگریزد و آنچه نوشته شود ،برقرار ماند.

آنگاه که در لانه کردن فراز می داری ،سینه را جلو میدهی ،روی پنجه می ایستی و بالها را بر هم میزنی تا بچه ها ببینند و یاد بگیرند،به این فکر نکردی که وقتی پرواز را آموختند و پریدند و رفتند چقدر آشیانه بوی تنهایی خواهد گرفت. اما تلخی این غم رابه شیرینی تماشای پرواز آنها معاوضه کن،باشد که روز به روز بیشتر اوج بگیرند و روزی ،خودآموخته هایشان را از آن پرواز سبک بال به بچه هایشان بیاموزند.

"پرواز را به خاطر بسپار،پرنده مردنی است"

www.Prozhe.com

تقدیم به ساحت مقدس یوسف زهرا (عج)

که چشم ها برای زیارت صبحش بیدارند...

www.Prozhe.com

کمال تشکر و سپاسگذاری از استاد عزیز، امید آن است که تلاشهای انجام گرفته مورد قبول واقع شود .

و من الله التوفیق

محبوبه امین زاده

www.Prozhe.com

چکیده

منطق فازی که در آن «زبان طبیعی» به جای متغیرهای عددی برای تشریح رفتار و عملکرد سیستم ها به کار میرود. ،بیشترین کاربرد این مقوله به ترتیب در سازماندهی و فراهم آوری اطلاعات بوده است. اکنون برای تضمین امنیت شبکه های اطلاعاتی، از منطق فازی بهره برداری می شود. در برخی زمینه ها مانند مستندسازی و مدیریت رکوردها نیز تاکنون پژوهشی با موضوع فازی به انجام نرسیده است. در سالهای اخیر، رویکرد عمده این بحث به سمت نظام های خبره و هوش مصنوعی سوق یافته است. به نظر می‌رسد برای حل بسیاری از گره‌های موجود در حوزه مدیریت اطلاعات، میتوان از منطق فازی کمک گرفت .

شبکه عصبی مصنوعی یک سامانه پردازشی داده‌ها است که از مغز انسان ایده گرفته و پردازش داده‌ها را به عهده پردازنده‌های کوچک و بسیار زیادی سپرده که به صورت شبکه‌ای به هم پیوسته و موازی با یکدیگر رفتار می‌کنند تا یک مسئله را حل نمایند. در این شبکه‌ها به کمک دانش برنامه نویسی، ساختار داده‌ای طراحی می‌شود که می‌تواند همانند نورون عمل کند. که به این ساختارداده نورون گفته می‌شود. بعد باایجاد شبکه‌ای بین این نورونها و اعمال یک الگوریتم آموزشی به آن، شبکه را آموزش می‌دهند.

شبکه عصبی یک سیستم ارگانی شامل نورون‌ها می‌باشد که اعمال و واکنش جانداران را هماهنگ می‌سازد و سیگنال‌ها را به بخشهای متفاوت بدن می‌فرستد. در بیشتر جانداران سیستم عصبی شامل دو بخش مرکزی و بخش جانبی است. در استفاده‌های جدیدتر این عبارت به شبکه عصبی مصنوعی که از نورون‌هایی مصنوعی ساخته شده‌است هم اشاره دارد. بنابراین عبارت 'شبکه عصبی' در حالت کلی به دو مفهوم مختلف شبکه عصبی زیستی و شبکه عصبی مصنوعی مختلف اشاره دارد.

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان‌ها و کامپیوتر شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند.

تنظیم پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی را میتوان به عنوان یکی از مهمترین مشکلات استفاده از آن عنوان کرد. روش **شبکه عصبی فازی** نسبت به سایر روش ها قدرت بالایی در شناخت روند موجود بر داده ها دارد و در تمامی روشهای اندازه گیری خطا نسبت به سایر روشها خطای کمتری دارد . نتایج تحقیق بیانگر آن است که روش **شبکه عصبی فازی** با توجه به میزان کم خطا دارای همگرایی سریع و توانایی تقریب بالایی است و برای پیش بینی مناسب است .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

پیشگفتار

حمد وسپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتاب علمی بخصوص در علم فازی گامهایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم موثر واقع شویم . گستردگی علم شبکه های عصبی فازی و توسعه روز افزون آن ، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیر در سطح جهان هستیم . این گستردگی و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی ترین و راحت ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع رسانی ،بیش از پیش روشن می نماید . در این راستا و برای نیل به اهداف ، با همکاری جمعی از اساتید و دانشجویان محترم درصدد هستیم تا با تلاش های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود ، منابعی پربار ، معتبر ،آسان و با کیفیت مناسب در اختیار علا قه مندان قرار دهیم.

کتابی که در دست دارید با عنوان " بررسی پارامترهای مهم شبکه عصبی فازی "با همکاری خانواده ام و جمعی از دوستان میسر گشته و شایسته است از یکایک این گرامیان که از مساعدت آنها بهره مند بوده ایم قدردانی نماییم . بدیهی است که این تلاش ها زمانی مفیدتر خواهند بود که دانشجویان عزیز بذل عنایت فرموده تا با ارائه پیشنهادها و انتقادهای خود ما را در بهبود کمی وکیفی کارهای انجام شده راهنمایی نمایند.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

تقدیم ۷

تقدیر و تشکر ۸

چکیده ۹

پیشگفتار ۱۰

مقدمه ۱۸

تاریخچه ۲۰

فهرست مطالب

فصل اول: منطق فازی ۲۲

۱ - ۱مقدمه ای بر منطق فازی ۲۳

۱ – ۲ مقدمه ای بر چیستی منطق فازی ۲۵

۱ – ۳ مثالی از منطق فازی در زندگی روزمره: ۲۷

۱ – ۴ چرا سیستم فازی؟ ۲۹

۱ – ۵ سیستم های فازی چگونه سیستم هایی هستند؟ ۳۰

۱ – ۶ سه سیستم فازی وجود دارد : ۳۳

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۱ – ۷ مشکلات عمده سیستم فازی TSKعبارتند از : ۳۴

۱ – ۸ منطق فازی و مدیریت اطلاعات در کتابخانه ۳۶

۱ – ۹ تاریخچه منطق فازی ۳۷

۱ – ۱۰ منطق فازی چیست؟ ۳۹

۱ – ۱۱ سیستم های فازی کجا و چگونه استفاده می شوند ؟ ۴۰

۱ – ۱۲ کاربردهای منطق فازی ۴۲

۱ – ۱۳ کاربردهای منطق فازی - سازماندهی اطلاعات ۴۵

فصل دوم: شبکه عصبی(Neural Network) ۴۷

مقدمه ۴۸

۲ -۱شبکه عصبی ۵۰

۲ – ۲ توصیف شبکه های عصبی ۵۰

۲ – ۳ شبکه‌های عصبی زیستی ۵۰

۲ – ۴ معرفی شبکه عصبی مصنوعی ۵۱

۲ – ۵ تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی ۵۱

۲ – ۶ چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می‌کنیم ۵۲

۲ – ۷ شبکه‌های عصبی در مقایسه با کامپیوترهای سنتی ۵۳

۲ – ۸ شباهت با مغز ۵۴

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۲ – ۹ شبکه عصبی دقیقاً چیست ۵۵

۲ – ۱۰ ساختار شبکه‌های عصبی ۵۶

۲ – ۱۱ تقسیم بندی شبکه‌های عصبی ۵۸

۲ – ۱۲ ویژگی‌های یک شبکه‌عصبی ۵۸

۲ – ۱۳ روش کار نرون‌ها ۶۰

۲ – ۱۴ نورون عصبی ۶۱

۲ – ۱۵ یک نورون مصنوعی چه شکلی است؟ ۶۲

۲ – ۱۶ چطور از یک نورون مصنوعی استفاده می کنید؟ ۶۴

۲ - ۱۷ پیاده‌سازی‌های الکترونیکی نرون‌های مصنوعی ۶۵

۲ – ۱۸ مدل ریاضی ۶۶

۲ – ۱۹ کاربرد شبکه‌های عصبی ۶۸

۲ – ۲۰ معایب شبکه‌های عصبی ۶۹

۲ – ۲۱ چگونگی یادگیری شبکه های عصبی ۷۰

۲ – ۲۲ ساختار نورون و لایه ی نورون ۷۵

۲ – ۲۳ تعریف کلاس Central ۷۸

۲ – ۲۴ توضیح لوپ اصلی ۸۵

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

فصل سوم : بررسی ساختار و پارامترهای مهم شبکه های عصبی فازی ۸۸

مقدمه ۸۹

۳ – ۱ یکپارچگی منطق فازی و شبکه های عصبی ۹۲

۳ – ۲ برخی از کاربردهای سیستم های فازی- عصبی ۹۳

۳ – ۳ انواع شبکه عصبی فازی و نوروفازی: ۹۳

۳ – ۴ پارامترهای مهم سیستم های عصبی فازی: ۹۴

۳ – ۵ سامانه استنتاج تطبیقی عصبی فازی (ANFIS) ۹۵

۳ – ۶ موتور استنتاج فازی ۹۶

۳ – ۷ انواع موتور استنتاج: ۹۸

۳ – ۸ تفسیری کامل شبکه تطبیقی بر اساس سیستم های با منطق فازی ANFIS ۹۹

۳ – ۹ مرور ادبیات ۱۰۰

۳ – ۱۰ تعیین معیار های عملکرد شبکه عصبی مصنوعی همراه با وزن هریک از آنها ۱۰۳

۳ – ۱۱ تعیین عوامل کنترلی که بیشترین تاثیر را بر روی معیارهای عملکرد تعیین شده دارند ۱۰۴

۳ – ۱۲ آنالیز واریانس هر یک از معیارهای عملکرد به صورت جداگانه ۱۰۶

۳ – ۱۳ استفاده از روش برنامه ریزی فازی جهت یافتن بهترین ترکیب عوامل کنترلی تاثیرگذار ۱۰۷

۳– ۱۴ مثال عددی ۱۰۸

۳ – ۱۵ تعیین معیارهای عملکرد شبکه عصبی مصنوعی همراه با وزن هر یک از آنها ۱۰۹

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۱۶ تعیین عوامل کنترلی که بیشترین تاثیر را بر روی معیارهای عملکرد تعیین شده دارند ۱۱۰

۳ – ۱۷ آنالیز واریانس هر یک از معیارهای عملکرد بصورت جداگانه ۱۱۲

۳ – ۱۷ - ۱تکنیک تبدیل ۳ هدف را دنبال میکند : ۱۱۲

۳ – ۱۸ استفاده از روش برنامه ریزی فازی جهت یافتن بهترین ترکیب عوامل کنترلی تاثیر گذار ۱۱۴

۳ – ۱۹ تحقیقات و پژوهش های صورت گرفته در زمینه استفاده از شبکه های عصبی فازی ۱۱۹

۳ – ۱۹ – ۱ پیش بینی عوامل موثر بر قیمت طلا ۱۱۹

۳ – ۱۹ – ۲ مدل سازی پیش بینی قیمت سهام ۱۲۰

۳ – ۱۹ – ۳ مدل سازی پیش بینی با استفاده از شبکه عصبی – فازی : قیمت نفت ۱۲۱

۳ – ۱۹ – ۴ مدلسازی پیش بینی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده بندی فیفا با استفاده از شبکه های عصبی فازی ۱۲۱

۳ – ۱۹ – ۵ برنامه ریزی تعمیرات و نگه داری پیش گویانه ایستگاه های گاز با رویکرد PCA و شبکه های عصبی فازی ۱۲۱

نتیجه گیری **۱۲۲**

منابع و مراجع **۱۲۳**

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

فهرست اشکال و جداول

فصل اول

شکل ۱-۱ ..... ۳۱

شکل ۱-۲ : تابع تعلق برای "کمتر"، ۳۲

شکل ۱-۳ ساختار اصلی سیستم های فازی خالص ۳۳

شکل ۱-۴ ساختار اصلی سیستم فازی TSK ۳۴

شکل ۱-۵ ساختار اصلی سیستم های فازی با فازی ساز و غیر فازی سا ز ۳۵

شکل ۱-۶ سیستم فازی به عنوان کنترل کننده حلقه باز ۴۰

شکل ۱-۷ سیستم فازی به عنوان کنترل کننده حلقه بسته ۴۰

فصل دوم.

شکل ۲-۱ تصویر شبکه عصبی ۵۶

شکل ۲-۲ تصویر ساده ای از یک نرون مصنوعی ۶۲

شکل ۲-۳ تصویر یک نرون مصنوعی همراه با محاسبات ریاضی ۶۴

شکل ۲-۴ شبکه عصبیfeed forward ۶۵

شکل ۲-۵ تصویر میدان مین دو بعدی ۷۳

شکل ۲-۶ خروجی تابعsigmoid ۷۴

فصل سوم.

شکل ۳-۱ ساختار سامانه استنتاج تطبیقی عصبی – فازی (ANFIS) ۹۹

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

شکل ۳-۲ فلوچارت رویکرد پیشنهادی تنظیم پارامترهای یک شبکه عصبی مصنوعی ۱۰۴

شکل ۳-۳ نمودار طرح باکس – بنکن برای ۳ عامل کنترلی ۱۰۶

شکل ۳-۴ تابع عضویت تابع ۱۰۷

شکل ۳-۵ نمودار سطح تابع مورد استفاده مربوط به معادله (۷) ۱۰۹

شکل ۳-۶ نمودار سطح خروجی شبکه عصبی مصنوعی نسبت به ورودی ها ۱۱۶

شکل ۳-۷ روش کلی تنظیم پارامترهاس شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۱۱۷

شکل ۳-۸ مقایسه نتایج پیش بینی شبکه های عصبی فازی و مقادیر واقعی رگرسیونی ۱۲۰

شکل ۳-۹ معماری شبکه عصبی فازی ۱۲۰

جدولها

جدول ۳-۱ مطالعات تنظیم پارامترهای شبکه عصبی ۱۰۲

جدول ۳-۲ معیارهای عملکرد شبکه عسبی مصنوعی ۱۰۴

جدول ۳-۳ عوامل کنترلی و سطوح آنها در آزمایشات ۱۰۵

جدول ۳-۴ وزن متغیرهای پاسخ ۱۱۱

جدول ۳-۵ آزمایشات طراحی شده با روش باکس – بنکن ۱۱۱

جدول ۳-۶ مقدار پارامتر تبدیل و ضریب متناظر با آن ۱۱۲

جدول ۳-۷ مقدار بهینه هر تابع هدف و مقدار توابع هدف سایر متغیرها ۱۱۴

جدول ۳-۸ مقدار بهینه عاملهای کنترلی ۱۱۶

جدول ۳-۹ نتایج آزمایشات در شرایط بهینه رویکرد پیشنهاد ... ۱۱۶

جدول ۳-۱۰ حدود بالا و پایین تعیین شده برای متغیر های پاسخ ۱۱۸

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

مقدمه

جهان هستی ودنیایی که در آن زندگی میکنیم ،یک دنیای پویا و در حال تغییر است وبشر به سمتی حرکت میکند که بتواند نقشی مهم در این پویایی ایفا کند . چیزی که زمانی خارق العاده مینمود،اینک وسیله ای عادی به شمار می آید . ۲۰سال پیش کامپیوتر برای اغلب مردم ماشینی مرموز و سرس محسوب میشد . حتی مفاهیم ابتدایی کامپیوتر را عده ی کمی از مردم درک می کردند و بیشتر افراد با نوعی سوء ظن و بد گمانی به آن مینگریستند .

در کمتر ازدو دهه کامپیوتر وارد جریان اصلی زندگی شخصی و حرفه ای مردم شده و اجتماع ما را به شدت دگرگون کرده است . همچنانکه قدرت و سرعت کامپیوتر افزایش می یابد اثر آن در آینده به مراتب بیشتر از امروز خواهد بود. هرچه انسان بیشتر با کامپیوتر آشنا شوند،کامپیوتر نیز بیشتر با آنها خو خواهد گرفت . به کارگیری هوش مصنوعی خدماتی را به جامعه ما ارائه خواهد کرد که از تصور نویسندگانی علمی_ تخیلی امروز هم خارج است.

به جرات می توان گفت که ایده اولیه طراحی و ساخت یک ماشین محاسب یا همان کامپیوتر پیاده سازی ویژگی های شگفت انگیز مغز انسان در یک سیستم مصنوعی بوده است.

در دهه های اخیر شاهد حرکتی مستمر از تحقیقات صرفاً تئوری به تحقیقات کاربردی ویژه در پردازش اطلاعات برای مسائلی که یا برای آنها راه حلی موجود نیست و یا به راحتی قابل حل نیستند، بوده ایم.باعنایت به این رویداد،علاقه فزاینده ای در توسعه تئوریک سیستم های دینامیکی هوشمند مدل آزاد مبتنی بر داده های تجربی هستند ایجاد شده است ."شبکه های عصبی مصنوعی" جزء این دسته از سیستم های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده های تجربی دانش یا قانون نحفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل میکنند . به همین خاطر به این سیستم ها "هوشمند" میگویند چرا که بر اساس محاسبات روی داده های عددی یا

www.Prozhe.com

مثالها،قوانین کل را فرا میگیرند . این سیستم ها مبتنی بر هوش محاسباتی ،سعی در مدلسازی ساختار نرو . سیناپتیکی مغز بشر دارند .

بسیارند محققینی که طی سالها در زمینه پیاده سازی ویژگی های شگفت انگیز مغز در یک سیستم مصنوعی(سیستم دینامیکی ساخت دست بشر) فعالیت کرده اند،لیکن نتیجه این تلاش ها صرف نظر از یافته های ارزشمند، باور هرچه بیشتر این اصل بوده است که "مغز بشر دست نیافتنی است" با تاکید بر این نکته که گذشته از متا فیزیک،دور از دسترس بودن ایده ال "هوش طبیعی" رامیتوان با عدم کفایت دانش موجود بشر از فیزیولوژی عصبی پذیرفت،باید اذعان داشت که عالی بودن هدف و کافی نبودن دانش موجود، خود سبب انگیزش پژوهش های بیشتر در این زمینه بوده و خواهد بود .آنچه که ممکن است مورد سوال باشد این است که در آینده چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ مثلا در ده سال آینده شبکه های عصبی جایگاه خاصی به عنوان یک ابزار علمی و مهندسی خواهند یافتبا بالعکس دچار کمرنگی شده و کمتر مطرح خواهند شد؟آنچه که میتوان در حال حاضر گفت آن است که شبکه های عصبی جایگاه مهمی خواهند داشت، نه به عنوان یک جواب و راه حل برای هر مسئله، بلکه به عنوان یک ابزار علمی که بتواند برای راه حل های خاص و مناسب مورد استفاده قرار گیرد .همچنین باید به خاطر بسپاریم که در حال حاضر اطلاعات موجود درباره عملکرد مغز بسیار محدود است . مهمترین پیشرفت ها در شبکه عصبی در آینده مطرح خواهند شد،چرا که انتظار داریم اطلاعات بیشتری از چگونگی عملکرد مغز و نرون های بیولوژیک به دست آوریم .

جزئیات بیشتر را می توانید با مطالعه متن متوجه شوید ، امید است که این اثر مورد توجه استاد گرامی و دانشجویان محترم قرار گیرد .

تاریخچه

جهان خاکستری است اما علم سیاه و سفید است . ما درباره صفرها و یک ها صحبت می کنیم اماحقیقت چیزی بین آنهاست . جملات و بیانهای منطق سوری و برنامه ریزی رایانه همگی به شکل درست یا نادرست ، یک یا صفر هستند. اما بیانهای مربوط به جهان واقعی متفاوتند . هر نوع بیان واقعیت یکسره درست یا نادرست نیست. حقیقت آنها چیزی بین درستی کامل و نادرستی کامل است . چیزی بین یک و صفر ، یعنی مفهومی چندارزشی و یا خاکستری . حال فازی چیزی بین سیاه و سفید ، یعنی خاکستری است" (بارت کاسکو)".

در فارسی، فازی به نامهای مشکک و شولای نیز ترجمه شده است. شاید این مثال از پروفسور زاده جالب باشد:

"منطق کلاسیک شبیه شخصی است که با یک لباس رسمی مشکی ، بلوز سفیدآهاردار، کروات مشکی ، کفش های براق و غیره به یک مهمانی رسمی آمده است و منطق فازی تا اندازه ای شبیه فردی است که با لباس غیررسمی ، شلوارجین ، تی شرت و کفشهای پارچه ای آمده است. این لباس را درگذشته نمی پذیرفتند. اما امروز، جور دیگری است ."در سال ۱۹۶۵ ، ایرانی تباری بنام پروفسور لطفی عسگرزاده ، معروف به زاده ، استاد دانشگاه برکلی آمریکا، در مجله اطلاعات و کنترل ، مقاله ای تحت عنوان Fuzzy Sets منتشر ساخت و این مقاله مبنای توسعه و ترویج این نظریه به جهان شد . مدتها بودکه او با نظریه سیستمها سروکار داشت و ملاحظه می کرد که هر چه پیچیدگی یک سیستم بیشترشود حل و فصل آن بوسیله ریاضیات رایج ، مشکل تراست ولذا به ریاضیات دیگری برای حل این مشکل نیاز است این ریاضیات باید بتواند ابهام موجود در پیچیدگی یک سیستم را مدل سازی کند و بامحاسبات خودآن راتحت کنترل و نظارت درآورد ورفتارآن را پیشگویی کند وبالاخره درسال ۱۹۶۵به این موفقیت دست یافت. اولین دانشجویی که درجهان رسماً دوره دکتری خودرادراین رشته درسال ۱۹۷۲ میلادی زیرنظرآقای پروفسورزاده به اتمام رسانید مرحوم ولی ا...طحانی بودکه روحش شاد وقرین رحمت باد. ایشان اولین کسی بود که در ایران به تحقیق فازی پرداخت اما نهال این رشته

علمی و ادبیات آن درایران و در دانشگاه کرمان درسال ۱۳۶۶ کاشته شد همچنین اولین فارغ التحصیل دکتری ریاضی ایران در رشته جبرفازی بود.

منطق فازی بویژه درصنعت کاربردهای فراوان پیداکرده است. مثلا در سیتمهای خبره ، سیستمهای پایگاه داده ها و بازیافت اطلاعات ، تشخیص الگو و خوشه بندی ، سیستمهای رباتیک ، فرآوری تصویر و سیگنالها ، تشحیص صدا ، تجزیه و تحلیل ریسک ، کنترل ، شبکه های عصبی، منطق ، تحقیق درعملیات ، شبیه سازی ، ریاضیات ، آمار، شیمی ، محاسبات نرم ، هوش مصنوعی ، تجزیه وتحلیل داده ها، اکولوژی ، اقتصاد ،کشاورزی به وفور یافت می شود . امروزه تئوری فازی در پروژه های چند منظوره نقش اساسی را بازی می کند . این موضوع مخصوصاً در رابطه با پروژه های چند منظوره سیستم های هوشمند صادق است . این سیستم ها دست ساخته انسان قادر به حل مسائل پیچیده همانند رفتار انسان بطریق هوشمند می باشند . در اینگونه پروژه ها ، معمولاً تئوری فازی با محاسبات شبکه های عصبی ، الگوریتم ژنتیک و سایر متدهای پیش رفته ترکیب و تلفیق می گردند.

ساختار Adaptive Network Based Fuzzy Inference System(ANFIS) که در سال 1993ارائه شد، حاصل تلفیق شبکه های عصبی تطبیقی و منطق فازی است که با به کارگیری فرآیند یادگیری هایبرید، میتوان پارامترهای آن را برای مدلسازی سیستمها براساس دادههای ورودی_خروجی موجود تنظیم نمود.

ساختارهایی که پیش از سال 1993 ارائه شده-قابلیت تطبیق کمتری داشتند . پس از ANFIS، در مقایسه باسال 1993 نیز ساختارهای فازی-عصبی متنوعی ارائه شدند که از مهمترین آنها میتوان به شبکه فازی-عصبی تحویلپذیر سیستم فازی-عصبی پویای تحویلپذیر ،SAFIN، GenSoFNN هستند .

فصل اول :

منطق فازی

www.Prozhe.com

۱ - ۱مقدمه ای بر منطق فازی

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط دانشمند ایرانی به نام لطفعلی عسگرزاده که جامعه بین الملل به نام پروفسور لطفی زاده از ایشان یاد میکند، ارائه شد. وی پس از پایه گذاری تئوری «مجموعه فازی»، در زمینه کاربردهای این تئوری در حافظه مصنوعی، زبان شناسی، منطق، نظریه تصمیم ها، نظریه کنترل، سیستم های خبره و شبکه‌های اعصاب، تحقیقات گسترده‌ای نمود. در حال حاضر، تحقیقات پروفسور لطفی زاده در زمینه منطق فازی نرم رایانه‌ای، محاسبات رایانه‌ای بر مبنای کلمات، نظریه رایانه‌ای ادراک و زبان طبیعی است. وی در یک مقالهٔ علمی کلاسیک که در سال ۱۹۶۵ به چاپ رسید، مفهوم «مجموعه فازی»، را که اساس نظریه تجزیه و تحلیل سیستم های پیچیده است، معرفی نمود که در آن «زبان طبیعی» به جای متغیرهای عددی برای تشریح رفتار و عملکرد سیستم ها به کار می-رود. پس از معرفی مجموعه فازی، بیش از ۱۵۰۰۰ مقاله علمی توسط دانشمندان جهان درباره منطق فازی و کاربردهای گسترده آن در نشریه‌های علمی منتشر گردید و حدود ۳۰۰۰ درخواست ثبت اختراع در این زمینه در کشورهای مختلف جهان به عمل آمده است. پس از آن لطفی زاده به پژوهش های خود در زمینه مجموعه فازی ادامه داد تا آنکه در سال ۱۹۷۳، در یک مقاله کلاسیک دیگر با عنوان «شرحی بر دیدی نو در تجزیه و تحلیل سیستم های پیچیده و فرایندهای تصمیم‌گیری» مفهوم استفاده از متغیرهای زبانی را در سیستم های حافظه و کنترل مطرح کرد. این مقاله اساس فناوری کنترل بر مبنای منطق فازی است که در آینده اثرهای عمیق در طراحی سیستم های کنترل هوشیار خواهد داشت. گرچه منطق فازی کاربردی بسیار وسیع‌تر از منطق متداول دارد، ولی پرفسور لطفی‌زاده معتقد است منطق فازی اکسیر و نوشدارو نیست. وی میگوید: **"کارهای زیادی هست که انسان می‌تواند به آسانی انجام دهد، در حالی که رایانه‌ها و سیستم های منطقی قادر به انجام آن ها نیستند."**

منطق فازی که در سال ۱۹۶۵ توسط دانشمند ایرانی، پروفسور لطفی زاده به جهان عرضه شد، در تقابل با منطق دو ارزشی ارسطویی، ابهام را به عنوان بخشی از سیستم پذیرفته و بر مفاهیم مبهم و نامعیّن دلالت میکند. در شرایطی که ماشین قادر به درک مفاهیم کیفی ـ که به راحتی برای انسان قابل فهم است ـ نیست، منطق فازی شیوه تفکر انسان را به فناوری منتقل می کند. از منطق فازی در بسیاری از شاخه های علوم از جمله «مدیریت اطلاعات» استفاده می‌شود. در سال ۱۹۷۵، با انتشار مقاله هایی به زبان فرانسه در مورد جستجوی اطلاعات در شرایط فازی، این واژه به طور رسمی وارد ادبیات کتابداری و اطلاع رسانی شد. طبق اطلاعات ثبت شده در بانک اطلاعاتی LISA، بخش عمده ای از آنچه تاکنون در خصوص منطق فازی و مدیریت اطلاعات منتشر

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

شده، بر ذخیره و بازیابی اطلاعات تمرکز داشته است. پس از آن، بیشترین کاربرد این مقوله به ترتیب در سازماندهی و فراهم آوری اطلاعات بوده است. اکنون برای تضمین امنیت شبکه های اطلاعاتی، از منطق فازی بهره برداری می شود. در برخی زمینه ها مانند مستندسازی و مدیریت رکوردها نیز تاکنون پژوهشی با موضوع فازی به انجام نرسیده است. در سالهای اخیر، رویکرد عمده این بحث به سمت نظام های خبره و هوش مصنوعی سوق یافته است. به نظر می‌رسد برای حل بسیاری از گره‌های موجود در حوزه مدیریت اطلاعات، میتوان از منطق فازی کمک گرفت .

www.Prozhe.com

- از جمله مفاهیمی که از دل منطق یا تفکر فازی بیرون آمده، نظریه مجموعه های فازی است. با بسط این نظریه می توان توضیحات دقیقتری در خصوص منطق فازی ارائه کرد. مجموعه هایی از اعداد را در نظر میگیریم. مثلاً «مجموعه اعداد بزرگتر از ۳ بر روی تاس». یعنی: A{۴ ، ۵ ، ۶}: در این مجموعه عدد ۴ هست، ولی عدد ۳ نیست. حال «مجموعه اعداد بزرگ بر روی یک تاس» را در نظر می‌گیریم. عدد ۴ در این مجموعه هست؟ در حقیقت، نمیتوان با قاطعیت وجود یا نبودِ وجود ۴ را در این مجموعه پذیرفت. چنین مجموعه‌ای یک مجموعه فازی است.

بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه‌های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک و باینری تبعیت می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می‌کند. به این ترتیب که یک عنصر می‌تواند تا درجاتی - و نه کاملاً - عضو یک مجموعه باشد. مثلاً این جمله که <آقای الف به اندازه هفتاددرصد عضو جامعه بزرگسالان است > از دید تئوری مجموعه‌های فازی صحیح است. در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع (u(x مشخص می‌شود که x نمایانگر یک عضو مشخص و u تابعی فازی است که درجه عضویت x در مجموعه مربوطه را تعیین می‌کند و مقدار آن بین صفر و یک است.

چنانکه قبلاً گفته شد، در منطق کلاسیک یا دو ارزشی، اشیا در یک مجموعه دو حالت می پذیرند: تعلق و عدم تعلق، یا به زبان ریاضی صفر و یک. اما در منطق فازی، درجه عضویت هر شیء می‌تواند عددی بین صفر و یک را بپذیرد. به عنوان مثال، اگر قد علی ۱۸۵ سانتیمتر باشد و بخواهیم ببینیم علی بلند قد است یا نه، در منطق ارسطویی دو حالت داریم: یا علی «بلند است» یا «بلند نیست». اما در منطق فازی، قد علی ممکن است »تا حدودی بلند» باشد. در این منطق، به قد علی عددی بین صفر و یک نسبت می دهیم .مثلاً می‌گوییم او به اندازه ۸/. متعلق به بلندقدهاست. اما اگر قد وی ۲۰۰ سانتیمتر باشد، او را کاملاً بلند قد میدانیم و می گوییم: او به اندازه ۱ متعلق به بلند قدهاست. بر همین اساس، یک انسان در نور کافی قادر به درک میلیون ها رنگ است، ولی یک روبات چگونه می‌تواند این تعداد رنگ را تشخیص دهد؟ حال اگر بخواهیم روباتی طراحی کنیم که بتواند رنگ ها

را تشخیص دهد، از منطق فازی کمک میگیریم و با اختصاص اعدادی به هر رنگ، آن را برای روبات طراحی شده، تعریف می کنیم.

از جمله مفاهیمی که از دل منطق یا تفکر فازی بیرون آمده، نظریه مجموعه های فازی است. با بسط این نظریه می توان توضیحات دقیقتری در خصوص منطق فازی ارائه کرد. مجموعه هایی از اعداد را در نظر میگیریم. مثلاً «مجموعه اعداد بزرگتر از ۳ بر روی تاس». یعنی: A{۴، ۵، ۶}: در این مجموعه عدد ۴ هست، ولی عدد ۳ نیست. حال «مجموعه اعداد بزرگ بر روی یک تاس» را در نظر می‌گیریم. عدد ۴ در این مجموعه هست؟ در حقیقت، نمیتوان با قاطعیت وجود یا نبودِ وجود ۴ را در این مجموعه پذیرفت. چنین مجموعه‌ای یک مجموعه فازی است.

بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه‌های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک و باینری تبعیت می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می‌کند. به این ترتیب که یک عنصر می‌تواند تا درجاتی - و نه کاملاً - عضو یک مجموعه باشد. مثلاً این جمله که <آقای الف به اندازه هفتاددرصد عضو جامعه بزرگسالان است > از دید تئوری مجموعه‌های فازی صحیح است. در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع u(x) مشخص می‌شود که x نمایانگر یک عضو مشخص و u تابعی فازی است که درجه عضویت x در مجموعه مربوطه را تعیین می‌کند و مقدار آن بین صفر و یک است.

چنانکه قبلاً گفته شد، در منطق کلاسیک یا دو ارزشی، اشیا در یک مجموعه دو حالت می پذیرند: تعلق و عدم تعلق، یا به زبان ریاضی صفر و یک. اما در منطق فازی، درجه عضویت هر شیء می‌تواند عددی بین صفر و یک را بپذیرد. به عنوان مثال، اگر قد علی ۱۸۵ سانتیمتر باشد و بخواهیم ببینیم علی بلند قد است یا نه، در منطق ارسطویی دو حالت داریم: یا علی «بلند است» یا «بلند نیست». اما در منطق فازی، قد علی ممکن است »تا حدودی بلند» باشد. در این منطق، به قد علی عددی بین صفر و یک نسبت می دهیم .مثلاً می‌گوییم او به اندازه ۸/. متعلق به بلندقدهاست. اما اگر قد وی ۲۰۰ سانتیمتر باشد، او را کاملاً بلند قد میدانیم و می گوییم: او به اندازه ۱ متعلق به بلند قدهاست. بر همین اساس، یک انسان در نور کافی قادر به درک میلیون ها رنگ است، ولی یک روبات چگونه می‌تواند این تعداد رنگ را تشخیص دهد؟ حال اگر بخواهیم روباتی طراحی کنیم که بتواند رنگ ها را تشخیص دهد، از منطق فازی کمک میگیریم و با اختصاص اعدادی به هر رنگ، آن را برای روبات طراحی شده، تعریف می کنیم.

www.Prozhe.com

۱ – ۲ مقدمه ای بر چیستی منطق فازی

مفاهیم بسیاری پیرامون ما وجود دارد که آنها را در قالب عبارت های مختلف در بیان مسائل روزانه خود به کار می‌بریم. وقتی می گوییم «هوا خوب است»، در واقع هیچ کمیّتی برای خوب بودن هوا نداریم تا آن را اندازه بگیریم و این خوب بودن کاملاً یک مفهوم کیفی است. در واقع، مغز انسان با در نظر گرفتن عوامل گوناگون و بر پایهٔ تفکر استنتاجی، جمله هایی را تعریف و ارزش گذاری میکند که الگوبندی آن ها به زبان و فرمول های ریاضی اگر ناممکن نباشد، کاری بسیار پیچیده خواهد بود. «منطق فازی» بر آن است بر این مفاهیم غیردقیق و کیفی دلالت کند. **منطق یا تئوری فازی «یک نوع منطق است که روش های نتیجه گیری در مغز بشر را جایگزین میکند»** . در جهان واقع نیز آدمی بسیاری از مفاهیم را به صورت فازی (به معنای غیردقیق و مبهم) درک می کند و به کار می بندد. هرچند کلمات و مفاهیمی همچون «گرم، سرد، بلند، کوتاه، پیر، جوان» و نظایر آن ها به عدد خاص و دقیقی اشاره ندارند، ذهن انسان با سرعت و انعطاف پذیری شگفت آوری همه را می فهمد و در تصمیم ها و نتیجه‌گیری های خود، به شمار می آورد. این در حالی است که ماشین فقط اعداد را می‌فهمد و ماهیتاً دقیق است.

می‌پرسم <هوا ابری است یا آفتابی؟> پاسخ می‌دهی: نیمه‌ابری. می‌پرسم <آیا همه آنچه که دیروز به من گفتی، راست بود؟> پاسخ می‌دهی: بیشتر آن حقیقت داشت. ما در زندگی روزمره بارها از منطق فازی استفاده می‌کنیم. واقعیت این است که دنیای صفر و یک، دنیایی انتزاعی و خیالی است. به ندرت پیش می‌آید موضوعی صددرصد درست یا صددرصد نادرست باشد؛ زیرا در دنیای واقعی در بسیاری از مواقع، همه‌چیز منظم و مرتب سرجایش نیست. از نخستین روز تولد اندیشه فازی، بیش از چهل سال می‌گذرد. در این مدت نظریه فازی، چارچوب فکری و علمی جدیدی را در محافل آکادمیک و مهندسی معرفی نموده و دیدگاه دانشمندان را نسبت به کمّ و کیف دنیای اطراف ما تغییر داده است. منطق فازی جهان‌بینی بدیع و واقع‌گرایانه‌ای است که به اصلاح شالوده منطق علمی و ذهنی بشر کمک شایانی کرده است.

منطق کلاسیک یا ارسطویی، تنها دو حالت برای موقعیت های مختلف قایل است: سیاه و سفید؛ آری و نه؛ روشن و تاریک؛ صفر و یک؛ درست و غلط، حال آنکه قایلان به تفکر فازی معتقدند ابهام در ماهیت علم است؛ یعنی همان‌طور که این ابهام ها در ذهن بشر وجود داشته و بشر با درک و توجه به آن ها در ذهن خود پدیده ها را تغییر و مدلسازی می کند، منطق فازی نیز سعی دارد مدل هایی ارائه دهد که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم ارائه کند. قوانین علمی گذشته، مثل ریاضیات، فیزیک، و مکانیک نیوتونی،

www.Prozhe.com

همه بر اساس همین منطق دو ارزشی استوار شده اند، اما بدیهی است که ذهن ما کارهایش را با منطق دیگری انجام می‌دهد و تصمیم هایش را می‌گیرد. **با کمک منطق فازی میتوان شیوه تفکر انسان را به فناوری منتقل کرد.**

۱ – ۳ مثالی از منطق فازی در زندگی روزمره:

تصور کنید یک روز مطلع می‌شوید، نمایشگاه پوشاکی در گوشه‌ای از شهر برپا شده است و تصمیم می‌گیرید، یک روز عصر به اتفاق خانواده سری به این نمایشگاه بزنید. چون محل نمایشگاه کمی دور است، از اتومبیل استفاده می‌کنید، اما وقتی به محل نمایشگاه می‌رسید، متوجه می‌شوید که عده زیادی به آنجا آمده‌اند و پارکینگ نمایشگاه تا چشم کار می‌کند، پر شده است. اما چون حوصله صرف وقت برای پیدا کردن محل دیگری جهت پارک اتومبیل ندارید، با خود می‌گویید > :هر طور شده باید جای پارکی در این پارکینگ پیدا کنم <.سرانجام در گوشه‌ای از این پارکینگ محلی را پیدا می‌کنید که یک ماشین به طور کامل در آن جا نمی‌شود، اما با کمی اغماض می‌شود یک ماشین را در آن جای داد، هرچند که این ریسک وجود دارد که فضای عبور و مرور دیگر خودروها را تنگ کنید و آن‌ها هنگام حرکت به خودرو شما آسیب برسانند. اما به هرحال تصمیم می‌گیرید و ماشین خود را پارک می‌کنید. بسیارخوب! اکنون بیایید بررسی کنیم شما دقیقاً چه کار کردید؟ شما دنبال جای توقف یک اتومبیل می‌گشتید. آیا پیدا کردید؟ هم بله، هم نه. شما در ابتدا می‌خواستید ماشین را در جای مناسبی پارک کنید. آیا چنین عملی انجام دادید؟ از یک نظر بله، از یک دیدگاه نه. در مقایسه با وقت و انرژی لازم برای پیدا کردن یک مکان راحت برای توقف خودرو، شما جای مناسبی پیدا کردید. چون ممکن بود تا شب دنبال جا بگردید و چنین جایی را پیدا نکنید. اما از این نظر که اتومبیل را در جایی پارک کردید که فضای کافی برای قرارگرفتن ماشین شما نداشت، نمی‌توان گفت جای مناسبی است .اگر به منطق کلاسیک در علم ریاضیات مراجعه کنیم و این پرسش را مطرح نماییم که قبل از ورود به پارکینگ چند درصد احتمال می‌دادید جایی برای پارک‌کردن پیدا کنید، پاسخ بستگی به این دارد که واقعاً چه تعداد مکان مناسب (فضای کافی) برای توقف خودروها در آنجا وجود داشت؟ اگر به حافظه خود رجوع کنید، شاید به یاد بیاورید که هنگام ورود به پارکینگ و چرخیدن در قسمت‌های مختلف آن، گاهی خودروهایی را می‌دیدید که طوری پارک کرده‌اند که مکان یک و نیم خودرو را اشغال کرده‌اند. بعضی دیگر نیز کج و معوج پارک کرده بودند و این فکر از ذهن شما چندبار گذشت که اگر صاحب بعضی از این خودروها درست پارک کرده بودند، الان جای خالی برای پارک کردن چندین ماشین دیگر هم وجود داشت .

به این ترتیب علم ریاضیات و آمار و احتمال در مواجهه با چنین شرایطی قادر به پاسخگویی نیست. اگر قرار بود بر اساس منطق صفر و یک یا باینری کامپیوتر، روباتی ساخته شود تا اتومیبل شما را در یک مکان مناسب پارک کند، احتمالش کم بود. چنین

روباتی به احتمال زیاد ناکام از پارکینگ خارج می‌شد. پس شما با چه منطقی توانستید اتومبیل خود را پارک کنید؟ شما از **منطق فازی** استفاده کردید.

۱ – ۴ چرا سیستم فازی؟

واژه (فازی)در فرهنگ لغت آکسفورد به صورت (مبهم ، نادقیق،گنگ،مغشوش و نامشخص) تعریف شده است . سیستم های فازی سیستم هایی هستند با تعریف دقیق و کنترل فازی نوع خاص از کنترل غیر خطی میباشد که آن هم تعریف میگردد. این مطلب مشابه کنترل و سیستم های خطی میباشد که واژه (خطی) یک صفت فنی بوده که حالت و وضعیت سیستم و کنترل را مشخص میکند . چنین چیزی در مورد واژه(فازی) نیز وجود دارد. گرچه سیستم های فازی پدیده های غیر قطعی و نامشخص را توصیف میکنند با این حال خود تئوری فازی یک تئوری دقیق می باشد . دو نوع توجیه بزای سیستم های فازی وجود دارد:

- دنیای واقعی ما بسیار پیچیده تر از آن است که بتوان یک توصیف و تعریف دقیق برای آن بدست آورد بنابراین باید یک توصیف تقریبی یا همان فازی که قابل قبول و قابل تجزیه و تحلیل باشد برای یک مدل معرفی کرد .
- با حرکت ما به سوی عصر اطلاعات دانش و معرفت بشری بسیار اهمیت پیدا میکند . بنابراین ما به فرضیه ای نیاز داریم که بتوان دانش بشری را به شکل سیستماتیک فرموله کرده و آنرا به همراه سایر مدلهای ریاضی در سیستم های مهندسی قرار دهد .

توجیه اول گرچه درست است با این حال طبیعت واحدی را برای تئوری سیستم های فازی مشخص نمیکند . در حقیقت تمامی نظریه های علوم مهندسی دنیای واقعی را به شکلی تقریبی توصیف میکنند. به عنوان مثال در عالم واقع تمتمی سیستم های خطی می باشد . یک تئوری مهندسی خوب از یک سو باید بتواند مشخصه های اصلی و کلیدی دنیای واقعی را توصیف کرده و از سویی دیگر قابل تجزیه و تحلیل ریاضی باشد . بنابراین از این جنبه، تئوری فازی تفاوتی باسایر تئوری های علوم مهندسی ندارند .

توجیه دوم مشخصه واحدی از سیستم های فازی را توصیف کرده و وجودی تئوری سیستم های فازی را به عنوان یک شاخصه مستقل در علوم مهندسی توجیه میکند . به عنوان یک قاعده کلی یک تئوری مهندسی خوب باید قادر باشد از تمامی اطلاعات موجود به نحو موثری استفاده کند .

www.Prozhe.com

در سیستم های عملی اطلاعات مهم از دو منبع سر چشمه میگیرند. یکی از منابع افراد خبره میباشند که دانش و آگاهیشان را در مورد سیستم با زبان طبیعی تعریف میکنند . منبع دیگر اندازی گیری ها و مدل های ریاضی هستند که از قواعد فیزیکی مشتق شده اند . بنابراین یک مسئله مهم ترکیب این دو نوع اطلاعات در طراحی سیستم ها است . برای انجام این ترکیب سوال کلیدی آن است که چگونه میتوان دانش بشری را به یک فرمول ریاضی تبدیل کرد . اساساًآنچه که یک سیستم فازی انجام میدهد همین تبدیل است . برای اینکه بدانیم این تبدیل چگونه صورت میگیرد ابتدا باید بدانیم سیستم های فازی چگونه سیستم هایی هستند .

۱ – ۵ سیستم های فازی چگونه سیستم هایی هستند؟

سیستم های فازی سیستم های مبتنی بر دانش یا قواعد میباشند . قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد **اگر – آنگاه** فازی تشکیل شده است . یک قاعده **اگر – آنگاه** فازی یک عبارت **اگر – آنگاه** بوده که بعضی کلمات آن بوسیله توابع تعلق پیوسته مشخص شده اند . بعنوان مثال عبارت فازی زیر را در نظر بگیرید : اگر سرعت اتومبیل بالاست آنگاه نیروی کمتری به پدال گاز وارد کنید .

که کلمه بالا و کم بوسیله توابع تعلق نشان داده شده در شکل زیر مشخص شده اند. یک سیستم فازی از مجموعه ای از قواعد **اگر – آنگاه** فازی ساخته میشود . به دو مثال توجه کنید :

مثال ۱-۱: میخواهیم کنترل کننده ای طراحی کنیم که سرعت اتومبیل را به طور خودکار کنترل کند.

به طور کلی دو راه حل برای طراحی چنین کنترل کننده ای وجود دارد یک راه حل استفاده از کنترل کننده های متعارف نظیرPID بوده و ره حل دوم شبیه سازی رفتار رانندگان است بدین معنی که قواعدی که راننده در حین حرکت استفاده میکند را به کنترل کننده خودکار تبدیل نماییم . ما راه حل دوم را در نظر میگیریم . در صحبتهای عامیانه راننده ها در شرایط طبیعی از سه قاعده زیر در حین رانندگی استفاده میکنند:

۱.۲- اگر سرعت پایین است،**آنگاه** نیروی بیشتری به پدال گاز وارد کنید .

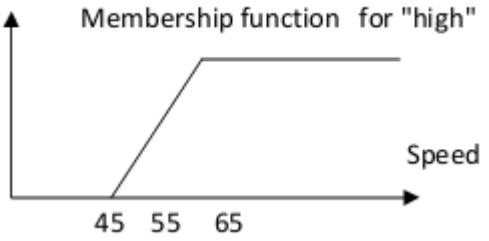
۱.۳- اگر سرعت متوسط است **آنگاه** نیروی متعادلی به پدال گاز وارد کنید .

www.Prozhe.com

۱.۴- اگر سرعت بالا است آنگاه نیروی کمتری به پدال گاز وارد کنید .

کلمات " پایین"،"بیشتر"،"متوسط"،"متعادل"،"بالا"و "کمتر" بوسیله توابع تعلقی مشابه شکل و مشخص میشوند . البته لازم به ذکر است که در شرایط واقعی،تعداد قواعد بیشتری نیاز خواهد بود.

با این حال ما میتوانیم یک سیستم فازی را بر اساس این قواعد بسازیم . ازآنجا که سیستم فازی به عنوان کنترل کننده استفاده شده آنرا کنترل کننده فازی مینامند.



شکل ۱.۱

در مثال بالا قواعد دستورالعمل های کنترلی هستند. بدین معنی که آنچه را که یک راننده در شرایط طبیعی انجام میدهد، نشان میدهند .

نوع دیگر بشری، توصیف هایی راجع خود سیستم میباشد .

مثال ۲- فرض کنید شخصی در حال باد کردن یک بادکنک است ، او میخواهد بداند چه مقدار باد بادکنک را قبل از اینکه بترکد اضافه کند، بنابراین رابطه بین چند متغیر کلیدی بسیار مفید خواهد بود . در مورد بادکنک سه متغیر کلیدی وجود دارد: هوای داخل بادکنک ، میزان بزرگی و کوچکی و نرمی سطح بادکنک . ما میتوانیم رابطه بین این متغیرها را بوسیله قواعد فازی زیر بیان کنیم :

www.Prozhe.com

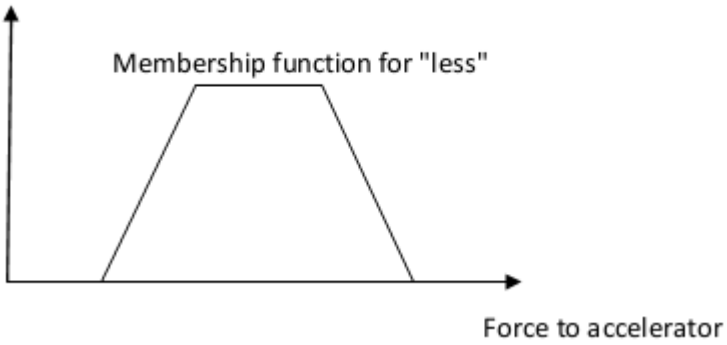
1 - **اگر** مقدار هوا کم باشد و آنرا اندکی افزایش دهیم ،**آنگاه** کشش سطح بادکنک اندکی افزایش خواهد یافت .

2 - **اگر** مقدار هوا کم باشد و آنرا خیلی افزایش دهیم ،**آنگاه** کشش سطح بادکنک خیلی افزایش خواهد یافت .

3 - **اگر** مقدارهوا زیاد باشد و آنرا اندکی افزایش دهیم ،**آنگاه** کشش سطح بادکنک بطورمتعادل افزایش خواهد یافت.

4 - **اگر** مقدار هوا زیاد باشد و آنرا خیلی افزایش دهیم ،**آنگاه** کشش سطح بادکنک بسیار زیاد افزایش خواهد یافت .

که کلمات "کم "،"اندکی"،"زیاد"و . . .بوسیله توابع تعلیقی مشابه شکلهای ۱ و ۲ مشخص میشوند . با ترکیب این قواعد در یک سیستم فازی ، ما یک مدل برای بادکنک به دست می آوریم .



شکل ۱ -۲: تابع تعلق برای "کمتر"،که محور افقی نشان دهنده نیروی اعمالی به پدال گازو محور عمودی نشان دهنده مقدار تعلق برای" کمتر"میباشد

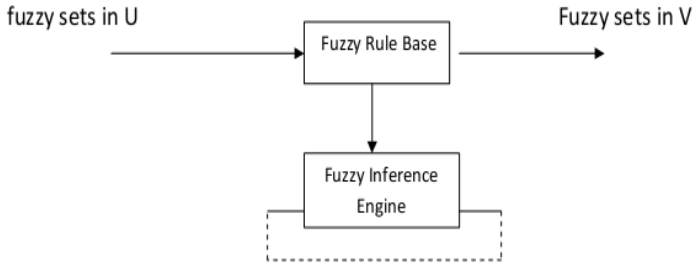
بطور خلاصه نقطه شروع ساخت یک سیستم فازی بدست آوردن مجموعه ای از قواعد **اگر– آنگاه** فازی از دانش افراد خبره یا دانش حوزه مورد بررسی میباشد . مرحله بعدی ترکیب این قواعد در یک سیستم واحد است . سیستم های فازی مختلف از اصول و روشهای متفاوتی برای ترکیب این قواعد استفاده می کنند.

www.Prozhe.com

۱ – ۶ سه سیستم فازی وجود دارد :

1) سیستم های فازی خالص
2) سیستم های فازی تاکاگی_سوگنو و کانگ(TSK)
3) سیستم های با فازی ساز و غیر فازی ساز

ساختار یک سیستم فازی خالص در شکل زیر نشان داده شده است . پایگاه قواعد فازی مجموعه ای از قواعد اگر- آنگاه فازی را نشان میدهد. بعنوان مثال ، برای کنترل کننده اتومبیل در مثال ۱ ، پایگاه قواعد فازی شامل قواعد ۱.۲ تا ۱.۴ بوده و برای مدل بادکنک مثال ۲ پایگاه قواعد فازی شامل قواعد ۱تا۴میباشد . موتور استنتاج فازی این قواعد را به یک نگاشت از مجموعه های فازی در فضای ورودی به مجموعه های فازی در فضای خروجی بر اساس اصول منطق فازی ترکیب میکند . در شکل زیر اگر خط نقطه چین وجود داشته باشد،چنین سیستمی ،سیستم فازی دینامیک نامیده میشود.



شکل ۱ - ۳: ساختار اصلی سیستم های فازی خالص

مشکل اصلی در رابطه با سیستم های فازی خالص این است که ورودی ها و خروجی های آن مجموعه های فازی میباشند(واژه هایی در زبان طبیعی) . در حالی که در سیستم های مهندسی ، ورودی ها و خروجی ها متغیرهایی با مقادیر حقیقی میباشند . برای حل این مشکل تاکاگی_سوگونو و کانگ نوع دیگری سیستم های فازی معرفی کرده اند کهورودی ها وخرو جی های آن متغیر هایی با مقادیر واقعی هستند .

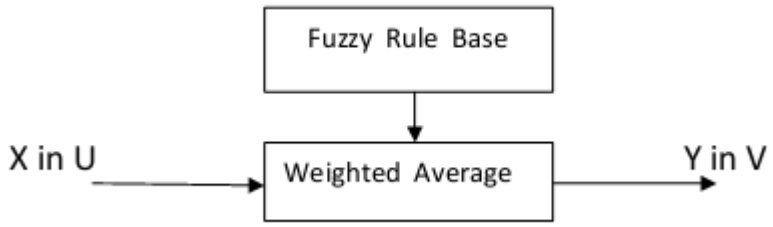
سیستم TSKبجای استفاده از قواعدی به شکل 1 از قواعدی بدین صورت استفاده میکند:

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۱.۹- اگر سرعت اتومبیل (X) بالاست، آنگاه نیروی وارد بر پدال گاز برابر است با **y=cx** که واژه "بالا" همان معنی ۱.۱ را داده و**c** یک عدد ثابت میباشد . مقایسه (۱.۹) با (۱.۱) نشان میدهد که بخش آنگاه قاعده فازی از یک عبارت توصیفی با مقادیر زبانی به یک رابطه ریاضی ساده تبدیل شده است . این تغییر ، ترکیب قواعد فازی را ساده تر میسازد .

در حقیقت سیستم فازیTSK یک میانگین وزنی از مقادیر بخشهای آنگاه قواعدی میباشد. ساختار اصلی سیستم فازی TSK در شکل زیر نشان داده شده است .



شکل ۱ – ۴ : ساختار اصلی سیستم فازی TSK

۱ – ۷ مشکلات عمده سیستم فازی TSKعبارتند از :

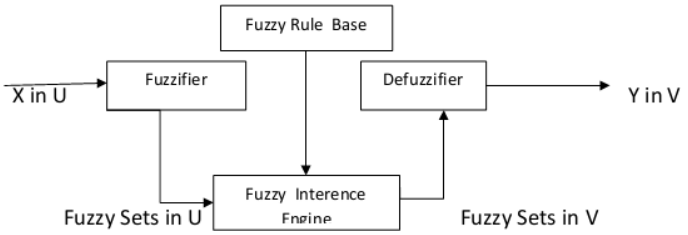
1) بخش آنگاه قاعده یک فرمول ریاضی بوده و بنابراین چهارچوبی را برای نمایش دانش بشری فراهم نمیکند .
2) این سیستم دست مارا برای اعمال اصول مختلف منطق فازی باز نمیگذارد و در نتیجه انعطافپذیری سیستم های فازی در این ساختار وجود ندارد ، برای حل این مشکلات ما از نوع سومی از سیستم های فازی یعنی سیستم های فازی با فازی سازها و غیر فازی سازها استفاده میکنیم .

به منظور استفاده از سیستم های فازی خالص در سیستم های مهندسی ، یک روش ساده اضافه کردن یک فازی ساز در ورودی که متغیر هایی با مقادیر حقیقی را به یک مجموعه فازی تبدیل کرده و یک دی فازی ساز در خروجی که مجموعه های فازی را به متغیرهایی بامقادیر حقیقی در خروجی تبدیل میکند ، میباشد . نتیجه یک سیستم فازی با فازی ساز و غیر فازی ساز بوده که در شکل ۱-۵ نشان داده شده است . این سیستم فازی معایب سیستم فازی خالص و سیستم فازیTSK را می پوشاند . از این

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

پس منظور ما از سیستم های فازی ، سیستم فازی با فازی ساز و غیر فازی ساز خواهد بود (مگر در مواردی که خلاف آن ذکر گردد)



شکل ۱ – ۵ : ساختار اصلی سیستم های فازی با فازی ساز و غیر فازی سا ز

به عنوان نتیجه گیری برای این بخش ، لازم است بر روی یک مشخصه سیستم های فازی تاکید نماییم . سیستم های فازی از یک سو نگاشت هایی بصورت چند ورودی و یک خروجی از یک بردار با مقادیر حقیقی به یک اسکالر با مقدار حقیقی بوده (نگاشت چند خروجی را می توان با ترکیب چند نگاشت یک خروجی بوجود آورد)که روابط دقیق ریاضی این نگاشت ها را می توان بدست آورد . واز سویی دیگر سیستم های فازی ، سیستم های مبتنی بر دانش بوده که از روی دانش بشری به شکل قواعد اگر – آنگاه ساخته میشوند . جنبه مهم تئوری سیستم های فازی این است که یک فرایند سیستماتیک برای تبدیل یک پایگاه دانش به یک نگاشت غیر خطی فراهم میسازد . بهمین دلیل ما قادر خواهیم بود که از سیستم های مبتی بردانش (سیستم های فازی) در کاربردهای مهندسی (نظیر کنترل ، پردازش سیگنال ، سیستم های مخابراتی و . . .) استفاده نماییم . همچنین از آنجا که ما میتوانیم از مدل های ریاضی استفاده کنیم ، در نتیجه تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم ها را میتوان بصورت یک مدل خشک ریاضی نیز انجام داد.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۱ – ۸ منطق فازی و مدیریت اطلاعات در کتابخانه

نظریه مجموعه های فازی، نقش مهمی در مدیریت اطلاعات دارد و اگرچه بیش از چهل سال از ارائه این نظریه می گذرد، نه تنها وجوه استفاده از آن کمرنگ نشده، بلکه اندک اندک به کاربرد های آن در زمینه های مختلف مدیریت اطلاعات افزوده می شود. در جهانی که همه چیز به سوی نسبیت پیش می‌رود و از قطعیت فاصله می گیرد، تمرکز بر منطق فازی که پایه و اساس آن را عدم قطعیت تشکیل می دهد، تقریباً اجتناب ناپذیر است. برای مقابله مؤثر با پیچیدگی روزافزون در بررسی، مطالعه، مدل‌سازی و حل مسائل جدید در فیزیک، مهندسی، پزشکی، زیست شناسی و بسیاری از امور گوناگون دیگر ایجاد و ابداع روش های محاسباتی جدیدی مورد نیاز شده است که بیشتر از پیش به شیوه های تفکر و تعلم خود انسان نزدیک باشد. هدف اصلی آن است که تا حد امکان، رایانه ها بتوانند مسائل و مشکلات بسیار پیچیده علمی را با همان سهولت و شیوایی بررسی و حل و فصل کنند که ذهن انسان قادر به ادراک و اخذ تصمیمات سریع و مناسب است.

به ویژه با وجود ابزارها و محمل های جدید اطلاعاتی مانند اینترنت، روز به روز با عدم قطعیت و ابهام بیشتری مواجه می شویم. در حقیقت، با فراگیر شدن رسانه های اطلاعاتی، با مخاطبان عامی مواجه هستیم که کنترل آن ها به راحتی ممکن نیست و وجود و ماهیت آنها برای سرویسدهندگان در هاله‌ای از ابهام قرار دارد. هرچند این کاربران ممکن است خواسته های مشخص و دقیقی داشته باشند، اما از آنجا که دانش آن ها در سطوح متفاوت قرار دارد و به هیچ وجه قابل اندازه گیری نیست، ذخیره، سازماندهی و شیوه های بازیابی اطلاعات باید به گونه های باشد که بتواند با درنظر گرفتن ابهامی که در سیستم وجود دارد و با کمک زبان طبیعی، پاسخگوی این خواسته ها باشد. زبان طبیعی از آن جا که به ساختار ذهنی انسان نزدیک تر بوده و توسط همه کاربران با هر سطح از توانایی و دانش قابل استفاده است، به ویژه در شرایطی که خدمات کتابخانه غیرحضوری است و امکان آموزش به استفاده کنندگان نیز وجود ندارد، در ایجاد پایگاه های اطلاعاتی و طراحی موتور های جستجو و ذخیره و بازیابی اطلاعات، بسیار مورد توجه قرار گرفته است و منطق فازی به تحقق چنین نظامی بسیار کمک می کند. به نظر میرسد در حوزه فراهم آوری و ردهبندی، منطق فازی نوپا بوده و عرصه برای پژوهش های بیشتر، خالی مانده است. اگرچه این دو حوزه به لحاظ ماهیت کار و با توجه به پژوهش های انجام شده، تا حدودی از منطق فازی دور هستند، اما به دلیل انعطاف زیادی که در نظریه مجموعه های فازی وجود دارد، این علم به باز شدن گره های موجود در این دو حوزه نیز کمک خواهد کرد. در جهان واقعیات، بسیاری از مفاهیم

www.Prozhe.com

را آدمی به صورت فازی (به معنای غیر دقیق، نا واضح و مبهم) درک می‌کند و به کار می بندد. به عنوان نمونه، هر چند کلمات و مفاهیمی همچون گرم، سرد، بلند، کوتاه، پیر، جوان و امثال این‌ها به عدد خاص و دقیقی اشاره ندارند، اما ذهن انسان با سرعت و با انعطاف پذیری شگفت آوری همه را می فهمد و در تصمیمات و نتیجه‌گیری های خود به کار می‌گیرد. این، در حالی ست که ماشین فقط اعداد را می فهمد و اهل دقّت است. اهداف شیوه های نو در علوم کامپیوتر آن است که اولاً رمز و راز این گونه توانایی ها را از انسان بیاموزد و سپس آن‌ها را تا حد امکان به ماشین یاد بدهد.

مجموعه های کتابخانه ها که امروزه کم کم از حالت سخت خارج شده و به سمت دنیای مجازی حرکت می کنند، بی شک بر بنیاد های فازی بهتر بنا شده و خدمات‌رسانی آنها نیز رضایت بخشتر خواهد بود. به ویژه در پاسخگویی به نیاز های کاربران، از آنجا که این نیازها ماهیتاً فازی بوده و از فردی به فرد دیگر ممکن است تغییر یابند، استفاده از منطق فازی، برای سامانه های اطلاعاتی این امکان را فراهم می‌سازد که با در نظر داشتن نقاط اب هام در درخواست های کاربران، دقیقترین اطلاعات موجود در پایگاه را در اختیار آنان قرار دهند. با توجه به نقش ارزندهای که منطق فازی می تواند در مدیریت اطلاعات داشته باشد، لزوم توجه به این علم در کتابداری و اطلاع رسانی، ضروری تر به نظر میرسد. اما، تسلط به نظریه های فازی و محاسبات آن اندکی دشوار بوده و به درک مفاهیم پیچیده ریاضی نیاز دارد. به همین دلیل، لازم است پژوهشگران این عرصه با مفاهیم و محاسبات ریاضی کاملاً آشنایی داشته و با درک صحیحی از این مقوله، به حل مسائل موجود در رشته با کمک منطق فازی مبادرت ورزند.

۱ – ۹ تاریخچه منطق فازی

تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی را اولین بار پرفسور لطفی‌زاده در رساله‌ای به نام (مجموعه‌های فازی - اطلاعات و کنترل)

در سال ۱۹۶۵ معرفی نمود. هدف اولیه او در آن زمان، توسعه مدلی کارآمدتر برای توصیف فرآیند پردازش زبان‌های طبیعی بود. او مفاهیم و اصلاحاتی همچون مجموعه‌های فازی، رویدادهای فازی، اعداد فازی و فازی‌سازی را وارد علوم ریاضیات و مهندسی نمود. از آن زمان تاکنون، پرفسور لطفی زاده به دلیل معرفی نظریه بدیع و سودمند منطق فازی و تلاش‌هایش در این زمینه، موفق به کسب جوایز بین‌المللی متعددی شده است. پس از معرفی منطق فازی به دنیای علم، در ابتدا مقاومت‌های بسیاری دربرابر پذیرش این نظریه صورت گرفت .

www.Prozhe.com

منطق فازی بیش از بیست سال پس از ۱۹۶۵ از درگاه دانشگاه ها به بیرون راه نیافت زیرا کمتر کسی معنای آنرا درک کرده بود. در اواسط دهه ۸۰ میلادی قرن گذشته صنعتگران ژاپنی معنا و ارزش صنعتی این علم را دریافته و منطق فازی را به کار گرفتند. اولین پروژه آنها طرح هدایت و کنترل تمام خودکار قطار زیرزمینی شهر سندای بود که توسط شرکت هیتاچی برنامه ریزی و ساخته شد. نتیجه این طرح موفق و چشم گیر ژاپنی ها به طور ساده اینگونه خلاصه می شود: آغاز حرکت نامحسوس (تکان های ظربه ای) قطار، شتاب گرفتن نامحسوس، ترمز و ایستادن نامحسوس و صرفه جویی در مصرف برق. از این پس منطق فازی بسیار سریع در تکنولوژی دستگاه های صوتی و تصویری ژاپنی ها راه یافت (از جمله نلرزیدن تصویر فیلم دیجیتال ضمن لرزیدن دست فیلم بردار). اروپایی ها بسیار دیر، یعنی در اواسط دهه ۹۰ میلادی، پس از خوابیدن موج بحث های علمی در رابطه با منطق فازی استفاده صنعتی از آن را آغاز کردند.

بخشی از این مقاومت‌ها، چنان که ذکر شد، ناشی از برداشت‌های نادرست از منطق فازی و کارایی آن بود. جالب این‌که، منطق فازی در سال‌های نخست تولدش بیشتر در دنیای مشرق زمین، به‌ویژه کشور ژاپن با استقبال روبه‌رو شد، اما استیلای اندیشه کلاسیک صفر و یک در کشورهای مغرب زمین، اجازه رشد اندکی به این نظریه داد. با این حال به تدریج که این علم کاربردهایی پیدا کرد و وسایل الکترونیکی و دیجیتالی جدیدی وارد بازار شدند که بر اساس منطق فازی کارمی‌کردند، مخالفت‌ها نیز اندک اندک کاهش یافتند .

در ژاپن استقبال از منطق فازی، عمدتاً به کاربرد آن در روباتیک و هوش مصنوعی مربوط می‌شود. موضوعی که یکی از نیروهای اصلی پیش‌برندهِ این علم طی چهل سال گذشته بوده است. در حقیقت می‌توان گفت بخش بزرگی از تاریخچه دانش هوش مصنوعی، با تاریخچه منطق فازی همراه و هم‌داستان است.

www.Prozhe.com

۱ – ۱۰ منطق فازی چیست؟

منطق فازی گونه ای بسیار مهم از منطق است که توسط استاد ایرانی پروفسور دکتر لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد و به‌طور جدی در مقابل منطق دودویی ارسطویی قرار گرفت. کلمه fuzzy به معنای غیر دقیق، ناواضح و مبهم است. این مبحث پیچیده و بسیار گسترده را میتوان به سادگی اینگونه تعریف کرد: منطق فازی فراتر از منطق ارزش های "صفر و یک" نرم افزارهای کلاسیک رفته و درگاهی جدید برای دنیای علوم نرم افزاری و رایانه ها می گشاید، زیرا فضای ناواضح، شناور و بی نهایت بین اعداد صفر و یک را هم به کار می گیرد. فازی از فضای بین دو ارزش "برویم" یا "نرویم" ارزش جدید "شاید برویم" یا "میرویم اگر" را استخراج کرده و به کار می گیرد. بدین صورت به عنوان مثال مدیر بانک پس از بررسی رایانه ای بیلان اقتصادی یک بازرگان میتواند فراتر از منطق "وام میدهیم" یا "وام نمیدهیم" رفته و بگوید: وام میدهیم اگر...

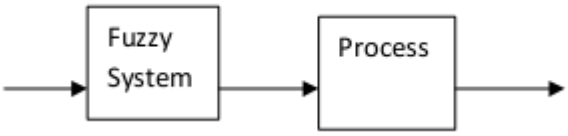
منطق فازی که در فرهنگ لغت شرایط عدم قطعیت و نامعلوم تعریف شده است، معتقد است ابهام در ماهیت علم است. پروفسور لطفی زاده اینطور استدلال کرد که بشر به ورودی های اطلاعاتی دقیق نیازی ندارد بلکه قادر است تا کنترل تطبیقی میان اطلاعات موجود انجام دهد .بنابراین، این منطق در ابتدا به‌عنوان روشی برای پردازش اطلاعات معرفی شد و برخلاف منطق ارسطویی به جای پرداختن به صفر و یک، از صفر تا یک را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد و بر مفهوم درستی نسبی، دلالت می‌کند. بدین صورت به اعمال و طرز فکر آدمیان بیشتر نزدیک می شود.

پرفسور لطفی زاده نام فازی را روی این مجموعه های گنگ یا چند ارزشی قرار داد. مجموعه هایی که اجزایشان با درجات مختلف به آنها تعلق دارند. نظیر افرادی که میزان رضایت خود را از مجموعه کار با درجات مختلف خیلی راضی، راضی، بی تفاوت و ... بیان می کنند. حال با این توصیفات اگر از ما پرسیده شود منطق فازی چیست شاید ساده ترین پاسخ بر اساس شنیده ها این باشد که یک نوع منطق است که روش های نتیجه گیری در مغز بشر را جایگزین می کند. کاربرد منطق فازی بسیار گسترده است.

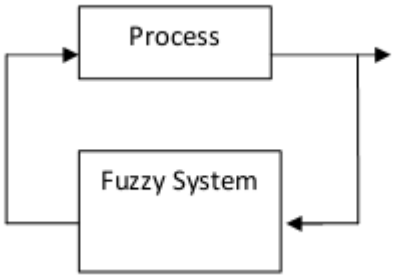
۱ – ۱۱ سیستم های فازی کجا و چگونه استفاده می شوند ؟

سیستم های فازی امروزه در طیف وسیعی از علوم و فنون کاربرد پیدا کزدند ، از کنترل ، پردازش سیگنال ،ارتباطات ،ساخت مدارهای مجتمع و سیستم ها خبره گرفته تا بازرگانی ، پزشکی ، دانش اجتماعی ، . . . با این حال با عنوان یکی از مهمترین کاربرد های آن حل مسائل و مشکلات کنترل را میتوان بیان کرد . بنابراین توجه خود را بر روی تعدادی از مسائل کنترل که سیستم های فازی نقش عمده ای را در آن بازی میکنند ، متمرکز میکنیم . سیستم های فازی را همانطور که در شکل های زیر نشان داده شده میتوان به عنوان کنترل کننده های حلقه باز یا کنترل کننده های حلقه بسته مورد استفاده قرار داد. هنگامی که به عنوان کنترل کننده حلقه باز استفاده میشود ، سیستم فازی معمولا بعضی پارامترهای کنترل کننده را معین کرده و آنگاه با سیستم مطابق با این پارامترهای کنترل کار میکند . بسیاری از کاربردهای سیستم فازی در الکترونیک به این دسته تعلق دارند .

هنگامی که سیستم فازی به عنوان یک کنترل کننده حلقه بسته استفاده میشود ، در این حالت خروجی های فرایند را اندازه گیری کرده و به طور همزمان عملیات کنترل را انجام میدهد . کاربردهای سیستم فازی در فرایندهای صنعتی به این دسته تعلق دارد .



شکل ۱ – ۶ : سیستم فازی به عنوان کنترل کننده حلقه باز



شکل ۱ – ۷ : سیستم فازی به عنوان کنترل کننده حلقه بسته

منطق فازی روشی برای پردازش وقایع غیر قطعی ارائه میکند؛دقیقاًآنچه که در طبیعت در زندگی روزمره با آن در ارتباط هستیم . در منطق فازی با مقادیر غیر قطعی و تقریبی کار میکنیم ، محدوده ای از احتمالات که ممکن است اتفاق بیفتند . منطق فازی در مقابل منطق binary یا منطق Booleanقرار دارد .

منطق فازی برای طراحی سیستم های خبره به کار می رود . سیستم های خبره قوانین جهان واقع را شبیه سازی میکنند . کنترل خودکار ترافیک ، دوربین های فیلم برداری ، ماشین های لباسشویی هوشمند ، سیستم های تشخیص هویت از روی اثر انگشت یا تصویر مردمک چشم و غلط یابی تایپی در نرم افزارهای ویرایش متن مانندMS-Word از منطق فازی استفاده می کنند .

نارسایی منطق ۰ و ۱ برای شبیه سازی جهان واقعی را منطق فازی کاملاً حل میکند . برای مثال در سیستم راننده خودکار اتومبیل ، محاسبه و کنترل فاصله اتومبیل از کناره جدول یا اتومبیل های دیگر با منطق باینری ممکن نیست و در این شرایط منطق فازی مشکل گشا خواهد بود .

اگر آموزش رانندگی میدهید برای بیان فاصله بین اتومبیل و کناره جدول خواهید گفت : " تقریباً نیم متر " تنها روش برای گفتن چنین مقادیر غیر قطعی در سیستم های کامپیوتری استفاده از منطق فازی است .

www.Prozhe.com

۱ – ۱۲ کاربردهای منطق فازی

منطق فازی از جمله منطق های چندارزشی بوده، و بر نظریه مجموعه های فازی تکیه می‌کند. مجموعه‌های فازی خود از تعمیم و گسترش مجموعه های قطعی به صورتی طبیعی حاصل می‌آیند.

در کاربردهای منطق فازی - سازماندهی اطلاعات با برخی واقعیات و مفاهیم درباره منطق فازی و کاربردهای آن آشنا شدید. در این مقاله بحث را ادامه می دهیم:

مجموعاً ۲۶۶ رکورد که واژه فازی جزء توصیف گر های آن ها بود و در مقاله های انتشار یافته در فاصله سال های ۱۹۶۹ تا نیمه سال ۲۰۰۶ میلادی منتشر و در LISA فهرست شده اند، بازیابی شد. این ۲۶۶ مورد شامل تمامی جنبه های کتابداری و اطلاع رسانی می شود که لزوماً در تعریف مدیریت اطلاعات لحاظ نشده اند. مواردی مانند کتاب سنجی، نظام های هوشمند، هوش مصنوعی و...

در این مقاله کاربردهای منطق و نظریه‌های مجموعه های فازی در مدیریت اطلاعات بررسی می‌شود، بنابراین ابتدا باید تعریفی از مدیریت اطلاعات ارائه گردد تا با در نظر گرفتن مؤلفه های موجود در این تعریف، به شکل دقیق تری کاربرد منطق فازی در این مقوله دنبال شود. در کتاب «فرهنگ توصیفی واژگان اطلاع رسانی و علوم وابسته» **«مدیریت اطلاعات» چنین تعریف شده است:**

اعمال مهارت مندانه کنترل بر فراهم آوری، سازماندهی، ذخیره، ایمنی، بازیابی و اشاعه منابع اطلاعاتی که برای انجام موفقیت آمیز عملیات در یک پیشه، نهاد، سازمان، یا مؤسسه ضروری است و مستندسازی، مدیریت رکوردها و زیرساختار فنی را در بر می گیرد.

چنانکه از تعریف فوق مستفاد می شود، «فراهم آوری»، «سازماندهی»، «ذخیره و بازیابی»، «ایمنی»، «اشاعه منابع اطلاعاتی»، «مستندسازی»، «مدیریت رکوردها» و «زیرساختار فنی» واژه هایی هستند که بر عملیات مدیریت اطلاعات دلالت دارند.

برای هر دستور کار و خواسته عمل کرد مکانیکی، الکترومغناطیسی یا نرم افزاری و غیره که برای آن فرمول یا دستورالعمل مطلق و شفاف ریاضی وجود نداشته باشد و بخصوص زمانی که دستور کار بوسیله جملات انشاء شده باشد، نرم افزار متکی به منطق فازی راه گشا بوده و کارآمد است.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

حال به برخی از کاربردهای منطق فازی اشاره می کنیم:

۱ – هدایت و کنترل هر گونه دستگاه و تاسیسات پویا و حرکت ساز را میتوان با کمک منطق فازی به بهترین وجه اعمال نمود، از جمله ماشین لباس شویی، قطار ها، ترمز ABS خودرو، آسانسور، جرثقیل، تسمه نقاله، موتورهای احتراقی، نشست و برخاست خودکار هواپیما و غیره

۲ – تمامی دستگاه های سمعی - بصری دیجیتال.

۳ –"آینده نگری" نرم افزار ها جهت جلوگیری از هنگ کردن سرورها. کنترل موتور های جستجوگر در اینترنت. سیستم های نرم افزاری ترجمه .رباتیک و هوش مصنوعی. مهندسی پزشکی از جمله آسیب شناسی یا هدایت و کنترل تاسیسات سی تی اسکن، سی سی یو و آی سی یو ...دستگاه ضربان‌ساز قلب.

۴ – کار های ریسک شناسی، آماری و ارزیابی بانکی جهت تصمیم گیری های مدیران -محاسبات آماری بیمه ها برای یافتن فاکتور های ریسک در قراردادها

۵ – بیمه های سراسر جهان ارزیابی صدمات و طلب خسارت مشتریان را چند سالی است بوسیله نرم افزار های فازی پوشش میدهند و از این راه با تقلب و کلاه برداری های مشتریان مبارزه می کنند.

www.Prozhe.com

ماشین شستشوی فازی :

سیستم فازی مورد استفاده یک سیستم سه ورودی یک خروجی که سه ورودی فوق نوع کثیفی و مقدار اندازه گیری شده کثیفی و حجم لباس بوده و خروجی تعداد دور های مناسب شستشومیباشد . به عنوان ورودی (سنسورهایی) در این سیستم تعبیه شده این سنسورها که از نوع نوری میباشند میزان نوری را که از طرف مقابل ساطع شده و از آب عبور کرده اندازی گیری مینمایند . سنسور نوری همچنین میتواند معین کند که نوع کثیفی چیست لباس گل آلود است یا چرب ؟ گل در آب سریعتر حل میشود بنابراین اگر نور در یافتی به سرعت کاهش پیدا کند ، در آن صورت لباس گل الود است . درحالی که اگرلباس روغنی باشد کندتر در آب حل میشود و کاهش نور دریافتی کندتر خواهد بود . ماشین همچنین دارای یک سنسور بار میباشد که حجم لباس ها را ثبت میکند واضح است که تعدادلباسهای بیشتر زمان بیشتری برای شستشو لازم دارد . موارد فوق را میتوان در تعدادی قاعده **اگر- آنگاه** فازی برای ساخت یک سیستم فازی خلاصه کرد .

تثبیت کننده تصویر دیجیتال :

هرکس که با یک دوربین فیلم برداری کار کرده باشد میداند که فیلم برداری بدون لرزش دست کار مشکلی است برای تصحیح خطای ناشی از لرزش دست نوع جدیدی از دوربین ها به بازار عرضه شده است . این نوع دوربین ها که بر اساس سیستم های فازی میباشند تثبیت کننده تصویر دیجیتال نامیده شده اند . این سیستم ها بر اساس قواعد (هیورستیک) زیر ساخته شده اند :

1 - اگر تمامی نقاط تصویر به یک جهت حرکت کرده اند آنگاه دست لرزش داشته است

2 - اگر فقط تعدادی نقاط تصویر حرکت کرده است آنگاه دست لرزش نداشته است .

www.Prozhe.com

۱ –۱۳ کاربردهای منطق فازی - سازماندهی اطلاعات

چنان که گفته شد، منطق فازی در زمینه های متنوع و متفاوتی کاربرد دارد و تقریباً حدود ۱۰ سال پس از ابداع آن به متون کتابداری راه یافت. به گواهی بانک چکیده های مقاله‌های کتابداری و اطلاع رسانی (LISA, 1969-2006) مفهوم فازی اولین بار با عبارت «تئوری مجموعه های فازی» و در مقاله های تحت عنوان «جستجوی یک فایل در شرایط فازی» در دنیای کتابداری و اطلاع رسانی مطرح شد. در این مقاله که در سال ۱۹۷۵ و به زبان فرانسه منتشر شده بود، به کاربرد نظریه و مجموعه های فازی در بازیابی اطلاعات پرداخته شده بود .

دانش مورد نیاز برای بسیاری از مسائل مورد مطالعه به دو صورت متمایز ظاهر می شود :

۱ .دانش عینی مثل مدل ها، و معادلات، و فورمول های ریاضی که از پیش تنظیم شده و برای حل و فصل مسائل معمولی فیزیک، شیمی، یا مهندسی مورد استفاده قرار می‌گیرد .

۲ .دانش شخصی مثل دانستنی هایی که تا حدودی قابل توصیف و بیان زبان شناختی بوده، ولی، امکان کمی کردن آن‌ها با کمک ریاضیات سنتی معمولاً وجود ندارد. به این نوع دانش، دانش ضمنی یا دانش تلویحی (Tacit knowledge) گفته می‌شود.

از آن جا که در عمل هر دو نوع دانش مورد نیاز است منطق فازی می‌کوشد آن‌ها را به صورتی منظم، منطقی، و ریاضیاتی بایکدیگر هماهنگ گرداند.

به جز مقاله های که در سال ۱۹۷۶ در خصوص کاربردهای عملی مجموعه های فازی در حل مشکلات مربوط به سازماندهی اطلاعات با عنوان «مجموعه های پراکنده در نظریه رده بندی» به زبان روسی منتشر شد، چند سالی تقریباً تمامی پژوهش ها و

www.Prozhe.com

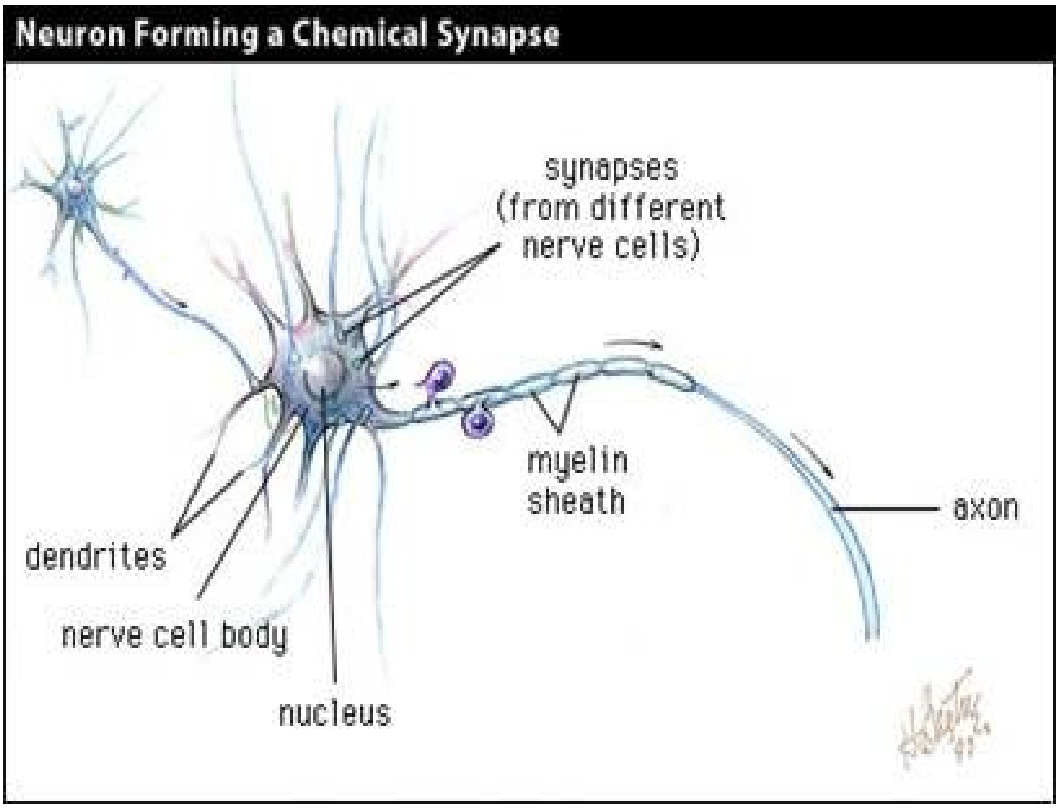
www.Prozhe.com

مقاله های انتشار یافته در خصوص منطق فازی در عرصه کتابداری و اطلاع رسانی، بر مباحث مرتبت بر بازیابی اطلاعات متمرکز بود، به نحوی که از مجموع ۳۲ مقاله ای که در فاصله سال های ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۰ با موضوع فازی منتشر شده، ۲۵ مورد آن به نقش و کاربردهای منطق فازی در ذخیره و بازیابی اطلاعات و راهبردهای جستجو و... اختصاص داشته است.

www.Prozhe.com

فصل دوم :

شبکه عصبی(Neural Network)



www.Prozhe.com

مقدمه

چیزی که زمانی خارق العاده مینمود،اینک وسیله ای عادی به شمار می آید . ۲۰سال پیش کامپیوتر برای اغلب مردم ماشینی مرموز و سرس محسوب میشد . حتی مفاهیم ابتدایی کامپیوتر را عده ی کمی از مردم درک می کردند و بیشتر افراد با نوعی سوء ظن و بد گمانی به آن مینگریستند .

در کمتر ازدو دهه کامپیوتر وارد جریان اصلی زندگی شخصی و حرفه ای مردم شده و اجتماع ما را به شدت دگرگون کرده است . همچنانکه قدرت و سرعت کامپیوتر افزایش می یابد اثر آن در آینده به مراتب بیشتر از امروز خواهد بود. هرچه انسان بیشتر با کامپیوتر آشنا شوند،کامپیوتر نیز بیشتر با آنها خو خواهد گرفت . به کارگیری هوش مصنوعی خدماتی را به جامعه ما ارائه خواهد کرد که از تصور نویسندگانی علمی_ تخیلی امروز هم خارج است.

به جرات می توان گفت که ایده اولیه طراحی و ساخت یک ماشین محاسب یا همان کامپیوتر پیاده سازی ویژگی های شگفت انگیز مغز انسان در یک سیستم مصنوعی بوده است.

در دهه های اخیر شاهد حرکتی مستمر از تحقیقات صرفاً تئوری به تحقیقات کاربردی ویژه در پردازش اطلاعات برای مسائلی که یا برای آنها راه حلی موجود نیست و یا به راحتی قابل حل نیستند، بوده ایم.باعنایت به این رویداد،علاقه فزاینده ای در توسعه تئوریک سیستم های دینامیکی هوشمند مدل آزاد مبتنی بر داده های تجربی هستند ایجاد شده است ."شبکه های عصبی مصنوعی" جزء این دسنه از سیستم های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده های تجربی دانش یا قانون نحفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل میکنند . به همین خاطر به این سیستم ها "هوشمند" میگویند چرا که بر اساس محاسبات روی داده های عددی یا مثالها،قوانین کل را فرا میگیرند . این سیستم ها مبتنی بر هوش محاسباتی ،سعی در مدلسازی ساختار نرو . سیناپتیکی مغز بشر دارند .

بسیارند محققینی که طی سالها در زمینه پیاده سازی ویژگی های شگفت انگیز مغز در یک سیستم مصنوعی(سیستم دینامیکی ساخت دست بشر) فعالیت کرده اند،لیکن نتیجه این تلاش ها صرف نظر از یافته های ارزشمند، باور هرچه بیشتر این اصل بوده است که "مغز بشر دست نیافتنی است" با تاکید بر این نکته که گذشته از متا فیزیک،دور از دسترس بودن ایده ال "هوش طبیعی" رامیتوان با عدم کفایت دانش موجود بشر از فیزیولوژی عصبی پذیرفت،باید اذعان داشت که عالی بودن هدف و کافی

www.Prozhe.com

نبودن دانش موجود، خود سبب انگیزش پژوهش های بیشتر در این زمینه بوده و خواهد بود .آنچه که ممکن است مورد سوال باشد این است که در آینده چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ مثلا در ده سال آینده شبکه های عصبی جایگاه خاصی به عنوان یک ابزار علمی و مهندسی خواهند یافتبا بالعکس دچار کمرنگی شده و کمتر مطرح خواهند شد؟آنچه که میتوان در حال حاضر گفت آن است که شبکه های عصبی جایگاه مهمی خواهند داشت، نه به عنوان یک جواب و راه حل برای هر مسئله، بلکه به عنوان یک ابزار علمی که بتواند برای راه حل های خاص و مناسب مورد استفاده قرار گیرد .همچنین باید به خاطر بسپاریم که در حال حاضر اطلاعات موجود درباره عملکرد مغز بسیار محدود است . مهمترین پیشرفت ها در شبکه عصبی در آینده مطرح خواهند شد،چرا که انتظار داریم اطلاعات بیشتری از چگونگی عملکرد مغز و نرون های بیولوژیک به دست آوریم .

www.Prozhe.com

۲ -۱شبکه عصبی

شبکه عصبی یک سیستم ارگانی شامل نورون‌ها می‌باشد که اعمال و واکنش جانداران را هماهنگ می‌سازد و سیگنال‌ها را به بخشهای متفاوت بدن می‌فرستد. در بیشتر جانداران سیستم عصبی شامل دو بخش مرکزی و بخش جانبی است. در استفاده‌های جدیدتر این عبارت به شبکه عصبی مصنوعی که از نورون‌هایی مصنوعی ساخته شده‌است هم اشاره دارد. بنابراین عبارت 'شبکه عصبی' در حالت کلی به دو مفهوم مختلف شبکه عصبی زیستی و شبکه عصبی مصنوعی مختلف اشاره دارد.

۲ – ۲ توصیف شبکه های عصبی

نام سیستم عصبی از اعصاب گرفته می‌شود. در حالت کلی، یک شبکه عصبی زیستی از مجموعه یا مجموعه‌ای از نورون‌های به صورت فیزیکی به هم متصل یا از لحاظ عملکردی به هم وابسته تشکیل شده‌است. هر نورون می‌تواند به تعداد بسیار زیادی از نورون‌ها وصل باشد و تعداد کل نورون‌ها و اتصالات بین آن‌ها می‌تواند بسیار زیاد باشد. اتصالات، که به آن‌ها سیناپس گفته می‌شود، معمولاً از آکسون‌ها و دندریت‌ها تشکلیل شده‌اند.

هوش مصنوعی و مدل سازی شناختی سعی بر این دارند که بعضی از خصوصیات شبکه‌های عصبی را شبیه سازی کنند. این دو اگرچه در روش‌هاشان به هم شبیه هستند اما هدف هوش مصنوعی حل مسائل مشخصی است در حالی که هدف مدل سازی شناختی ساخت مدل‌های ریاضی سامانه‌های نورونی زیستی است.

۲ – ۳ شبکه‌های عصبی زیستی

شبکه‌های عصبی زیستی مجموعه‌ای بسیار عظیم از پردازشگرهای موازی به نام نورون اند که به صورت هماهنگ برای حل مسئله عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها(ارتباط‌های الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آنرا جبران کرده و نیز در بازسازی آن سهیم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری اند. مثلاً با اعمال سوزش به سلول‌های عصبی لامسه، سلول‌ها یاد می‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سامانه می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند. یادگیری در این سامانه‌ها به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده ازمثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های تازه سامانه پاسخ درستی تولید کند.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۲ – ۴ معرفی شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی یک سامانه پردازشی داده‌ها است که از مغز انسان ایده گرفته و پردازش داده‌ها را به عهدهٔ پردازنده‌های کوچک و بسیار زیادی سپرده که به صورت شبکه‌ای به هم پیوسته و موازی با یکدیگر رفتار می‌کنند تا یک مسئله را حل نمایند. در این شبکه‌ها به کمک دانش برنامه نویسی، ساختار داده‌ای طراحی می‌شود که می‌تواند همانند نورون عمل کند. که به این ساختارداده نورون گفته می‌شود. بعد باایجاد شبکه‌ای بین این نورونها و اعمال یک الگوریتم آموزشی به آن، شبکه را آموزش می‌دهند.

در این حافظه یا شبکه عصبی نورونها دارای دو حالت فعال (روشن یا ۱) و غیرفعال(خاموش یا ۰) اند و هر یال (سیناپس یا ارتباط بین گره‌ها) دارای یک وزن می‌باشد .یال‌های با وزن مثبت، موجب تحریک یا فعال کردن گره غیر فعال بعدی می‌شوند و یال‌های با وزن منفی، گره متصل بعدی را غیر فعال یا مهار (در صورتی که فعال بوده باشد) می‌کنند.

۲ – ۵ تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی

از قرن نوزدهم به طور همزمان اما جداگانه از سویی نروفیزیولوزیست‌ها سعی کردند سامانه یادگیری و تجزیه و تحلیل مغز را کشف کنند و از سوی دیگر ریاضیدانان تلاش کردند تا مدل ریاضی بسازند که قابلیت فراگیری و تجزیه و تحلیل عمومی مسائل را دارا باشد .اولین کوشش‌ها در شبیه سازی با استفاده از یک مدل منطقی توسط مک کلوک و والتر پیتز انجام شد که امروزه بلوک اصلی سازنده اکثر شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این مدل فرضیه‌هایی در مورد عملکرد نورون‌ها ارائه می‌کند. عملکرد این مدل مبتنی بر جمع ورودی‌ها و ایجاد خروجی است. چنانچه حاصل جمع ورودی‌ها از مقدار آستانه بیشتر باشد اصطلاحاً نورون برانگیخته می‌شود. نتیجه این مدل اجرای توابع ساده مثل AND و OR بود.

نه تنها نروفیزیولوژیست‌ها بلکه روان شناسان و مهندسان نیز در پیشرفت شبیه سازی شبکه‌های عصبی تاثیر داشتند. در سال ۱۹۵۸ شبکه پرسپترون توسط روزنبلات معرفی گردید .این شبکه نظیر واحدهای مدل شده قبلی بود. پرسپترون دارای سه لایه به همراه یک لایه وسط که به عنوان لایه پیوند شناخته شده می‌باشد، است. این سامانه می‌تواند یاد بگیرد که به ورودی داده شده خروجی تصادفی متناظر را اعمال کند.

www.Prozhe.com

سامانه دیگر **مدل خطی تطبیقی نورون** می‌باشد که در سال ۱۹۶۰ توسط ویدرو و هاف (دانشگاه استنفورد) به وجود آمد که اولین شبکه‌های عصبی به کار گرفته شده در مسائل واقعی بودند Adalaline .یک دستگاه الکترونیکی بود که از اجزای ساده‌ای تشکیل شده بود، روشی که برای آموزش استفاده می‌شد با پرسپترون فرق داشت.

در سال ۱۹۶۹ میسکی و پاپرت کتابی نوشتند که محدودیت‌های سامانه‌های تک لایه و چند لایه پرسپترون را تشریح کردند. نتیجه این کتاب پیش داوری و قطع سرمایه گذاری برای تحقیقات در زمینه شبیه سازی شبکه‌های عصبی بود. آنها با طرح اینکه طرح پرسپترون قادر به حل هیچ مساله جالبی نمی‌باشد، تحقیقات در این زمینه را برای مدت چندین سال متوقف کردند.

با وجود اینکه اشتیاق عمومی و سرمایه گذاری‌های موجود به حداقل خود رسیده بود، برخی محققان تحقیقات خود را برای ساخت ماشین‌هایی که توانایی حل مسائلی از قبیل تشخیص الگو را داشته باشند، ادامه دادند. از جمله گراسبگ که شبکه‌ای تحت عنوان Avalanchرا برای تشخیص صحبت پیوسته و کنترل دست ربات مطرح کرد. همچنین او با همکاری کارپنتر شبکه‌های ART را بنانهادند که با مدل‌های طبیعی تفاوت داشت. اندرسون و کوهونن نیز از اشخاصی بودند که تکنیک‌هایی برای یادگیری ایجاد کردند. ورباس در سال ۱۹۷۴ شیوه آموزش پس انتشار (Back Propagation) خطا را ایجاد کرد که یک شبکه پرسپترون چندلایه البته با قوانین نیرومندتر آموزشی بود.

پیشرفت‌هایی که در سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ بدست آمد برای جلب توجه به شبکه‌های عصبی بسیار مهم بود. برخی فاکتورها نیز در تشدید این مساله دخالت داشتند، از جمله کتاب‌ها و کنفرانس‌های وسیعی که برای مردم در رشته‌های متنوع ارائه شد. امروز نیز تحولات زیادی در تکنولوژی ANN ایجاد شده‌است.

۲ – ۶ چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می‌کنیم

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان‌ها و کامپیوتر شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند. از مزایای شبکه‌های عصبی می‌توان موارد زیر را نام برد:

1. یادگیری تطبیقی: توانایی یادگیری اینکه چگونه وظایف خود را بر اساس اطلاعات داده شده به آن و یا تجارب اولیه انجام دهد در واقع اصلاح شبکه را گویند.

www.Prozhe.com

2. خود سازماندهی: یک شبکه عصبی مصنوعی به صورت خودکار سازماندهی و ارائه داده‌هایی که در طول آموزش دریافت کرده را انجام دهد. نورون‌ها با قاعدهٔ یادگیری سازگار شده و پاسخ به ورودی تغییر می‌یابد.
3. عملگرهای بی‌درنگ: محاسبات در شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند به صورت موازی و به وسیله سخت‌افزارهای مخصوصی که طراحی و ساخت آن برای دریافت نتایج بهینه قابلیت‌های شبکه عصبی مصنوعی است انجام شود.
4. تحمل خطا: با ایجاد خرابی در شبکه مقداری از کارایی کاهش می‌یابد ولی برخی امکانات آن با وجود مشکلات بزرگ همچنان حفظ می‌شود.
5. دسته بندی: شبکه‌های عصبی قادر به دسته بندی ورودی‌ها بر ای دریافت خروجی مناسب می‌باشند.
6. تعمیم دهی: این خاصیت شبکه را قادر می‌سازد تا تنها با برخورد با تعداد محدودی نمونه، یک قانون کلی از آن را به دست آورده، نتایج این آموخته‌ها را به موارد مشاهده از قبل نیز تعمیم دهد. توانایی که در صورت نبود آن سامانه باید بی نهایت‌واقعیت‌ها و روابط را به خاطر بسپارد.
7. پایداری-انعطاف پذیری: یک شبکه عصبی هم به حد کافی پایدار است تا اطلاعات فراگرفته خود را حفظ کند و هم قابلیت انعطاف و تطبیق را دارد و بدون از دست دادن اطلاعات قبلی می‌تواند موارد جدید را بپذیرد.

۲ – ۷ شبکه‌های عصبی در مقایسه با کامپیوترهای سنتی

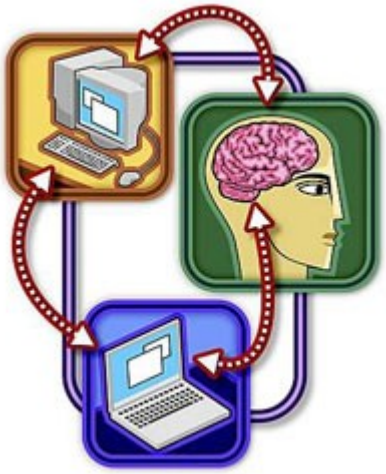
یک شبکه عصبی به طور کلی با یک کامپیوتر سنتی در موارد زیر تفاوت دارد:

1. شبکه‌های عصبی دستورات را به صورت سری اجرا نکرده، شامل حافظه‌ای برای نگهداری داده و دستورالعمل نیستند.
2. به مجموعه‌ای از ورودی‌ها به صورت موازی پاسخ می‌دهند.
3. بیشتر با تبدیلات و نگاشت‌ها سروکار دارند تا الگوریتم‌ها و روش‌ها.
4. شامل ابزار محاسباتی پیچیده نبوده، از تعداد زیادی ابزارساده که اغلب کمی بیشتر از یک جمع وزن دار را انجام می‌دهند تشکیل شده‌اند.

شبکه‌های عصبی شیوه‌ای متفاوت برای حل مسئله دارند. کامپیوترهای سنتی از شیوه الگوریتمی برای حل مسئله استفاده می‌کنند که برای حل مسئله مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های بدون ابهام دنبال می‌شود. این دستورات به زبان سطح بالا و سپس به زبان ماشین که سامانه قادر به تشخیص آن می‌باشد تبدیل می‌شوند. اگر مراحلی که کامپیوتر برای حل مسئله باید طی کند از قبل شناخته شده نباشند و الگوریتم مشخصی وجود نداشته باشد، سامانه توانایی حل مسئله را ندارد. کامپیوترها می‌توانند خیلی

www.Prozhe.com

سودمندتر باشند اگر بتوانند کارهایی را که ما هیچ پیش زمینه‌ای از آنها نداریم انجام دهند. شبکه‌های عصبی و کامپیوترها نه تنها رقیب هم نیستند بلکه می‌توانند مکمل هم باشند. کارهایی وجود دارند که بهتر است از روش الگوریتمی حل شوند و همین طور کارهایی وجود دارند که جز از طریق شبکه عصبی مصنوعی قابل حل نمی‌باشند و البته تعداد زیادی نیز برای بدست آوردن بازده حداکثر، از ترکیبی از روش‌های فوق استفاده می‌کنند. به طور معمول یک کامپیوتر سنتی برای نظارت بر شبکه عصبی استفاده می‌شود .شبکه‌های عصبی معجزه نمی‌کنند، اگر به طور محسوس استفاده شوند کارهای عجیبی انجام می‌دهند.



۲ – ۸ شباهت با مغز

شبکه‌های عصبی را می‌توان با اغماض زیاد، مدل‌های الکترونیکی از ساختار عصبی مغز انسان نامید. مکانیسم فراگیری و آموزش مغز اساساً بر تجربه استوار است. مدل‌های الکترونیکی شبکه‌های عصبی طبیعی نیز بر اساس همین الگو بنا شده‌اند و روش برخورد چنین مدل‌هایی با مسائل، با روش‌های محاسباتی که به‌طور معمول توسط سیستم‌های کامپیوتری در پیش گرفته شده‌اند، تفاوت دارد. می‌دانیم که حتی ساده‌ترین مغزهای جانوری هم قادر به حل مسائلی هستند که اگر نگوییم که کامپیوترهای امروزی از حل آنها عاجز هستند، حداقل در حل آنها دچار مشکل می‌شوند. به عنوان مثال، مسائل مختلف شناسایی الگو، نمونه‌ای از مواردی هستند که روش‌های معمول محاسباتی برای حل آنها به نتیجه مطلوب نمی‌رسند. درحالی‌که مغز ساده‌ترین جانوران به‌راحتی از عهده چنین مسائلی بر می‌آید. تصور عموم کارشناسان IT بر آن است که مدل‌های جدید محاسباتی که بر اساس شبکه‌های عصبی بنا می‌شوند، جهش بعدی صنعت IT را شکل می‌دهند. تحقیقات در این زمینه نشان داده است که مغز، اطلاعات را همانند الگوها (pattern) ذخیره می‌کند. فرآیند ذخیره‌سازی اطلاعات به‌صورت الگو و تجزیه و تحلیل آن الگو، اساس روش نوین محاسباتی را تشکیل می‌دهند. این حوزه از دانش محاسباتی (computation) به هیچ وجه از روش‌های برنامه‌نویسی سنتی استفاده نمی‌کند و به‌جای آن از شبکه‌های بزرگی که به‌صورت موازی آرایش شده‌اند و تعلیم یافته‌اند، بهره می‌جوید. در ادامه این نوشته به این واژگان که در گرایش شبکه‌های عصبی، معانی ویژه‌ای دارند، بیشتر خواهیم پرداخت.

اگرچه مکانیسم‌های دقیق کارکرد مغز انسان (یا حتی جانوران) به‌طور کامل شناخته شده نیست، اما با این وجود جنبه‌های شناخته شده‌ای نیز وجود دارند که الهام بخش تئوری شبکه‌های عصبی بوده‌اند. به‌عنوان مثال، یکی ازسلول‌های عصبی، معروف به نرون

(Neuron) است که دانش بشری آن را به‌عنوان سازنده اصلی مغز می‌انگارد. سلول‌های عصبی قادرند تا با اتصال به‌یکدیگر تشکیل شبکه‌های عظیم بدهند. گفته می‌شود که هر نرون می‌تواند به هزار تا ده هزار نرون دیگر اتصال یابد (حتی در این مورد عدد دویست هزار هم به عنوان یک حد بالایی ذکر شده است).

قدرت خارق‌العاده مغز انسان از تعداد بسیار زیاد نرون‌ها و ارتباطات بین آنها ناشی می‌شود.

ساختمان هر یک از نرون‌ها نیز به‌تنهایی بسیار پیچیده است. هر نرون از بخش‌ها و زیرسیستم‌های زیادی تشکیل شده است که از مکانیسم‌های کنترلی پیچیده‌ای استفاده می‌کنند. سلول‌های عصبی می‌توانند از طریق مکانیسم‌های الکتروشیمیایی اطلاعات را انتقال دهند. برحسب مکانیسم‌های به‌کاررفته در ساختار نرون‌ها، آنها را به بیش از یکصدگونه متفاوت طبقه‌بندی می‌کنند. در اصطلاح فنی، نرون‌ها و ارتباطات بین آنها، فرایند دودویی(Binary)، پایدار (Stable) یا همزمان (Synchronous) محسوب نمی‌شوند.

در واقع، شبکه‌های عصبی شبیه‌سازی شده یا کامپیوتری، فقط قادرند تا بخش کوچکی از خصوصیات و ویژگی‌های شبکه‌های عصبی بیولوژیک را شبیه‌سازی کنند. در حقیقت، از دید یک مهندس نرم‌افزار، هدف از ایجاد یک شبکه عصبی نرم‌افزاری، بیش از آنکه شبیه‌سازی مغز انسان باشد، ایجاد مکانیسم دیگری برای حل مسائل مهندسی با الهام از الگوی رفتاری شبکه‌های بیولوژیک است.

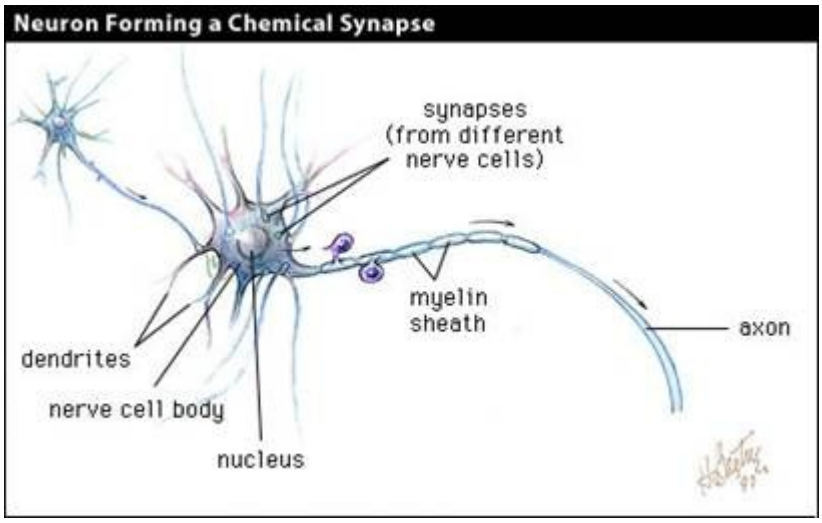
۲ – ۹ شبکه عصبی دقیقاً چیست

شبکه عصبی روش خام تلاش انسانها جهت شبیه سازی الکترونیکی مغز است. بنابراین برای اینکه بفهمیم شبکه عصبی چطور کار می کند، ابتدا باید بفهمیم ماده خاکستری چطور کارش را انجام می دهد...

مغز ما از چیزی حدود ۱۰۰ بیلیون واحد بسیار ریز به نام نورون(neuron) ساخته شده است. هر نورو ن به هزاران نورون دیگر متصل است و از طریق سیگنال های الکتروشیمیایی با آنها در ارتباط است. سیگنالهایی که به یک نورون می رسند از طریق اتصالاتی که سیناپس (Synapses)نام دارد دریافت می شود . این اتصالات در انتهای هسته سلول عصبی که منشعب می شود دندریت (dendrites) نام دارد.

نورون بطور پیوسته از این ورودی ها سیگنال می گیرد و به همراه یک مقدار جادو آن را ارائه می کند.آنچه که نورون انجام می دهد،جمع کردن ورودی ها در خودش به روش هایی است، چنانچه نتیجه نهایی از یک مقدار آستانه بیشتر شود نورون برانگیخته

می شود و یک ولتاژ ایجاد می کند و سیگنالی را در امتداد جسمی که آکسون (axon) نام دارد می فرستد . حالا فقط به تصویر نگاه کنید و سعی کنید نحوه عملکرد این سلول کوچک را مجسم کنید .



شکل ۲ – ۱ : شبکه عصبی از تعداد زیادی نورون های مصنوعی شاخته شده است.

۲ – ۱۰ ساختار شبکه‌های عصبی

یک شبکه عصبی شامل اجزای سازنده لایه‌ها و وزن‌ها می‌باشد. رفتار شبکه نیز وابسته به ارتباط بین اعضا است. در حالت کلی در شبکه‌های عصبی سه نوع لایه نورونی وجود دارد:

- لایه ورودی: دریافت اطلاعات خامی که به شبکه تغذیه شده‌است.
- لایه‌های پنهان: عملکرد این لایه‌ها به وسیله ورودی‌ها و وزن ارتباط بین آنها و لایه‌های پنهان تعیین می‌شود. وزن‌های بین واحدهای ورودی و پنهان تعیین می‌کند که چه وقت یک واحد پنهان باید فعال شود.
- لایه خروجی: عملکرد واحد خروجی بسته به فعالیت واحد پنهان و وزن ارتباط بین واحد پنهان و خروجی می‌باشد.

شبکه‌های تک لایه و چند لایه‌ای نیز وجود دارند که سازماندهی تک لایه که در آن تمام واحدها به یک لایه اتصال دارند بیشترین مورد استفاده را دارد و پتانسیل محاسباتی بیشتری نسبت به سازماندهی‌های چند لایه دارد. در شبکه‌های چند لایه واحدها به وسیله لایه‌ها شماره گذاری می‌شوند (به جای دنبال کردن شماره گذاری سراسری.(

www.Prozhe.com

هر دو لایه از یک شبکه به وسیله وزن‌ها و در واقع اتصالات با هم ارتباط می‌یابند. در شبکه‌های عصبی چند نوع اتصال و یا پیوند وزنی وجود دارد: پیشرو :بیشترین پیوندها از این نوع است که در آن سیگنال‌ها تنها در یک جهت حرکت می‌کنند .از ورودی به خروجی هیچ بازخوردی (حلقه) وجود ندارد. خروجی هر لایه بر همان لایه تاثیری ندارد.

- پسرو: داده‌ها از گره‌های لایه بالا به گره‌های لایه پایین بازخورانده می‌شوند.
- جانبی: خروجی گره‌های هر لایه به عنوان ورودی گره‌های همان لایه استفاده می‌شوند.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۲ – ۱۱ تقسیم بندی شبکه‌های عصبی

بر مبنای روش آموزش به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

1. **وزن ثابت:** آموزشی در کار نیست و مقادیر وزن‌ها به هنگام نمی‌شود. کاربرد :بهینه سازی اطلاعات (کاهش حجم، تفکیک پذیری و فشرده سازی) و حافظه‌های تناظری
2. **آموزش بدون سرپرست:** وزن‌ها فقط بر اساس ورودی‌ها اصلاح می‌شوند و خروجی مطلوب وجود ندارد تا با مقایسه خروجی شبکه با آن و تعیین مقدار خطا وزن‌ها اصلاح شود .وزن‌ها فقط بر اساس اطلاعات الگوهای ورودی به هنگام می‌شوند. هدف استخراج مشخصه‌های الگوهای ورودی بر اساس راهبرد خوشه یابی و یا دسته‌بندی و تشخیص شباهت‌ها (تشکیل گروه‌هایی با الگوی مشابه) می‌باشد، بدون اینکه خروجی یا کلاس‌های متناظر با الگوهای ورودی از قبل مشخص باشد. این یاد گیری معمولاً بر پایه شیوه برترین هم خوانی انجام می‌گیرد. شبکه بدون سرپرست وزن‌های خود را بر پایه خروجی حاصل شده از ورودی تغییر می‌دهد تا در برخورد بعدی پاسخ مناسبی را برای این ورودی داشته باشد. در نتیجه شبکه یاد می‌گیرد چگونه به ورودی پاسخ بدهد .اصولاً هدف این است که با تکنیک نورون غالب نورونی که بیشترین تحریک آغازین را دارد برگزیده شود. بنابر این در شبکه‌های بدون سرپرست یافتن نورون غالب یکی از مهمترین کارها است.
3. **آموزش با سرپرست:** به ازای هر دسته از الگوهای ورودی خروجی‌های متناظر نیز به شبکه نشان داده می‌شود و تغییر وزن‌ها تا موقعی صورت می‌گیرد که اختلاف خروجی شبکه به ازای الگوهای آموزشی از خروجی‌های مطلوب در حد خطای قابل قبولی باشد. در این روش‌ها یا از خروجی‌ها به وزن‌ها ارتباط وجود دارد یا خطا به صورت پس انتشار از لایه خروجی به ورودی توزیع شده‌است و وزن‌ها اصلاح می‌شوند. هدف طرح شبکه‌ای است که ابتدا با استفاده از داده‌های آموزشی موجود، آموزش ببیند و سپس با ارائه بردار ورودی به شبکه که ممکن است شبکه آن را قبلاً فراگرفته یا نگرفته باشد کلاس آن را تشخیص دهد. چنین شبکه‌ای به طور گسترده برای کارهای تشخیص الگو به کار گرفته می‌شود.
4. **آموزش تقویتی:** کیفیت عملکرد سامانه به صورت گام به گام نسبت به زمان بهبود می‌یابد. الگوهای آموزشی وجود ندارد اما با استفاده از سیگنالی به نام نقاد بیانی از خوب و یا بد بودن رفتار سامانه بدست می‌آید (حالتی بین یادگیری با سرپرست و بدون سرپرست).

۲ – ۱۲ ویژگی‌های یک شبکه‌عصبی

Robert Callan در کتاب <ماهیت شبکه‌های عصبی> مجموعه‌ای از ویژگی‌های یک شبکه عصبی را معرفی کرده است که در ادامه بررسی می‌شوند.

www.Prozhe.com

- **مجموعه‌ای از واحدهای پردازشی ساده**

یک شبکه عصبی از نورون‌ها یا گره‌ها ساخته می‌شود. این اجزا در واقع واحدهای پردازش ساده‌ای محسوب می‌شوند، اما در صورتی که قابلیت‌های نهفته بعضی از آن‌ها را ببینید، می‌توانید بپرسید <ساده برای چه کسی؟> اساساً گره‌ها از دید یک برنامه‌نویس یک کلاس محسوب می‌شوند که وظیفه انجام کار یا هدف خاصی را برعهده دارند. مانند هر کلاسی در برنامه‌نویسی، وظیفه یا هدف براساس آنچه شما تعیین می‌کنید و از طریق کدها تعریف می‌شود.

برای هدف ما با توجه به کدهای ضمیمه، در اینجا یک نورون مجموعه‌ای از گره‌ها در ساده‌ترین شکل خود است. یعنی مجموعه‌ای شامل چهارگره: دو گره برای ورودی، یک گره bias و یک گره شبکه که مثال در مورد بررسی نورون شامل یک گره Adaline است.

- **الگویی برای اتصال**

این همان راهی است که شبکه ساخته شده و داده‌ها در آن جریان می‌یابد. به عنوان مثال، یک شبکه از نوع (۱) Adaline (سرنام Adaptive Linear Neuron) شامل دو گره ورودی، یک گره bias و یک گره Adaline است. گره Adaline همان گرهی است که فراخوانی توابع اجرایی و یادگیری را برعهده دارد. هیچ محدودیت مشخصی برای تعداد گره‌هایی که می‌توانید در هر نورون داشته باشید و نیز در نحوه جاری شدن داده‌ها وجود ندارد. داده در ابتدا در گره‌های ورودی قرار دارد، اما با بزرگ شدن شبکه می‌تواند برای پردازش وارد گره‌های دیگر شود.

- **قاعده‌ای برای انتشار سیگنال‌ها در شبکه**

این صرفاً عرف (Common sence) محسوب می‌شود. شبکه مورد نظر از هر نوعی که باشد، نتایج مشخصی وجود دارد که می‌خواهیم به آن‌ها دست پیدا کنیم. این دستیابی از طریق پردازش‌داده‌ها در شبکه‌ای که با آن سروکار دارد، به روشی خاص امکانپذیر است. این روش می‌تواند انتقال داده به گره خروجی یا بازگرداندن یا گاهی جلو راندن آن در شبکه به منظور پردازش بیشتر باشد. در هر حال، همچون هر برنامه کامپیوتری دیگر، گام‌های مشخصی وجود دارند که باید پیموده شوند و معمولاً یکی از دو روش مذکور در نهایت منجر به کسب نتیجه صحیح می‌گردد.

قواعدی برای ترکیب سیگنال‌های ورودی

این اساساً همان کاری است که قصد داریم روی داده‌های وارد شده به شبکه عصبی انجام دهیم. در این لحظه این‌که پاسخ چه خواهد بود، برای ما اهمیت چندانی ندارد. در اینجا فقط می‌دانیم در وهلهِ نخست با اطلاعات چه کاری می‌خواهیم انجام دهیم. این کار می‌تواند یک عملیات ریاضی یا مقایسه رشته‌ای از اشیا باشد.

- **قاعده‌ای برای تجمیع یک سیگنال خروجی**

این خروجی لزوماً خروجی نهایی برنامه نیست، بلکه خروجی بخش خاصی از کدها است. اگر به این خروجی از دید تابع نگاه کنیم، مقدار خروجی یک گره شبکه در واقع مقدار بازگشت تابع است. این خروجی معمولاً یک مقدار عددی است. اما همواره هم این طور نیست. مثلاً شبکه Adaline می‌تواند به راحتی گزینه درست یا غلط را بازگرداند که به خودی خود ممکن است تناسبی با عملکرد صحیح یا غلط گره نداشته باشد.

- **یک قاعده یادگیری برای تغییر Weightها**

یک Weight یا وزن مقداری است که به اتصال یا پیوند داده می‌شود و در فرآیند یادگیری سودمند است. این مقدار به صورت بی‌درنگ به وسیله تابع یادگیری بروز می‌شود و به طور طبیعی پشت این کار قاعده خاصی نهفته است. در نظر داشته باشید هدف نهایی شبکه، یادگیری ارائه پاسخ‌های صحیح با توجه به داده‌های آموزشی است که به آن داده می‌شود.

بنابراین به نظرمی‌رسد که یک قاعده کاملاً مناسب برای بروز کردن weightها می‌تواند تعیین تصادفی یک مقدار برای آن تا زمان رسیدن به جواب باشد. از لحاظ تئوری این کار می‌تواند باعث طولانی‌تر شدن زمان کار شبکه در مقابل حالتی گردد که یک قاعده صریح و مشخص به آن داده شده باشد.

۲ – ۱۳ روش کار نرون‌ها

در شکل دو، نمای ساده شده‌ای از ساختار یک نرون بیولوژیک نمایش داده شده است. به‌طور خلاصه، یک نرون بیولوژیک، پس از دریافت سیگنال‌های ورودی (به شکل یک پالس الکتریکی) از سلول‌های دیگر، آن سیگنال‌ها را با یکدیگر ترکیب کرده و پس از انجام یک عمل (operation) دیگر بر روی سیگنال ترکیبی، آن را به‌صورت خروجی ظاهر می‌سازد.

نرون‌ها از چهار بخش اصلی ساخته شده‌اند. دندریت‌ها (Dendrite)، سوما (Soma)، اکسان (Axon) و بالاخره، سیناپس

(synapse) دندریت‌ها، همان اجزایی هستند که به‌شکل رشته‌های طویل از مرکز سلول به اطراف پراکنده می‌شوند. دندریت‌ها نقش کانال‌های ارتباطی را برای انتقال‌دادن سیگنال‌های الکتریکی به مرکز سلول بر عهده دارند. در انتهای دندریت‌ها، ساختار بیولوژیکی ویژه‌ای به‌نام سیناپس واقع شده است که نقش دروازه‌های اتصالی کانال‌های ارتباطی را ایفا می‌کند. در واقع سیگنال‌های گوناگون از طریق سیناپس‌ها و دندریت‌ها به مرکز سلول منتقل می‌شوند و در آنجا با یکدیگر ترکیب می‌شوند. عمل ترکیب که به آن اشاره کردیم، می‌تواند یک عمل جمع جبری ساده باشد. اصولاً اگر چنین نیز نباشد، در مدل‌سازی ریاضی می‌توان آنرا یک عمل جمع معمولی در نظر گرفت که پس از آن تابع ویژه‌ای بر روی سیگنال اثر داده می‌شود و خروجی به شکل سیگنال الکتریکی متفاوتی از طریق اکسان (و سیناپس آن) به سلول‌های دیگر انتقال داده می‌شود.

البته تحقیقات جدید نمایانگر این واقعیت هستند که نرون‌های بیولوژیک بسیار پیچیده‌تر از مدل ساده‌ای هستند که در بالا تشریح شد. اما همین مدل ساده می‌تواند زیربنای مستحکمی برای دانش شبکه‌های عصبی مصنوعی (Neural Network Artificial = ANN) تلقی گردد و متخصصان گرایش شبکه‌های عصبی یا هوش مصنوعی می‌توانند با پیگیری کارهای دانشمندان علوم زیست‌شناسی، به بنیان‌گذاری ساختارهای مناسب‌تری در آینده دست بزنند.

۲ – ۱۴ نورون عصبی

اما نورون عصبی چیست؟ یک نورون مصنوعی، به ساده ترین بیان نورون بیولوژیکی را بطور الکترونیکی مدل می کند. تعداد نورون هایی که استفاده می شود به وظیفه ای که در حال اجراست بستگی دارد .

روشهای متعددی جهت اتصال نورون های مصنوعی برای ایجاد یک شبکه عصبی وجود دارد. اما در اینجا با متداولترین روش که feedforwardنام دارد آشنا می شویم .

یک نورون مصنوعی سامانه‌ای است با تعداد زیادی ورودی و تنها یک خروجی. نورون دارای دو حالت می‌باشد، حالت آموزش و حالت عملکرد. در حالت آموزش نورون یاد می‌گیرد که در مقابل الگوهای ورودی خاص برانگیخته شود و یا در اصطلاح آتش کند. در حالت عملکرد وقتی یک الگوی ورودی شناسایی شده وارد شود، خروجی متناظر با آن ارائه می‌شود. اگر ورودی جزء ورودی‌های از پیش شناسایی شده نباشد، قوانین آتش برای بر انگیختگی یا عدم آن تصمیم گیری می‌کند

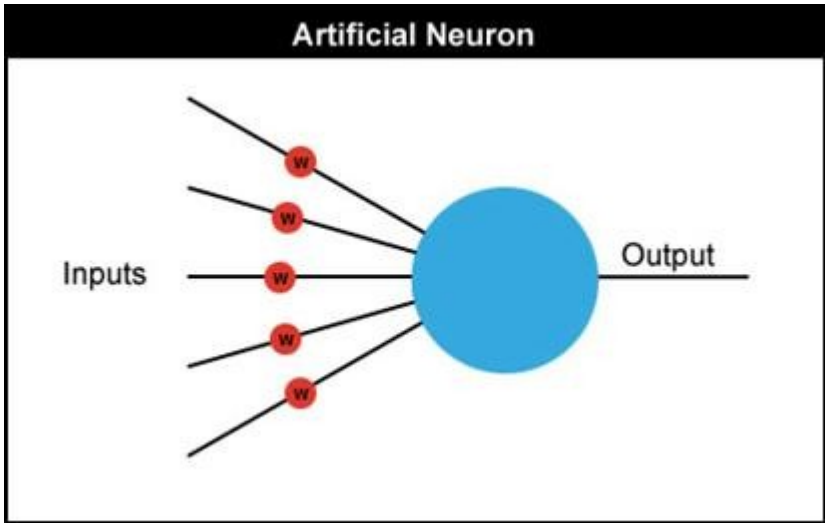
از نورون‌های انسان تا نورون مصنوعی

www.Prozhe.com

با کنار گذاشتن برخی از خواص حیاتی نورون‌ها و ارتباطات درونی آنها می‌توان یک مدل ابتدایی از نورون را به وسیله کامپیوتر شبیه سازی کرد.

۲ – ۱۵ یک نورون مصنوعی چه شکلی است؟

یک نورون مصنوعی چه شکلی است؟ خوب همین جاست:

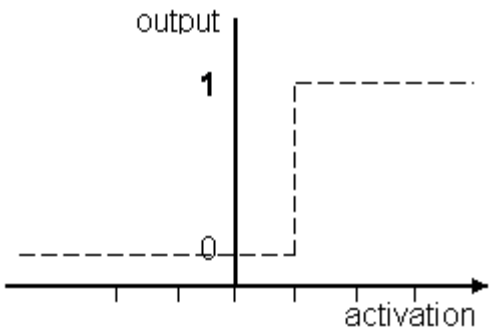


شکل۲ – ۲ : تصویر ساده ای از یک نرون مصنوعی

هر ورودی به نورون وزن (weight) خودش را دارد که مقدار آن توسط دایره های قرمز مشخص شده تعیین می شود. یک وزن عددی با ممیز شناور است و این ها چیزهایی هستند که هنگام آموزش شبکه عصبی تنظیم می شوند. وزنها در شبکه عصبی می توانند منفی یا مثبت باشند، بنابراین می تواند تاثیر بازدارنده یا تحریکی بر هر ورودی داشته باشد. وقتی هر ورودی به هسته (دایره آبی)وارد می شود در وزنش ضرب می شود، سپس هسته تمام ورودی های رسیده را جمع می کند و در نهایت به ما تحریک را می دهد.(عدد با ممیز شناور نیز می تواند مثبت یا منفی باشد).

اگر تحریک بیش از مقدار آستانه باشد –به عنوان مثال اجازه دهید از عدد ۱ استفاده کنیم- نورون یک سیگنال خروجی خواهد داشت. اگر تحریک کمتر از یک باشد خروجی نورون صفر است. این مورد عموماً تابع پله نامیده می شود (به نمودار زیرنگاهی بیاندازید.) می توانید حدس بزنید چرا...

www.Prozhe.com



یک نورون می تواند هر ورودی از ۱ تا n داشته باشد. ورودی ها را با x1,x2,…, xn نشان می دهیم و وزن ها را نیز با w1,w2,…,wn حاصلجمع وزن ها ضرب در ورودی ها را بصورت x1w1 + x2w2 + x3w3 …. + xnwn نمایش می دهیم که اگر به یاد داشته باشید قبلاً آن را تحریک نامیدیم .

$$a = x1w1+x2w2+x3w3... +xnwn$$

خوشبختانه روش راحتی برای نوشتن این رابطه هست ، که آن هم استفاده از نماد سیگماست .ریاضیدان ها از این حرف یونانی برای نمایش عمل جمع چندین داده استفاده می کنند.

$$a=\sum_{i=1}^{n} WiXi$$

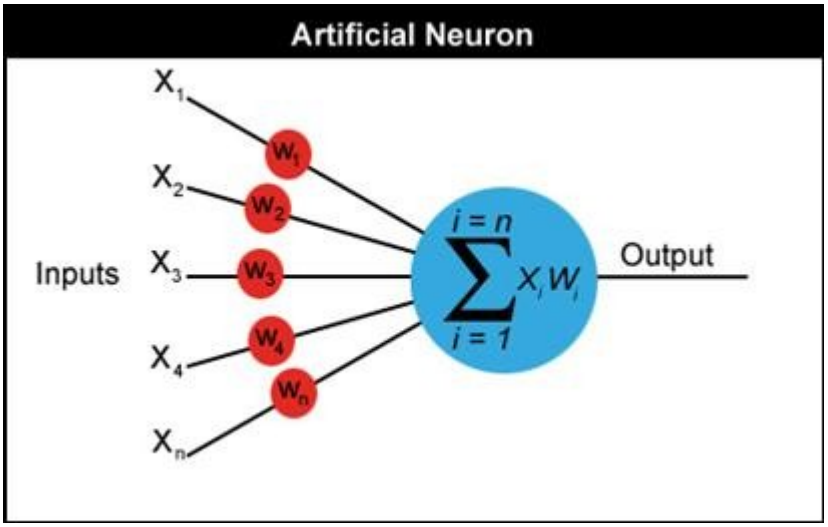
جهت واضح کردن این روابط باید آن را بصورت کد بنویسیم:

```
double activation = 0;

for (int i=0; i
{
activation += x * w;
{
```

متوجه شدید؟ حالا به یاد بیارید که اگر(تحریک <آستانه مقدار خروجی) a یک ۱ می شود و اگر (تحریک >آستانه مقدار خروجی) a صفر خواهد بود.

خوب حالا تمام چیزهایی را که گفتیم بصورت نمادی ببینید:



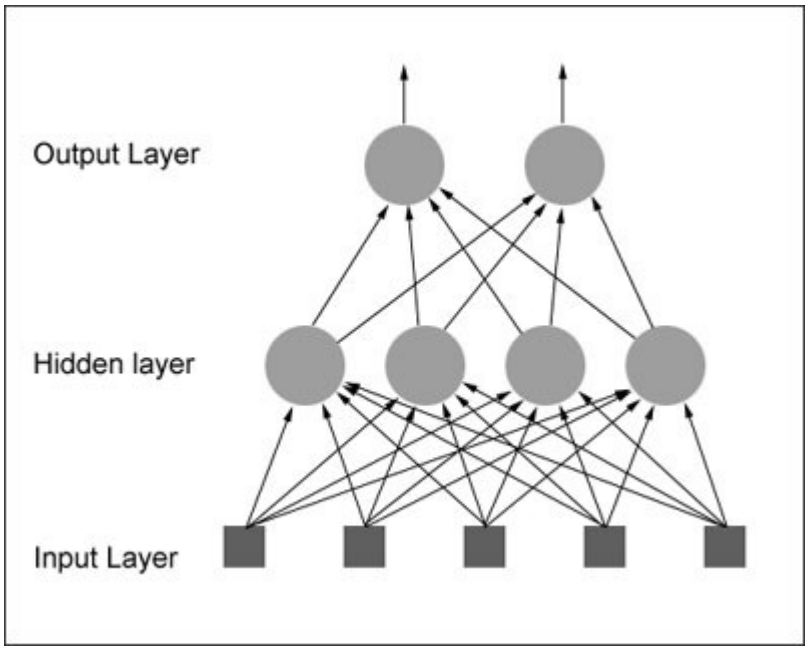
شکل ۲ – ۳ : تصویر یک نرون مصنوعی همراه با محاسبات ریاضی

۲ – ۱۶ چطور از یک نورون مصنوعی استفاده می کنید؟

ما چندین تا از این نورون ها رابه روش ها ی مختلفی به هم وصل می کنیم. یک روش سازماندهی نورون ها ، روشی است که شبکه feed forward نام دارد. نامش را از این گرفته است که نورون های هر لایه خروجی های مقابل خود را در لایه بعدی تغذیه می کنند تا رسیدن به آخرین لایه خروجی در شبکه عصبی.

تصویری که می بینید ساده ترین شکلی است که شبکه عصبی feed forward به آن شباهت دارد.

www.Prozhe.com



شکل ۲ – ۴ : شبکه عصبی feed forward

هر ورودی به نورون هایی که در لایه های پنهان هستند فرستاده می شود، سپس خروجی نورون های این لایه به تمام نورون های بعدی متصل می شوند. هر تعداد از لایه های پنهان باشبکه feed forward امکان پذیر است. هر تعداد نورون می تواند در یک لایه وجود داشته باشد، که تمامی اینها به مسئله بستگی دارد.

۲ – ۱۷ پیاده‌سازی‌های الکترونیکی نرون‌های مصنوعی

نرم‌افزارهایی که در آن‌ها از شبکه‌های عصبی استفاده شده است، نرون‌های شبکه را المان پردازنده (Processing element) می‌نامند. به‌طور معمول در محصولات نرم‌افزاری، المان‌های پردازنده قابلیت بسیار بیشتری از نمونه ساده‌شده‌ای که در بخش‌های پیشین تشریح کردیم، دارند.

در این مدل، ورودی‌ها در نخستین گام، در ضریب وزنی (weighting factor) متناظر خود ضرب می‌شوند. در مرحله بعد، ورودی‌هایی که تغییر مقیاس داده‌اند وارد واحدی می‌شوند که در آن سیگنال‌های ورودی با هم ترکیب می‌شوند. به‌طور معمول عمل ترکیب در این واحد همان عمل جمع جبری است، اما در اصول، می‌توان در این واحد، ورودی‌ها را به روش‌های دیگری علاوه بر عمل جمع معمولی نیز با یکدیگر ترکیب کرد. مثلاً می‌توان به‌جای عمل جمع، از عمل متوسط گیری، انتخاب بزرگترین، انتخاب

www.Prozhe.com

کوچک‌ترین، عمل OR یا AND منطقی هم استفاده کرد. در واقع هدف نهایی در این واحد آن است که از تعداد n ورودی، یک سیگنال خروجی برای ارائه به بخش‌های بعدی فرایند، به‌دست آید. انتخاب نوع <عمل> در این واحد، موضوع دقیقی است که کاملاً به کاربرد مسأله وابسته است.

به‌طور معمول در نرم‌افزارهای تجاری، امکان انتخاب و حتی ساختن توابع گوناگون برای این واحد، از طرف نرم‌افزار به کاربران داده می‌شود. حتی می‌توان کاربردهایی یافت که در آنها، عمل ترکیب در این واحد، وابسته به زمان باشد و در زمان‌های گوناگون پردازش مسأله، عملیات مختلفی برای ترکیب کردن ورودی‌ها به‌کار برده شوند.

در هر صورت، پس از آنکه ورودی‌ها با یکدیگر ترکیب شدند، سیگنال حاصل به واحد دیگری که در آن تابع انتقال یا Transfer Function به سیگنال اعمال می‌شود، هدایت می‌گردد. خروجی این بخش، سیگنال‌های حقیقی خواهند بود. بدین ترتیب جعبه‌ای در دست خواهیم داشت که تعداد n عدد سیگنال ورودی را به m عدد سیگنال خروجی تبدیل می‌کند. در عمل توابع انتقالی که در بخش انتهایی نمودار شکل ۴ به‌کار برده می‌شوند، معمولاً یکی از توابع سینوسی، تانژانت هذلولی، sigmoid و نظایر این‌ها است. در تصویر شماره ۵، نمونه‌ای از یک تابع انتقال از نوع sigmoid نمایش داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌کنید، این تابع انتقال، سیگنال خروجی واحد ترکیب را به سیگنال خروجی تبدیل می‌کند که مقدار (یا اندازه آن) بین صفر و یک می‌تواند باشد.

در عمل، سیگنالِ خروجی یک المان پردازنده می‌تواند برحسب نوع کاربرد، به المان‌های پردازشی دیگر و یا به اتصالات دیگر خارج از شبکه عصبی هدایت شود. در واقع تمامی شبکه‌های عصبی بر اساس ساختار المان‌های پردازشی فوق کار می‌کنند.

۲ – ۱۸ مدل ریاضی

در متون فنی برای نمایش مدل ساده‌ای که در بالا تشریح گردید، به‌طور معمول از فرمولی مشابه(a = f(pw + b استفاده می‌شود. در این جا، از علامت p برای نشان دادن یک سیگنال ورودی استفاده می‌شود. در واقع در این مدل، یک سیگنال ورودی پس از تقویت (یا تضعیف) شدن به اندازه پارامتر w، به‌صورت یک سیگنال الکتریکی با اندازه pw وارد نرون می‌شود. به‌جهات ساده‌سازی مدل ریاضی، فرض می‌شود که در هسته سلول عصبی، سیگنال ورودی با سیگنال دیگری به اندازه b جمع می‌گردد. در واقع سیگنال b خود به معنی آن است که سیگنالی به اندازه واحد در پارامتری مانند b ضرب (تقویت یا تضعیف) می‌شود. مجموع

www.Prozhe.com

حاصل، یعنی سیگنالی به اندازه pw + b، قبل از خارج شدن از سلول تحت عمل یا فرآیند دیگری واقع می‌شود که در اصطلاح فنی به آن تابع انتقال (Transfer Function) می‌گویند. این موضوع در شکل به‌وسیله جعبه‌ای نمایش داده شده است که روی آن علامت f قرار داده شده است. ورودی این جعبه همان سیگنال pw + b است و خروجی آن یا همان خروجی سلول، با علامت a نشانه گذاری شده است. در ریاضی، بخش آخر مدل‌سازی توسط رابطه (a = f(pw + b نمایش داده می‌شود. پارامتر w یا همان ضریبی که سیگنال ورودی p در آن ضرب می‌شود، در اصطلاح ریاضی به نام پارامتر وزن یا weight نیز گفته می‌شود.

زمانی‌که از کنار هم قرار دادن تعداد بسیار زیادی از سلول‌های فوق یک شبکه عصبی بزرگ ساخته شود، شبکه‌ای در دست خواهیم داشت که رفتار آن علاوه بر تابع خروجی f، کاملاً به مقادیر w و b وابسته خواهد بود. در چنین شبکه بزرگی، تعداد بسیار زیادی از پارامترهای w و b باید توسط طراح شبکه مقداردهی شوند. این پروسه از کار، در اصطلاح دانش شبکه‌های عصبی، به فرآیند یادگیری معروف است. در واقع در یک آزمایش واقعی، پس از آن‌که سیگنال‌های ورودی چنین شبکه بزرگی اتصال داده شدند، طراح شبکه با اندازه‌گیری خروجی و با انتخاب پارامترهایw و b به‌گونه‌ای که خروجی مطلوب به‌دست آید، شبکه را <آموزش> می‌دهد. به این ترتیب پس از آنکه چنین شبکه به ازای مجموعه‌ای از ورودی‌ها برای ساختن خروجی‌های مطلوب <آموزش> دید، می‌توان از آن برای حل مسائلی که از ترکیب متفاوتی از ورودی‌ها ایجاد می‌شوند، بهره برد.
تابع f می‌تواند بر حسب کاربردهای گوناگون به‌طور ریاضی، به شکل های متفاوتی انتخاب شود. در برخی از کاربردها، پاسخ مسائل از نوع دودویی است. مثلاً مسأله به‌گونه‌ای است که خروجی شبکه عصبی باید چیزی مانند <سیاه> یا <سفید> (یا <آری> یا <نه>) باشد. در واقع چنین مسائلی نیاز به آن دارند که ورودی‌های دنیای واقعی به مقادیر گسسته مانند مثال فوق تبدیل شوند. حتی می‌توان حالاتی را در نظر گرفت که خروجی دودویی نباشد، اما همچنان گسسته باشد. به عنوان مثال، شبکه‌ای را در نظر بگیرید که خروجی آن باید یکی از حروف الفبا، مثلاً از بین کاراکترهای اسکی (یا حتی یکی از پنجاه هزار کلمه متداول زبان انگلیسی) باشد. در چنین کاربردهایی، روش حل مسئله نمی‌تواند صرفاً بر جمع جبری سیگنال‌های ورودی تکیه نماید. در این کاربردها، ویژگی‌های خواسته شده فوق، در تابع خروجی یا تابع انتقال f گنجانیده می‌شوند. مثلاً اگر قرار باشد خروجی فقط یکی از مقادیر صفر یا یک را شامل شود، در این صورت می‌توان تابع خروجی شبکه عصبی را به شکل بخش a شکل شماره ۳ انتخاب کرد. در این حالت، خروجی چنین شبکه‌ای فقط می‌تواند بر حسب ورودی‌های متفاوت، مقدار یک یا صفر باشد.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

در گروه دیگری از مسائلی که حل آن‌ها به شبکه‌های عصبی واگذار می‌شود، خروجی شبکه عصبی الزاماً بین مقادیر معلوم و شناخته شده واقع نمی‌شود. مسائلی از نوع شناسایی الگوهای تصویری، نمونه‌ای از چنین مواردی محسوب می‌شوند. شبکه‌های عصبی در این موارد، باید به‌گونه‌ای باشند که قابلیت تولید مجموعه نامتناهی از پاسخ‌ها را داشته باشند. رفتار حرکتی یک روبات نمونه‌ای از <هوشی> است که چنین شبکه‌های عصبی می‌توانند فراهم آورند. اما در چنین شبکه‌هایی هم لازم خواهد بود که خروجی بین مقادیر مشخصی محدود شده باشد (موضوع محدود شدن خروجی بین دو مقدار حدی ماکزیمم و مینیمم را در اینجا با موضوع قبلی اشتباه نگیرید. در این مورد خروجی مسأله اساساً گسسته نیست و حتی در بین چنین مقادیر حدی، می‌توان به تعداد نامتناهی خروجی دست یافت). اهمیت این موضوع زمانی آشکار می‌شود که از مثال واقعی کمک گرفته شود. فرض کنید قراراست از شبکه عصبی برای کنترل حرکت بازوی یک روبات استفاده شود. در صورتی‌که خروجی یک شبکه عصبی برای کنترل نیروی حرکتی به‌کار گرفته شود، طبیعی خواهد بود که اگر خروجی شبکه محدود نشده باشد، ممکن است بازوی روبات بر اثر حرکت بسیار سریع، به خود و یا محیط اطراف آسیب برساند.

قبل از آنکه به بخش دیگری از موضوع شبکه‌های عصبی بپردازیم، باید یک نکته را یادآوری کنیم که همان‌طور که در ابتدای این بخش تشریح شد، سلول‌های عصبی دارای ورودی‌های متعددی هستند و خروجی آنها نیز الزاماً محدود به یک خروجی نیست. بر این اساس زمانی که بخواهیم از مدل‌سازی ریاضی برای مدل کردن یک سلول عصبی استفاده کنیم، به‌جای آن‌که همانند فرمول یادشده از یک ورودی p و یک خروجی a استفاده کنیم، از یک بردار p و یک بردار a سخن می‌گوییم. بدین ترتیب بدون آنکه نیاز به اعمال تغییری در این فرمول داشته باشیم، می‌توانیم از آن برای مدل‌سازی سلولی با n ورودی (p1,p2,p3 . . . pn) و به همین ترتیب m خروجی (a1,a2,am) استفاده کنیم. توجه داشته باشید که در این صورت، تعداد عناصر b و w نیز به تناسب افزایش می‌یابند و هر یک به n عدد افزایش می‌یابند.

۲ – ۱۹ کاربرد شبکه‌های عصبی

شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای دامنه کاربرد وسیعی می‌باشند از جمله سامانه‌های آنالیز ریسک، کنترل هواپیما بدون خلبان، آنالیز کیفیت جوشکاری، آنالیز کیفیت کامپیوتر، آزمایش اتاق اورژانس، اکتشاف نفت و گاز، سامانه‌های تشخیص ترمز کامیون، تخمین ریسک وام، شناسایی طیفی، تشخیص دارو، فرایندهای کنترل صنعتی، مدیریت خطا، تشخیص صدا، تشخیص هپاتیت،

www.Prozhe.com

بازیابی اطلاعات راه دور، شناسایی مین‌های زیردریایی، تشخیص اشیاء سه بعدی و دست نوشته‌ها و چهره و... در کل می‌توان کاربردهای شبکه‌های عصبی را به صورت زیر دسته بندی کرد: تناظر (شبکه الگوهای مغشوش وبه هم ریختهرا بازشناسی می‌کند)، خوشه یابی، دسته بندی، شناسایی، بازسازی الگو، تعمیم دهی (به دست آوردن یک پاسخ صحیح برای محرک ورودی که قبلاً به شبکه آموزش داده نشده)، بهینه سازی. امروزه شبکه‌های عصبی در کاربردهای مختلفی نظیر مسائل تشخیص الگو که خود شامل مسائلی مانند تشخیص خط، شناسایی گفتار، پردازش تصویر و مسائلی از این دست می‌شود و نیز مسائل دسته بندی مانند دسته بندی متون یا تصاویر، به کار می‌روند. در کنترل یا مدل سازی سامانه‌هایی که ساختار داخلی ناشناخته یا بسیار پیچیده‌ای دارند نیز به صورت روز افزون از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان در کنترل ورودی یک موتور)کنترل‌کننده موتور (از یک شبکه عصبی استفاده نمود که در این صورت شبکه عصبی خود تابع کنترل را یاد خواهد گرفت.

۲ – ۲۰ معایب شبکه‌های عصبی

با وجود برتری‌هایی که شبکه‌های عصبی نسبت به سامانه‌های مرسوم دارند، معایبی نیز دارند که پژوهشگران این رشته تلاش دارند که آنها را به حداقل برسانند، از جمله:

- قواعد یا دستورات مشخصی برای طراحی شبکه جهت یک کاربرد اختیاری وجود ندارد.
- در مورد مسائل مدل سازی، صرفاً نمی‌توان با استفاده از شبکه عصبی به فیزیک مساله پی برد. به عبارت دیگر مرتبط ساختن پارامترها یا ساختار شبکه به پارامترهای فرایند معمولاً غیر ممکن است.
- دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه آموزش دارد.
- آموزش شبکه ممکن است مشکل ویا حتی غیر ممکن باشد.
- پیش بینی عملکرد آینده شبکه (عمومیت یافتن) آن به سادگی امکان پذیر نیست.

۲ – ۲۱ چگونگی یادگیری شبکه های عصبی

چگونه یک شبکه چیزی را یاد می‌گیرد؟ پاسخ ساده این سؤال، آزمون و خطاست. اما این کار به این سادگی‌ها هم نیست. به عنوان نمونه، بخشی از خروجی یک شبکه عصبی فرضی ساده از نوع Adaline به شکل کد ۱ است.

```
.
.
.
Iteration number 172 produced 6 Good values out of 250
Learn called at number 5 Pattern value = 1 Neuron value = -1
Iteration number 173 produced 5 Good values out of 250
Learn called at number 6 Pattern value = 1 Neuron value = -1
Iteration number 174 produced 6 Good values out of 250
Learn called at number 5 Pattern value = 1 Neuron value = -1
.
.
.
Iteration number 188 produced 5 Good values out of 250
Learn called at number 5 Pattern value = 1 Neuron value = -1
Iteration number 189 produced 5 Good values out of 250
Iteration number 190 produced 250 Good values out of 250
```

کد 1

همانطور که در این مثال می‌بینید، این شبکه قبل از رسیدن به پاسخ صحیح، ۱۹۰ بار تلاش کرده است. اساسا برنامه Adaline دو مقدار را که هرکدام بین ۱- و ۱ هستند، مقایسه می‌کند. این مقادیر به صورت تصادفی تولید و در یک فایل ذخیره می‌شوند. کاری که این برنامه انجام می‌دهد این است که اگر اولین عدد داده شده به آن کمتر از عدد دوم باشد، آن‌گاه خروجی آن ۱ و در غیر اینصورت ۱- خواهد بود. به بیان فنی، این شبکه، ورودی‌ها و وزن‌های مربوط به هر یک از گره‌های شبکه (Nodes) را جمع می‌کند.

سپس حاصل جمع را از طریق تابع انتقال (Transfer Function) به عنوان خروجی گره، برمی‌گرداند. داده‌هایی نیز که برای آموزش شبکه به آن داده می‌شوند، پاسخ‌های صحیح برای مسئله تولید می‌کنند و شبکه خودش را می‌آزماید تا ببیند آیا به جواب صحیح رسیده‌است یا خیر.

در مورد این مثال، شبکه در هربار اجرا حدود شش پاسخ صحیح بدست آورده است، تا این‌که در صد و نودمین بار همه پاسخ‌های صحیح را به‌دست می‌آورد.

برنامه طوری نوشته شده است که آن‌قدر ادامه دهد تا همه پاسخ‌های صحیح را به‌دست آورد و این اتفاق در بار صدونودم رخ می‌دهد. بسیار خوب، اجازه بدهید ببینیم چه اتفاقی در اینجا می‌افتد. در واقع این برنامه تابعی را اجرا می‌کند که قسمت اصلی آن به صورت کد ۲ است.

```
for( int i=0; i<nCount; i++ )
{
  dTotal += ( ( BasicLink )this.InputLinks[ i ] ).WeightedInputValue(
nID );
}

this.NodeValues[ nID ] = TransferFunction( dTotal );
```

کد 2

این کد مرتبا روی پیوندهای مربوط به یک گره تکرار می‌شود، مقدار ورودی وزن‌دار را می‌گیرد و حاصل جمع نهایی را به متغیری از نوع double به نام total اضافه می‌کند. در این مرحله، آنچه که باید بدانید این است که مقدار nID با ثابت nodevalue که در کلاس Values ذخیره شده برابر است و این متغیر، اولین مقدار در گره ورودی را (که در اینجا با آرایه InputLinks و شاخص i ا رجاع داده شده است) می‌گیرد.

```
dReturn = bnInputNode.GetValue( nID )
    * ( ( double )arrayLinkValues[ Values.Weight ] );
```

کد 3

بخش مهم مقدار ورودی وزن‌دار به شکل کد ۳ است، که به معنی حاصلضرب مقدار گره در مقدار وزن پیوند است. مقدار وزن پیوند نیز در واقع اولین مقدار در پیوند است که به صورت کد ۴ در تابع Constructor کلاس Adaline Link مقداردهی اولیه شده است.

```
arrayLinkValues[ Values.Weight ] = Values.Random( -1, 1 );
```

کد ۴

همان‌طور که می‌بینید، این مقدار یک عدد تصادفی بین ۱- و ۱ است. این بدین‌معناست که اولین فعالیت شبکه برای رسیدن به پاسخ صحیح، چیزی بیش از یک حدس نیست. البته همان‌طور که در چرخه بالا می‌بینید، تابع اجرا چرخه دستورات را تکرار می‌کند و از مقدار وزن برای محاسبات استفاده می‌کند و مجموع حاصل را به dTotal اضافه می‌کند. متغیر dTotal سپس از تابع انتقال TransferFunction عبور می‌کند که این تابع نیز شامل کدهای ساده‌ای است. (کد۵)

```
if( dValue < 0 )
    return -1.0;

return 1.0;
```

کد ۵

www.Prozhe.com

در صورتی که مقدار dTotal کوچک‌تر از صفر باشد، خروجی آن ۱- و در صورتی که این مقدار بزرگ‌تر از صفر باشد، خروجی آن ۱ خواهد بود. بنابراین فرض کنید که در dTotal مقداری داریم و براساس مجموعه آموزش‌ها پاسخ ۱- است، اما شبکه ۱ را بازمی‌گرداند. پاسخ غلط است و برنامه یکی از خطوط نشان داده‌شده در کد ۱ را چاپ می‌کند که می‌گوید تاکنون یک عدد معین را می‌گرفته است، اما اکنون باید تابع آموزش را فراخوانی کند؛ چراکه این مورد اخیر غلط از آب در آمده است.

تابع Learn از قواعد دلتا یا Widrow-Hoff استفاده می‌کند که از نظر برنامه‌نویسی به صورت کد ۶ است. در این قسمت از کد، ابتدا مقدار خطای گره مساوی حاصلضرب مقدار گره در عدد ۰.۲- قرارداده می‌شود.

```
NodeErrors[ Values.NodeError ] =
    ( ( double )NodeValues[ Values.NodeValue ] )*-2.0;
BasicLink link;
int nCount = InputLinks.Count;
double dDelta;

for( int i=0; i<nCount; i++ )
{
    link = ( BasicLink )InputLinks[ i ];
    /// delta rule
    dDelta = ( ( double )NodeValues[ Values.LearningRate ] )
      * ( ( double )link.InputValue( Values.NodeValue ) )
      * ( ( double )NodeErrors[ Values.NodeError ] );
    link.UpdateWeight( dDelta );
}
```

کد 6

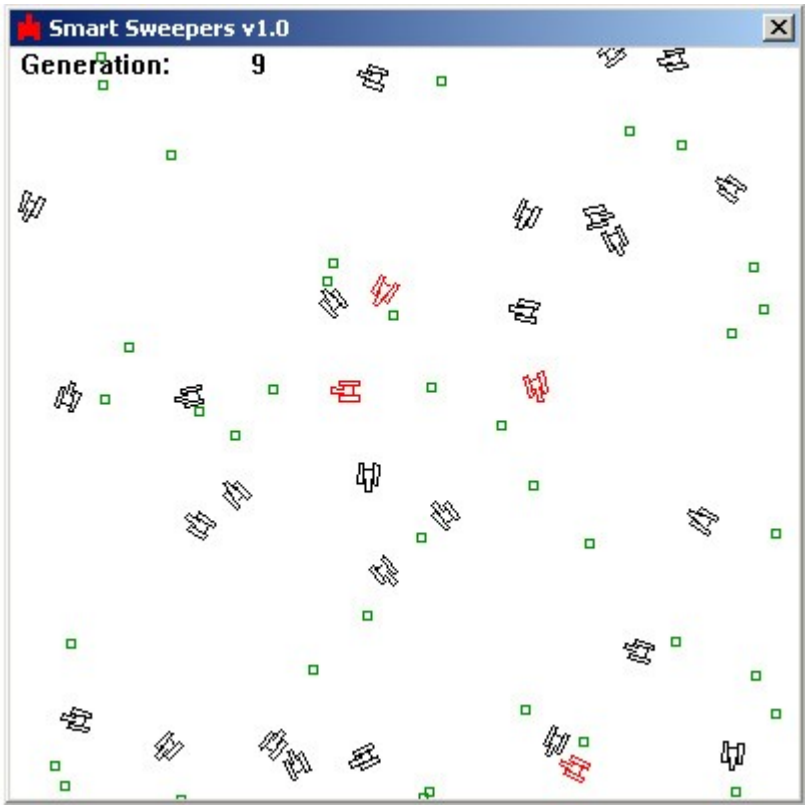
کد سپس روی همه پیوندهای ورودی گره فعلی می‌چرخد و مقدار وزن هر پیوند را مساوی مقدار dDelta قرار می‌دهد که خود حاصل نرخ یادگیری مقادیر گره‌ها است و در هنگام تشکیل گره Adaline مساوی ۴۵.۰ قرارداده شده بود. البته شما در تعیین این مقدار اولیه مختار هستید. می‌توانید آن را تغییر دهید تا ببینید چه تاثیری روی نرخ یادگیری برنامه می‌گذارد. به هرحال اگر به حاصلضرب فوق برگردیم، می‌بینیم که نرخ یادگیری گره در مقدار ورودی پیوندها ضرب شده است و حاصلضرب نیز در مقدار خطای گره که در ابتدای کد مقداردهی شده بود ضرب شده است.

در اینجا لازم به ذکر است که این یک شبکه ساده بود. هدف این بود که بتوانیم نحوه کار یک شبکه عصبی نمونه را بررسی کنیم. در عمل قضیه از این پیچیده‌تر است. طبیعتاً شناخت کامل‌تر شبکه‌های عصبی و عملکرد آن‌ها مستلزم بررسی مثال‌های متنوع‌تر و پیچیده‌تر خواهد بود.

www.Prozhe.com

برای درک بهتر شبکه های عصبی از چند کد استفاده میکنیم :

قصد داریم یک مین یاب بسازیم که یک میدان مین دو بعدی ساده را بگردد و مین ها را جمع کند(در ورژن اصلی آموزش، پروژه تعدادی حشره هستند که میوه می خورند.) این تصویری است از صفحه:



شکل ۲ – ۵ : تصویر میدان مین دو بعدی

همانطور که می بینید یک تصویر بسیار ساده است. مین یاب ها چیزهایی شبیه به تانک هستند و مین ها با نقطه های سبز مشخص شده اند هرجا که مین یاب مینی را پیدا کند، مین حذف می شود و دیگری به طور تصادفی در جای دیگری از دنیا قرار می گیرد.و همیشه تعداد ثابتی از مین ها در میدان مین نمایش داده می شود.

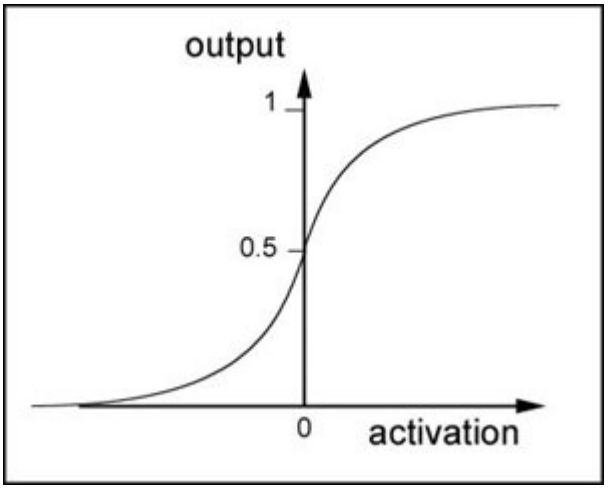
چطور شبکه نورون ها این مین یاب ها را کنترل می کند؟ درست مثل کنترل یک تانک واقعی، مین یاب توسط تنظیم سرعت چرخ های راست و چپ کنترل می شود. با اعمال نیروهای مختلف به چپ و راست مین یاب ، می توان به این شی دامنه کاملی از حرکت را داد . بنابراین شبکه به دو خروجی نیاز دارد. یکی برای تعیین سرعت چرخ های سمت راست و دیگری برای تعیین سرعت

چرخهای سمت چپ. اگر بیشتر دقیق شویم ممکن است تعب کنید که چگونه ممکن است نیروهای مختلفی را اعمال کرد در حالیکه تمام آنچه که قبلاً هم راجع به آنها صحبت کردیم شبکه خروجی باینری (۰و۱) است. راز همین جاست; به جای استفاده از یک تابع پله ی ساده (آستانه) به عنوان تابع تحریک از تابعی استفاده می کنیم که خروجی هر نورون را برای ایجاد یک منحنی متقارن ، نرم تر کند. چندین تابع برای اینکار وجود دارد، ولی ما از تابع sigmoid استفاه می کنیم.

Ouput=1/(1+e^((-a)/p))

eیک ثابت ریاضی است (عدد نپر) با مقدار ثابت ۲.۱۸۳، aمقدار تحریک ورودی به نورون است و p عددی است که شکل منحنی را مشخص می کند. معمولاً مقدار آن را یک ۱ قرار می دهیم.

این تابع برای کاربردهای مختلف قابل استفاده است و شکل خروجی آن بصورت زیر است.



شکل ۲ - ۶ : خروجی تابعsigmoid

هر چقدر مقدار p کمتر باشد تابع بیشتر به تابع پله شبیه خواهد شد.به این هم توجه کنید که منحنی همیشه حول ۰.۵ است. مقدار تحریک منفی باعث ایجاد مقداری کمتر از ۰.۵ و مقدار تحریک مثبت باعث ایجاد مقداری بیشتر از ۰.۵ می شود .بنابریان بری ایجاد خروجی مدرج پیوسته بین ۰ تا ۱ از نورون فقط باید جمع تمام ورودی های وزن دهی شده را در تابع sigmoid قرار دهیم. ۴ ورودی را انتخاب کرده و دو بردار محل نزدیک ترین مین را مشخص می کند و دوتای دیگر مسیر مین یاب را مشخص می کند. این بردارها را بردار look-at مین یاب می نامیم.این ۴ ورودی به مغز مین یاب-شبکه عصبی اون-تمام آنچه را که برای کشف و جهت دهی خودش در مقابل مین ها نیاز دارد، ایجاد می کند .

www.Prozhe.com

چطور می توانیم تصمیم بگیریم به چند لایه و چه تعداد نورون برای هر لایه نیاز داریم. خوب این موضوع یک کار حدسی است.هیچ قانون شناخته شده ای وجود ندارد.به طور پیش فرض برپایه شبیه سازی ها یک لایه پنهان با ۶ نورون انجام می شود ولی باید زمانی را برای آزایش تعداد مختلف نورون ها و تاثیر آنها گذاشت.

در اینجا لازم است تاکید کنم هر چقدر بیشترحول و حوش این اعداد بازی کنیم احساس قویتری را برای تصمیم کیری خواهید داشت و شبکه عصبی بهتری خواهید داشت.

چند کد برای تشخیص بهتر

CNeuralNetکلاس شبکه نورون هاست

CGenAlgکلاس لگوریتم ژنتیک است

CMineSweeperکلاس داده و کنترلگر هر مین یاب است .

CControllerکلاس کنترلگری است که دیگر کلاس ها را به هم مرتبط می سازد .

CParamsکلاسی است که برای کاربرداهای هر پارامتر بار می شود. این پارامترها را می توان در params.ini دید .

The CNeuralNet class

با کلاس CNeuralNet شروع می کنیم.

۲ – ۲۲ ساختار نورون و لایه ی نورون

نورون:

```
Struct SNeuron
{
//the number of inputs into the neuron
int m_NumInputs;
//the weights for each input
```


www.Prozhe.com

```
Vector m_vecWeight;
//ctor
SNeuron (int NumInputs);
};
```

خیلی سادست. فقط باید تمام ورودی هایی را که به نورون می رسند ثبت کرد و یک بردار std از نوع double که تمامی وزن ها را در خود دارد. توجه کنید هر ورودی به نورون یک وزن دارد. وقتی SNeuron ایجاد شد تمامی وزن ها را با مقادیر تصادفی مقدار دهی می کنیم.

نکته برنامه نویسی:

بردار std قسمتی از STL است و آماده ایجاد کلاس برای جابجایی آرایه های دینامیک بردار، شبیه آنچه توضیح داده شد، ساخته می شود. المان ها با استفاده از روش push_back()اضافه می شوند.برای خالی کردن بردار کافی است از این راه برویم : Myfirstvector.clear()و می توان تعداد المانهای بردار را با استفاده از دستور Myfirstvector.Size() فهمید.

```
#include
Std::vectorMyFirstVector;
For(int i=o; i<10; i++)
{
MyFirstVector.push_back(i) ;
Count<<endl<<myfirstvector;
}</endl<<myfirstvector
```

هیچ نیازی به مدیریت حافظه نیست std::vector.تمام این ها را انجام می دهد.باید در زمان مناسب از این ها در برنامه استفاده کنیم.

واین هم سازنده SNeuron است:

```
SNeuron::SNeuron(int NumInputs): m_NumInputs(NumInputs+1)
{
//we need an additional weight for the bias hence the +1
for (int i=0; i
{
//set up the weights with an initial random value
m_vecWeight.push_back(RandomClamped());
```

```
}
}
```

بااین برنامه تعداد ورودی های رسیده به نورون به عنوان آرگومان می گیرد و برداری برای وزن های تصادفی می سازد. یک وزن برای هر ورودی.

چرا از این وزن استفاده می کنیم

به یاددارید که تحریک مجموعه ای از تمام ورودی ها در وزن هایشان بود. خروجی نورون بسته به اینکه تحریک بیشتر از یک مقدار آستانه است تعیین می شد. این هایی که گفتیم با رابطه زیر بیان می شد:

$$x1w1 + x2w2 + x3w3\ldots + xnwn >= t$$

$$x1w1 + x2w2 + x3w3\ldots + xnwn - t >= 0$$

$$x1w1 + x2w2 + x3w3\ldots + xnwn + (-1)t >= 0$$

با آستانه مثل یک وزن رفتارشده که همیشه در ورودی -1 ضرب می شود و اغلب با نام بایاس معرفی می شود .

به این دلیل است که به هر نورون با یک وزن اضافه مقدار دهی می شود. حالا وقتی نورون بیرون بیاد دیگر نیازی نیست نگران مقدار آستانه باشیم و اینکه آیا وزن ها این مقدار را می سازند .

ساختار بعدی لایه ای از نورون ها را تعریف می کند:

```
struct SNeuronLayer
{
//the number of neurons in this layer
int m_NumNeurons;

//the layer of neurons
vector m_vecNeurons;

SNeuronLayer(int NumNeurons, int NumInputsPerNeuron);
};
```

همانطور که می بینید گروههای با هم فقط دسته ای از نورون ها داخل یک لایه است .کلاس Central *دارای جذابیت های خیلی بیشتری است.*

www.Prozhe.com

۲ – ۲۳ تعریف کلاس *Central*

```
class CNeuralNet
{
private:
int m_NumInputs;

int m_NumOutputs;

int m_NumHiddenLayers;

int m_NeuronsPerHiddenLyr;

//storage for each layer of neurons including the output layer
vector m_vecLayers;

public:

CNeuralNet();

//have a guess... ;0)
void CreateNet();

//gets the weights from the NN
vector GetWeights()const;

//returns the total number of weights in the net
int GetNumberOfWeights()const;

//replaces the weights with new ones
void PutWeights(vector &weights);
```


www.Prozhe.com

```
//calculates the outputs from a set of inputs
vector Update(vector &inputs);

//sigmoid response curve
inline double Sigmoid(double activation, double response);
};
```

بیشتر خط های این برنامه بی نیاز از توصیف است.کار اصلی توسط update انجام می شود ورودی ها را به عنوان یک بردار std و از نوع double می دهیم و خروجی را هم به عنوان یک بردار std و از نوع double در نظر می گیریم.

این تنها روشی است که بعد از مقدار دهی اولیه کلاس CNeuralNetwork از آن استفاده می کنیم.می توانیم با اینها مانند یک جعبه سیاه رفتار کنیم، داده های آنرا تغذیه کنیم و خروجی ها را بگیریم.

یک نگاه نزدیک به این روش بیاندازیم.

```
vector CNeuralNet::Update(vector &inputs)
{
//stores the resultant outputs from each layer
vector outputs;

int cWeight = 0;

//first check that we have the correct amount of inputs
if (inputs.size() != m_NumInputs)
{
//just return an empty vector if incorrect.
return outputs;
}

//For each layer....
for (int i=0; i
```

```
{
if ( i > 0 )
{
inputs = outputs;
}

outputs.clear();

cWeight = 0;

//for each neuron sum the (inputs * corresponding weights).Throw
//the total at our sigmoid function to get the output.
for (int j=0; j<m_veclayers.m_NumNeurons; ++j)
{
double netinput = 0;

int NumInputs = m_vecLayers</m_veclayers.m_vecNeurons[j].m_NumInputs;

//for each weight
for (int k=0; k
{
//sum the weights x inputs
netinput += m_vecLayers.m_vecNeurons[j].m_vecWeight[k] *
inputs[cWeight++];
}

//add in the bias
netinput += m_vecLayers.m_vecNeurons[j].m_vecWeight[NumInputs-1] *
CParams::dBias;

//we can store the outputs from each layer as we generate them.
```


www.Prozhe.com

```
//The combined activation is first filtered through the sigmoid
//function
outputs.push_back(Sigmoid(netinput, CParams::dActivationResponse));

cWeight = 0;
}
}
return outputs;
}
```

بعد از اینکه روش بررسی شود و صحت بردار ورودی که وارد لوپ می شود در هر لایه یکی یکی امتحان می شود .

برای هر لایه، وارد لایه می شود و حاصلضرب تمام ورودی ها در وزن نظیرش را با هم جمع می کند، آخرین وزن به هر نورون به عنوان بایاس اضافه می شود. این مقدار به تابع sigmoid داده می شود تا به نورون خروجی بدهد.سپس به یک بردار که فیدبک می شود برای تکرار بعدی لوپ، همین طوراضافه می شود تا خروجی مناسب را داشته باشیم.

روش های دیگر در CNeuralNet که اصولاً کلاس الگوریتم های ژنتیک است، برای گرفتن وزن ها از یک شبکه یا برای جابجایی وزن های از یک شبکه استفاده می شود .

The CGenAlg Class

این کلاس الگوریتم های ژنتیک است. اگر قسمت های قبلی را دنبال کرده باشید اطلاعات کافی درباره چگونگی عملکرد این کلاس هاخواهید داشت. تفاوتی در مورد CGenAlgهست،زیرا می خواهیم از بردارهایی با مقدار حقیقی به جای یک رشته باینری استفاده کنیم.

شبکه عصبی با خواندن تمام وزن ها از چپ به راست و از اولین لایه پنهان به طرف بالا دکد می شود و در یک بردار ذخیره می شوند.اگر شبکه چیزی شبیه این باشد .

بردار باید : ۰.۳ , -۰.۸ , -۰.۲ , ۰.۶ , ۰.۱ , -۰.۱ , ۰.۴ , ۰.۵ (در این شکل درباره وزن ها فقط صحبت شده و مقدار بایاس ذکر نشده).

حال می توانیم از crossover و mutation به صورت نرمال استفاده کنیم، با یک تفاوت، سرعت mutation در الگوریتم های ژنتیک عددهای حقیقی بزرگی است، مقداری بین ۰.۰۵ تا ۰.۲ توصیه می شود.

قبل از تعریف کلاس CGenAlg یه نگاهی سریع به تعریف ساختار ژنوم بیندازیم .

www.Prozhe.com

```
struct SGenome
{
vector vecWeights;

double dFitness;

SGenome():dFitness(0){}

SGenome( vector w, double f): vecWeights(w), dFitness(f){}
//overload '<' used for sorting
friend bool operator<(const SGenome& lhs, const SGenome& rhs)
{
return (lhs.dFitness < rhs.dFitness);
                                                                    }
```

و حالا کلاس CGenAlg:

```
class CGenAlg
{
private:
//this holds the entire population of chromosomes
vector m_vecPop;

//size of population
int m_iPopSize;

//amount of weights per chromo
int m_iChromoLength;

//total fitness of population
double m_dTotalFitness;

//best fitness this population
```


www.Prozhe.com

```
double m_dBestFitness;

//average fitness
double m_dAverageFitness;

//worst
double m_dWorstFitness;

//keeps track of the best genome
int m_iFittestGenome;

//probability that a chromosomes bits will mutate.
//Try figures around 0.05 to 0.3 ish
double m_dMutationRate;

//probability of chromosomes crossing over bits
//0.7 is pretty good
double m_dCrossoverRate;

//generation counter
int m_cGeneration;

void Crossover(const vector &mum,
const vector &dad,
vector &baby1,
vector &baby2);

void Mutate(vector &chromo);

SGenome GetChromoRoulette();
```

```
void GrabNBest(int NBest,
const int NumCopies,
vector &vecPop);

void CalculateBestWorstAvTot();

void Reset();

public:
CGenAlg(int popsize,
double MutRat,
double CrossRat,
int numweights);

//this runs the GA for one generation.
vector Epoch(vector &old_pop);

//-------------------accessor methods
vector GetChromos()const{return m_vecPop;}
double AverageFitness()const{return m_dTotalFitness / m_iPopSize;}
double BestFitness()const{return m_dBestFitness;}
};
```

وقتی CGenAlg آن را ساخت، تعداد وزن ها در هر شبکه نورون های مین یاب وارد آن می شوند، با هم و به اندازه تمام جمعیت.

سازنده تمام جمعیت را با وزن ها تصادفی مقدار دهی می کند، سپس هر کروموزوم به مغز مین یاب مربوطه با استفاده از روش CNeuralNet::putweights تخصیص داده می شود.

حال مین یاب آماده عمل است!

www.Prozhe.com

کنار هم قرار دادن تمامی اینها:

۲ – ۲۴ توضیح لوپ اصلی

```
bool CController::Update()
{
//run the sweepers through CParams::iNumTicks amount of cycles. During
//this loop each sweeper's NN is constantly updated with the appropriate
//information from its surroundings. The output from the NN is obtained
//and the sweeper is moved. If it encounters a mine its fitness is
//updated appropriately,
if (m_iTicks++ < CParams::iNumTicks)
{
for (int i=0; i
{

//update the NN and position
if (!m_vecSweepers.Update(m_vecMines))
{
//error in processing the neural net
MessageBox(m_hwndMain, "Wrong amount of NN inputs!", "Error", MB_OK);
return false;
}

//see if it's found a mine
int GrabHit = m_vecSweepers.CheckForMine(m_vecMines, CParams::dMineScale);

if (GrabHit >= 0)
{
```


www.Prozhe.com

```
//we have discovered a mine so increase fitness
m_vecSweepers.IncrementFitness();

//mine found so replace the mine with another at a random
//position
m_vecMines[GrabHit] = SVector2D(RandFloat() * cxClient, RandFloat() * cyClient);
}

//update the fitness score
m_vecThePopulation.dFitness = m_vecSweepers.Fitness();
}
}
```

اولین قسمت if تمام مین یاب ها را از یک نسل اجرا می کند(یک نسل شامل CParams::iNumTicks مقدار از چرخه های کامپیوتر است.) شبکه نورون هایشان را به روز می کنند و بر طبق آن موقعیت شان را. حال اگر مین پیدا شود، جابجا می شوند و رتبه صلاحیت وسازگاری مین یاب ۱ درجه افزایش می یابد. سپس مین ها در مکانهایی که تصادفی ایجاد شده اند جابجا می شوند .

```
//Another generation has been completed.
//Time to run the GA and update the sweepers with their new NNs
else
{
//increment the generation counter
++m_iGenerations;

//reset cycles
m_iTicks = 0;

//run the GA to create a new population
m_vecThePopulation = m_pGA->Epoch(m_vecThePopulation);

//insert the new (hopefully)improved brains back into the sweepers
```

```
//and reset their positions etc
for (int i=0; i
{
m_vecSweepers.PutWeights(m_vecThePopulation.vecWeights);
m_vecSweepers.Reset();
}
}
return true;
}
```

در انتهای هر نسل دیگر وضعیت ها از بین می رود. این مقدار قابل توجه کد است که کروموزوم های مین یاب را در مورد صلاحیت آنها تطبیق می دهد و اطلاعات را به الگوریتم ژنتیک می فرستد GA.ماده اولیه است، وزن های جدید را بر میگرداند که بعد از آن وارد یک نسل جدید مغز مین یاب می شود. همه چیز بازنشانی می شود و یک چرخه جدید مانند قسمت های قبلی ایجاد می شود.

تابع updateیک حلقه بی پایان دارد، تا اینکه شما تصمیم بگیرید مین یاب به اندازه کافی رفتار مطلوب را داشته و حلقه را متوقف کنید. که معمولاً ۱۵ نسل طول می کشد.

فشردن کلید f هنگام اجرای برنامه، آن را به مد تسریع زمان می برد و شما می توانید گراف ساده فرایند جمعیت را ببینید.

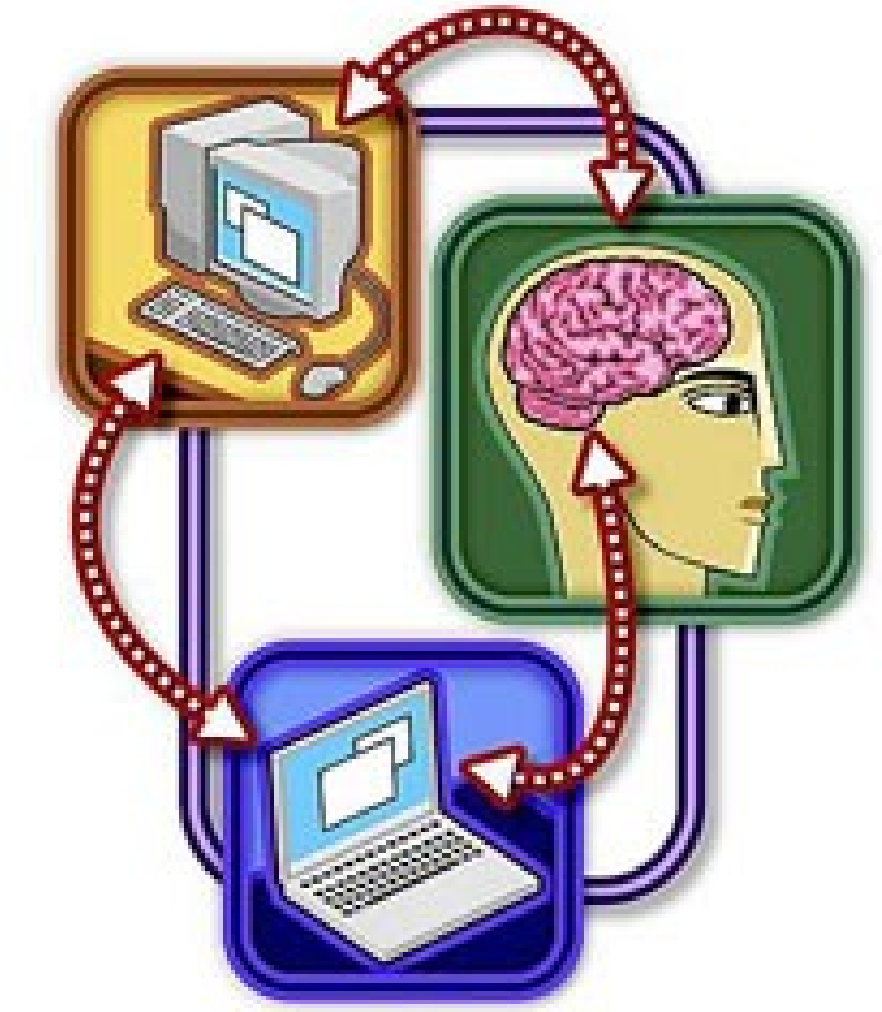
سعی کنید:

مین یابی ایجاد کنید که از مین ها پیروی کند.

مین یابی ایجاد کنید که مین ها را بردارد ولی ا ز دیگر اشیا دوری کند.

فصل سوم :

بررسی ساختار و پارامترهای مهم شبکه های عصبی فازی



www.Prozhe.com

مقدمه

جهان خاکستری است اما علم سیاه و سفید است . ما درباره صفرها و یک ها صحبت می کنیم اماحقیقت چیزی بین آنهاست . جملات و بیانهای منطق سوری و برنامه ریزی رایانه همگی به شکل درست یا نادرست ، یک یا صفر هستند. اما بیانهای مربوط به جهان واقعی متفاوتند . هر نوع بیان واقعیت یکسره درست یا نادرست نیست. حقیقت آنها چیزی بین درستی کامل و نادرستی کامل است . چیزی بین یک و صفر ، یعنی مفهومی چندارزشی و یا خاکستری . حال فازی چیزی بین سیاه و سفید ، یعنی خاکستری است " (بارت کاسکو)".

در فارسی، فازی به نامهای مشکک و شولای نیز ترجمه شده است. شاید این مثال از پروفسور زاده جالب باشد:

"منطق کلاسیک شبیه شخصی است که با یک لباس رسمی مشکی ، بلوز سفیدآهاردار، کروات مشکی ، کفش های براق و غیره به یک مهمانی رسمی آمده است و منطق فازی تا اندازه ای شبیه فردی است که با لباس غیررسمی ، شلوارجین ، تی شرت و کفشهای پارچه ای آمده است. این لباس را درگذشته نمی پذیرفتند. اما امروز، جور دیگری است ."در سال ۱۹۶۵ ، ایرانی تباری بنام پروفسور لطفی عسگرزاده ، معروف به زاده ، استاد دانشگاه برکلی آمریکا، در مجله اطلاعات و کنترل ، مقاله ای تحت عنوان Fuzzy Sets منتشر ساخت و این مقاله مبنای توسعه و ترویج این نظریه به جهان شد . مدتها بودکه او با نظریه سیستمها سروکار داشت و ملاحظه می کرد که هر چه پیچیدگی یک سیستم بیشترشود حل و فصل آن بوسیله ریاضیات رایج ، مشکل تراست ولذا به ریاضیات دیگری برای حل این مشکل نیاز است این ریاضیات باید بتواند ابهام موجود در پیچیدگی یک سیستم را مدل سازی کند و بامحاسبات خودآن راتحت کنترل و نظارت درآورد ورفتارآن را پیشگویی کند وبالاخره درسال ۱۹۶۵به این موفقیت دست یافت. اولین دانشجویی که درجهان رسماً دوره دکتری خودرادراین رشته درسال ۱۹۷۲ میلادی زیرنظرآقای پروفسورزاده به اتمام رسانید مرحوم ولی ا...طحانی بودکه روحش شاد وقرین رحمت باد. ایشان اولین کسی بود که در ایران به تحقیق فازی پرداخت اما نهال این رشته علمی و ادبیات آن درایران و در دانشگاه کرمان درسال ۱۳۶۶ کاشته شد همچنین اولین فارغ التحصیل دکتری ریاضی ایران در رشته جبرفازی بود.

منطق فازی بویژه درصنعت کاربردهای فراوان پیداکرده است. مثلا در سیتمهای خبره ، سیستمهای پایگاه داده ها و بازیافت اطلاعات ، تشخیص الگو و خوشه بندی ، سیستمهای رباتیک ، فرآوری تصویر و سیگنالها ، تشحیص صدا ، تجزیه و تحلیل ریسک ، کنترل ، شبکه های عصبی، منطق ، تحقیق درعملیات ، شبیه سازی ، ریاضیات ، آمار، شیمی ، محاسبات نرم ، هوش مصنوعی ، تجزیه وتحلیل داده ها، اکولوژی ، اقتصاد ،کشاورزی به وفور یافت می شود . امروزه تئوری فازی در پروژه های چند منظوره نقش

www.Prozhe.com

اساسی را بازی می کند . این موضوع مخصوصاً در رابطه با پروژه های چند منظوره سیستم های هوشمند صادق است . این سیستم ها دست ساخته انسان قادر به حل مسائل پیچیده همانند رفتار انسان بطریق هوشمند می باشند . در اینگونه پروژه ها ، معمولاً تئوری فازی با محاسبات شبکه های عصبی ، الگوریتم ژنتیک و سایر متدهای پیش رفته ترکیب و تلفیق می گردند.

مدل سازی سیستمها با ابزارهای ریاضی معمول مانند معادلات دیفرانسیل برای سیستمهای پیچیده و دارای عدم قطعیت مناسب و کارا نیست .از سوی دیگر سیستمهای فازی با بهره گیری از مجموعه قوانین فازی میتوانند جنبه های کیفی دانش انسان و فرآیندهای استدلالی را بدون کاربرد آنالیز کمی دقیق مدل کنند .مدلسازی و شناسایی فازی، توسط تاکاگی و سوگینو مورد بررسی قرار گرفت و کاربردهای عملی زیادی در زمینه کنترل، شناسایی و پیشبینی به دست آورد .از تلفیق ساختارهای فازی با شبکه های عصبی مصنوعی، شبکه های فازی- عصبی حاصل میشوند که برای شناسایی سیستمها،

پیش بینی سری های زمانی و موارد متنوع دیگر به کار میروند.

ساختار Adaptive Network Based Fuzzy Inference System(ANFIS) که در سال 1993 ارائه شد، حاصل تلفیق شبکه های عصبی تطبیقی و منطق فازی است که با به کارگیری فرآیند یادگیری

هایبرید، میتوان پارامترهای آن را برای مدلسازی سیستمها براساس دادههای ورودی_خروجی موجود

تنظیم نمود. ساختارهایی که پیش از سال 1993 ارائه شده-قابلیت تطبیق کمتری داشتند . پس از ANFIS، در مقایسه باسال 1993نیز ساختارهای فازی-عصبی متنوعی ارائه شدند که از مهمترین آنها میتوان به شبکه فازی-عصبی تحویلپذیر سیستم فازی-عصبی پویای تحویلپذیر ،SAFIN، GenSoFNN هستند

امروزه از شبکه های عصبی مصنوعی به طور گسترده ای برای حل مسائل پیچیده استفاده میشود . از جمله کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی میتوان به کاربرد آن در هوافضا ، حمل و نقل، امور مالی، امور دفاعی ساخت و تولید ، رباتیک، تشخیص گفتار، الکترونیک و پزشکی اشاره کرد . به طور کلی روش پس انتشار خطا برای آموزش شبکه عصبی مصنوعی بکار میرود . در اغلب این مطالعات از شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین روابط بین متغیرهای قابل کنترل و متغیرهای پاسخ استفاده شده است که برای دستیابی به تخمین دقیق این روابط نیاز مبرمی به تنظیم پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد .

www.Prozhe.com

در روش های سنتی پارامترهای شبکه عصبی بااستفاده از سعی و خطا تنظیم میشود که معمولا روش زمانبری است . بنابراین یافتن روشی برای تعیین بهترین ترکیب پارامترهای کنترلی که بر روی عملکرد شبکه عصبی مصنوعی تاثیرگذارند ضروری به نظر میرسد .

در اینجا پس از شناسایی معیارهای عملکرد شبکه عصبی مصنوعی و عوامل قابل کنترل تاثیر گذار در آنها طراحی آزمایشات با استفاده از روش باکس – بنکن صورت میپذیرد . پس از ثبت آزمایشات انجام داده شده آنالیز واریانس روی آنها صورت گرفته و عوامل غیر اثرگذار حذف میگردند . سپس به یافتن رابطه رگرسیونی بین عوامل کنترلی شناسایی شده و معیارهای عملکرد تعیین شده برای شبکه عصبی مصنوعی پرداخته میشود . در ادامه روش برنامه ریزی فازی به منظور یافتن ترکیبی از عوامل کنترلی که موجب بهترین عملکرد شبکه عصبی شود، بکار گرفته میشود .

همانگونه که ذکر شد، در اغلب مطالعات انجام شده مرتبط از شبکه عصبی برای بهینه سازی متغیرهای کنترلی در مسائل چندپاسخه استفاده میشود در حالیکه مطالعه حاضر از رویکرد بهینه سازی چندپاسخه در تنظیم پارامترهای شبکه عصبی استفاده مینماید .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۱ یکپارچگی منطق فازی و شبکه های عصبی

سیستم های هوشمند پیوندی که از ترکیب منطق فازی و شبکه های عصبی تشکیل شده است . در حال اثبات کردن تاثیراتشان در یک پهنه وسیعی از مسایل دنیای واقعی هستند.

منطق فازی و شبکه های عصبی خصوصیات محاسباتی ویژه ای دارند که آنها را برای مسائل خاصی مناسب می سازد. برای مثال در حالیکه شبکه های عصبی برای تشخیص الگو خوب هستند برای شرح اینکه چطور تصمیم گیری می کنند خوب نیستند. سیستم های فازی که می توانند با اطلاعات مبهم استدلال کنند برای این کار یعنی تشریح چگونگی تصمیم سازی مناسبند اما به طور اتو ماتیک نمی توانند قوانین را که برای این تصمیم گیری استفاده می کنند را بدست آورند . این محدودیت ها یک نیروی محرک اصلی در پشت ایده ایجاد سیستمهای ترکیبی هوشمند بود که دو یا بیشتر از دو تکنیک در یک روش ترکیب شوند تا اینکه بر محدودیت های هر یک از این تکنیک ها بتوان غلبه کرد. سیستم های پیوندی همچنین موقعی اهمیت دارند که در طبیعت متنوع حوزه های کاربردی در نظر گرفته می شوند. بسیاری از حوزه های پیچیده تعداد زیادی مسائل جزئی متفاوت دارند که هر کدام ممکن است به انواع متفاوتی از فرایندها نیاز داشته باشند.

استفاده از سیستم های هوشمند ترکیبی با موفقیت برنامه های کاربردی در حوزه هایی که شامل پردازش فرایند ، طراحی مهندسی ، تجاری- مالی ، ارزش افزوده ، تشخیص پزشکی و شبیه سازی شناختی به سرعت در حال رشد است .

هنگامی که منطق فازی، یک ماشین استنتاج تحت عدم قطعیت شناختی به وجود آورد ، شبکه های عصبی محاسباتی فواید مهیجی از قبیل یادگیری ، تطبیق ، تحمل خطا ، تقارن و تعمیم دهی را پیشنهاد می کنند .

برای توانا ساختن یک سیستم برای پرداختن به عدم قطعیت های شناختی در روشی مشابه انسانها بایستی مفاهیم منطق فازی را با شبکه های عصبی ترکیب نمود .

تصور می شود که سیستم های فازی عصبی برای فرایندهای محاسباتی راهگشا باشند و این کار با توسعه یک نرون فازی بر اساس فهمی که از ساختار شناسی نرونهای بیولوژیکی بدست می آید شروع می شود و به دنبال آن ماشینهای یادگیرنده ایجاد می شوند که این اعمال منجر به سه مرحله در یک فرایند محاسباتی فازی- عصبی می شود که در ذیل آورده شده است:

www.Prozhe.com

- توسعه مدلهای فازی عصبی که به وسیله نرونهای بیولوژیکی برانگیخته می شوند.
- مدلهای ارتباطی سیناپسی که فازی سازی را در داخل شبکه های عصبی ترکیب می کنند.
- توسعه الگوریتم های یادگیرنده (که در این مرحله وزن های سیناپسی تعدیل می گردند.)

۳ – ۲ برخی از کاربردهای سیستم های فازی- عصبی

اولین کاربردهای شبکه های عصبی- فازی برای کالاهای مربوط به مصرف کنندگان در بازارهای کره و ژاپن در سال ۱۹۹۱ پدیدار شد . برخی از نمونه های اینگونه کالا ها عبارتند از : تهویه کننده هوا ، فرشهای الکتریکی ، پنکه های الکتریکی ، دیگ حرارتی الکتریکی ، بخاری های الکتریکی رومیزی ، بخاری های بادبزن نفتی دودکش دار ، اجاق مایکروویو ، یخچالها ، پلوپز ، جاروبرقی ، ماشینهای لباسشویی ، خشک کننده لباس ، ماشین فتوکپی ، کلمه پردازها .

ایده استفاده از شبکه های عصبی برای طراحی توابع عضویت توسط تاکاگی و هایاشی پیشنهاد گردید و این ایده توسط توسط کاربردهایی از روش گرادیان نزولی برای تنظیم پارامترها ، که شکل و موقعیت توابع عضویت را تعریف می کرد ، دنبال شد . این روش به طور گسترده برای توابع عضویت مثلثی ، توابع عضویت گوسین ، توابع عضویت حلقوی و توابع عضویت زنگوله شکل مورد استفاده قرار میگیرد .شکل های ساده توابع عضویت همچون مثلثی ها بیشتر برای تولیدات واقعی به کار می روند . مرکز و پهنا توابع عضویت بوسیله روش گرادیان تنظیم می شود و خطای بین خروجی سیستم فازی واقعی و خروجی دلخواه را کاهش می دهد . شکل زیر یک نمونه از این نوع کابردهای شبکه های عصبی را نشان می دهد.

۳ – ۳ انواع شبکه عصبی فازی و نوروفازی:

نحوه ارتباط بین منطق فازی و شبکه عصبی باعث بوجود آمدن انواع مختلفی از سیستم‌ها شده است. بسیاری بر این باورند که اطلاق کلمه نوروفازی به تمامی این ترکیبات، درست نمی‌باشد؛ چراکه برخی از این ترکیبات ارتباطی تکمیلی با یکدیگر داشته و به جای هر یک از این اجزاء می‌توان سیستم‌های دیگری مانند درخت تصمیم، الگوریتم تکاملی و از این دست را جایگزین نمود. به

www.Prozhe.com

عبارتی اختصار نوروفازی به سیستم ترکیبی حاصل از شبکه عصبی و سیستم استنتاجی فازی گفته شده که در آن شبکه عصبی به عنوان تعین کننده پارامترهای سیستم فازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. منظور از تعیین پارامترهای سیستم فازی توسط شبکه عصبی، تعیین اتوماتیک پارامترهای فازی مانند قوانین فازی و یا توابع عضویت مجموعه‌های فازی است. در مقابل نوروفازی، شبکه عصبی فازی قرار دارد که در آن از منطق فازی برای بهبود عملکرد شبکه عصبی استفاده می‌شود. در این شبکه منطق فازی فرع بوده و تنها برای بهبود شرایط شبکه عصبی و یا اضافه نمودن مفهوم عدم قطعیت به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تقسیم‌بندی زیر نحوه ارتباط بین منطق فازی و شبکه عصبی را با توجه به این دیدگاه بیان می‌نماید.

۳ – ۴ پارامترهای مهم سیستم های عصبی فازی :

پارامترهای شبکه عصبی فازی شامل :

- **داده های ورودی**
  - **داده های آموزش**
  - **داده های تست**
  - **داده های تصدیق**
- **درجه عضویت**
- **قوانین فازی (عملگرهای فازی)**
- **توابع عضویت (توابع درجه عضویت خروجی)**

هستند که ابتدا با قراردادن در صدی از داده های ورودی (داده ها آموزش)در اختیار سیستم عصبی فازی ،سیستم از نمونه های مورد نظر تست گرفته (از داده های تست استفاده کرده) سپس از داده های تصدیق استفاده میکند . به عبارت دیگر اگر مثلا در آزمایشی داده های آموزش ۷۵ درصد کل داده ها را تشکیل دهد بدین معنی است که ۵ درصد کل داده ها برای تصدیق و ۲۰ درصد باقی مانده برای تست شبکه بکار میرود .که در ادامه این تحقیق و پژوهش به بررسی این موضوع پرداخته شده است .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۵ سامانه استنتاج تطبیقی عصبی فازی (ANFIS)

در بین روشهای نوین مدلسازی، سامانه های فازی از جایگاه ویژه ای برخوردارند . توانایی پیاده سازی دانش بشری با استفاده از مفاهیم برچسبهای زبانی و قواعد فازی ،غیر خطی بودن و قابلیت سازش پذیری این سیستم ها و دقت بهتر آنها در مقایسه با سایر روشها در شرایط محدودیت داده ها ، از جمله مهمترین ویژگی های این سیستم هاست . نکته مهم منطق فازی امکان برقراری ارتباط بین فضای ورودی به فضای خروجی میباشد و سازوکار اولیه برای انجام این کار فهرستی از جملات **If - Then** است ،که قانون نامیده میشوند . داشتن روشی که با استفاده از آن بتوان اطلاعات موجود برای ساخت این قواعد را استفاده کرد به عنوان ابزاری کارآمد به شمار میرود . ازطرفی ، شبکه های عصبی مصنوعی به دلیل قابلیتهای آموزش پذیری با استفاده از الگوهای مختلف آموزشی میتواند ارتباط مناسبی بین متغیر های ورودی و خروجی ایجاد نماید . لذا استفاده ترکیبی از سامانه استنباط فازی و شبکه عصبی مصنوعی به عنوان ابزاری قدرتمند که قابلیت پیش بینی نتایج با استفاده از داده های عددی موجود را دارند، تحت عنوان سامانه استنتاج تطبیقی عصبی- فازی معرفی می شود . لذا این سیستم از الگوریتم های شبکه عصبی و منطق فازی به منظور طراحی نگاشت غیر خطی بین فضای ورودی و خروجی استفاده میکند . سامانه استنتاج تطبیقی عصبی – فازی شبکه ای ۵لایه ای، متشکل از گره ها وکمانهای اتصال دهنده گره ها میباشد . ساختار مناسب سامانه عصبی - فازی متناسب با داده های ورودی ، درجه عضویت، قوانین و توابع درجه عضویت خروجی انتخاب میشود . شکل ۲ نمایشی از معماری شبکه عصبی – فازی با دو ورودی، یک خروجی و دو قانون میباشد . در لایه اول (ورودی) میزان تعلق هر وروودی به بازه های مختلف فازی توسط کاربر مشخص میشود . با ضرب مقادیر ورودی به هر گره در یکدیگر، وزن قانون ها (w_i) در لایه ۲ام به دست می آید . در لایه ۳ ام عمل محاسبه وزن نسبی قوانین ($\overline{w_i}$) انجام میگیرد . لایه ۴ ام لایه قوانین است که از انجام عملیات بر روی پیام های ورودی به این لایه حاصل می شود ($\overline{w_i} f_i$). لایه آخر خروجی شبکه (f) می باشد که هدف آن حداقل نمودن اختلاف خروجی به دست آمده از شبکه و خروجی واقعی است .

در مرحله آموزش، با اصلاح پارامترهای درجه عضویت بر اساس میزان خطای قابل قبول، مقادیر ورودی به مقادیر واقعی نزدیکتر میشوند. روش آموزش اصلی در این سامانه، روش پس انتشار خطا است . در این روش با استفاده از الگوریتم شیب نزولی خطا، مقدار خطا به سمت ورودی ها پخش میگردد و پارامتر ها تصحیح میشوند . نکاتی که در مورد آموزش شبکه عصبی – فازی باید به آنها توجه کرد عبارتند از :

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

الف – اطلاعاتی که برای آزمون و آموزش انتخاب میشوند باید به صورت تصادفی انتخاب شوند .

ب – مدل توانایی شبیه سازی اطلاعاتی که خارج از دامنه اطلاعات اموزش باشد را ندارد .

ج _ اطلاعات ورودی به مدل برای حصول نتایج بهتر باید نرمال شوند .

د_ هرچه تعداد داده های آموزش مدل بیشتر باشد، مدل بهتر آموزش میبیند .

در محیط **AnfisEdit** نرم افزار **MATLAB** جهت استفاده از شبکه عصبی – فازی دو روش منقطع سازی شبکه ای و خوشه بندی جزئی وجود دارد که تفاوت عمده آنها در انتخاب تابع عضویت ورودی میباشد . در اینجا از روش منقطع سازی شبکه ای که نوع تابع عضویت توسط کاربر تعیین میشود، استفاده شد .

۳ – ۶ موتور استنتاج فازی

در یک موتور استنتاج فازی ، اصول منطق فازی برای ترکیب قواعد اگر _ آنگاه در پایگاه قواعد فازی به نگاشتی از مجموعه فازی A' در U به مجموعه فازی B' در V استفاده شده اند.بر اساس قواعد استلزامی که معرفی نمودیم اگر پایگاه قواعد فازی فقط دارای یک قاعده باشد آنگاه می توانیم از مودس پوننس استفاده نماییم.

بدلیل اینکه هر پایگاه قواعد فازی در عمل شامل بیش از یک قاعده می باشد سوال اساسی این است که چگونه می توان از روی یک مجموعه از قواعد نتیجه گیری کرد. دو روش برای نتیجه گیری وجود دارد.

۱- استنتاج مبتنی بر ترکیب قواعد

۲- استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه

استنتاج مبتنی بر ترکیب قواعد

در استنتاج مبتنی بر ترکیب قواعد ، تمامی قواعد موجود در پایگاه قواعد فازی در یک رابطه فازی در U*V ترکیب شده آنگاه به دیده یک قاعده اگر _ آنگاه فازی تنها نگریسته می شود. ما در ابتدا می بایست بفهمیم آنچه که یک مجموعه از قواعد می گوید چیست و آنگاه از عملگرهای منطقی مناسب استفاده کنیم.

www.Prozhe.com

دو نظر مخالف در رابطه با آنچه که یک مجموعه از قواعد فازی می گوید وجود دارد. اولین نظر در این باره قواعد فازی را به دیده عبارتهای شرطی مستقل نگاه می کند. اگر ما این نقطه نظر را بپذیریم آنگاه عملگر معقول و مناسب برای ترکیب قواعد اجتماع می باشد .

دومین نظر در این رابطه قواعد را به دیده ترکیبهای شرطی به شدت به هم وابسته نگاه می کند به نحوی که شرایط تمامی قواعد بدین خاطر که یک حقیقت را می گویند می بایست ارضا گردند. اگر ما این نقطه نظر را بپذیریم ، آنگاه باید از عملگر اشتراک استفاده نماییم.

استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه

در استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه ، هر قاعده در پایگاه قواعد فازی یک خروجی فازی را معین کرده و خروجی نهایی ، ترکیب M خروجی جداگانه مجموعه های فازی خواهد بود. عمل ترکیب را می توان بوسیله ی اجتماع یا اشتراک انجام داد.

از مطالب بالا بر می آید که انتخابهای متعددی برای موتور استنتاج فازی وجود دارد . به طور خاص ما گزینه های زیر را داریم :

۱. استنتاج مبتنی بر ترکیب و استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه ودر میان استنتاج مبتنی بر ترکیب استنتاج ممدانی یا گودل .

۲. استلزام دینس-رشر ، استلزام لوکاشیویکز ، استلزام زاده ، استلزام گودل یا استلزام ممدانی .

۳. عملگرهای مختلفی برای t- نرم ها و s- نرم ها .

یک سوال طبیعی که به ذهن می رسد این است که ما از کدامیک از گزینه های فوق استفاده کنیم؟

در حالت کلی سه معیار زیر را می بایست در نظر گرفت :

- **معنای شهودی:** انتخاب باید از نظر شهودی درای معنا باشد. به عنوان مثال اگر یک مجموعه قواعد بوسیله ی یک انسان خبره داده شده باشند که معتقد است این قواعد مستقل از یکدیگرند ، آنگاه باید این قواعد بوسیله ی اجتماع با هم ترکیب شوند.

- **راندمان محاسباتی:** انتخاب باید فرمولی را نتیجه دهد که پیاده سازی محاسباتی آن ساده باشد.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

- **ویژگیهای خاص:** بعضی انتخاب ها در یک موتور استنتاج ممکن است ویژگیهای خاص را نتیجه می دهند . اگر این ویژگی ها مد نظر باشد باید آن انتخاب ها را انجام دهیم.

۳ – ۷ انواع موتور استنتاج:

- موتور استنتاج حاصلضرب
- موتور استنتاج مینیمم
- موتور استنتاج لوکاشیویکز
- موتور استنتاج زاده

قبل از به کارگیری مدل **ANFIS** ابتدا نرمال سازی به منظور افزایش دقت و سرعت شبکه در پاسخ به پیام های ورودی انجام گرفت :

(رابطه ۱)

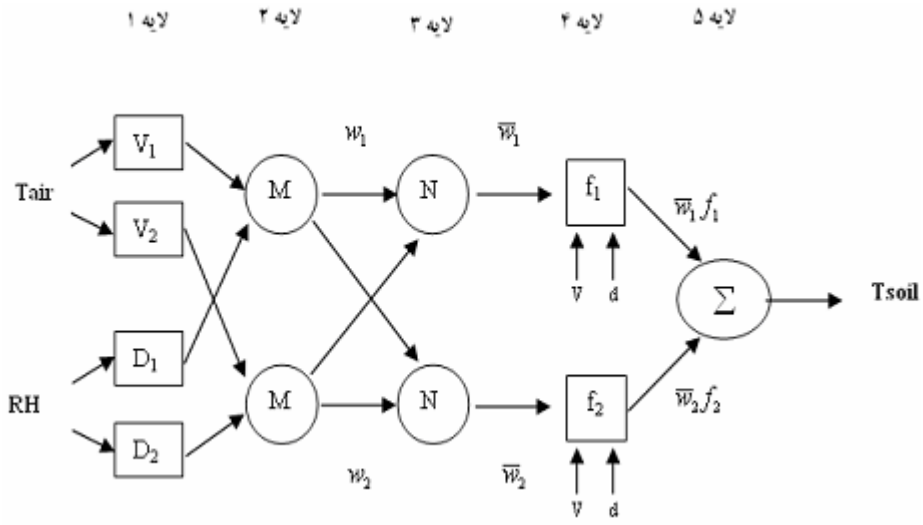
$$X_n = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

که در آن X_nمقدار هنجار شده، X_iمقدار واقعی متغیر، X_{min} کمینه مقدار واقعی متغیر و X_{max} بیشینه مقدار واقعی متغی است . داده ها پس از استاندارد شدن و قرارگرفتن در محدوده صفر و یک، به دو دسته دادهی آموزش (۷۰درصد) و داده ی آزمون (۳۰درصد)تقسیم شدند . انتخاب داده ها به صورت تصادفی صورت گرفت .

.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com



شکل۳ – ۱ : ساختار سامانه استنتاج تطبیقی عصبی – فازی (ANFIS)

۳ – ۸ تفسیری کامل شبکه تطبیقی بر اساس سیستم های با منطق فازی ANFIS

این ساختار حاصل تلفیق شبکه تطبیقی با قوانین فازی است . در این ساختار هیچ محدودیتی بر روی توابع گره ای وجود ندارد به جز اینکه باید به طور قطعه ای مشق پذیر باشند . قوانین فازی به صورت تاکاگی- سوگینو در نظر گرفته میشوند و اگر Xو Yدو متغیر بخش مقدمه قانون فازیi ام باشند، موخره این قانون فازی به صورت ترکیبی خطی xو yبه همراه یک مقدار ثابت خواهد بود .

ساختار شبکه ANFIS با۵لایه، در شکل بالا نشان داده شده است . لایه اول دارای گره های قابل تنظیم است که معمولا توابع تعلق مربوط به آنهابه صورت گاوسی یا زنگوله شکل،با مقدار بیشینه ای برابریک وکمینه ای برابرصفرمی باشند.پارامترهای توابع تعلق که همان پارامترهای مقدمه قوانین فازی هستند،براساس توصیف زبانی مربوط به متغیرهاوزیرفضای فازی وبراساس روش هایبرید تنظیم میشوند.

گره های لایه دوم ثابت در نظر گرفته میشوند . این گره ها دو سیگنال ورودی را در هم ضرب کرده و حاصل را به عنوان خروجی تحویل شبکه شبکه میدهند . سیگنالهای ورودی این گره ها در واقع میزان سازگاری ورودی باهریک از توابع تعلق و خروجی آنها،

www.Prozhe.com

وزن مربوط به هر یک از قوانین است . گره های لایه سوم نیز ثابت بوده و وظیفه آنها محاسبه وزن نرمالیزه هر یک از قوانین است . گره های لایه ۴ام وزن نرمالیزه هریک از قوانین فازی را در خروجی بخش موخره آن قانون ضرب کرده و تنها گره لایه پنجم نیز کلیه سیگنالهای خروجی از گره های لایه ۴ام را جمع کرده و به عنوان خروجی شبکه تحویل میدهد .

الگوریتم هایبرید به صورت مستقیم برای شناسایی و تخمین پارامترهای شبکه قابل اعمال است . پارامترهای موخره قوانین همان پارامترهای خطی شبکه هستند که به روش LSE تخمین زده میشوند . پارامترهای مقدمه نیز به روش کاهش گرادیان تنظیم میشود .

۳ – ۹ مرور ادبیات

بعلت اهمیت موضوع تنظیم پارامترها در عملکرد الگوریتم ها، محققان بسیاری روشهای مختلفی را برای تنظیم پارامترهای الگوریتم های فراابتکاری بکاربرده اند . شی و ابرهات (خط مشی هایی برای انتخاب پارامترهای الگوریتم بهینه سازی تجمع ذرات ارائه کرده و برای تایید این خطوط مشی از طراحی آزمایشات استفاده نمودند) . خو و همکاران (بااستفاده از تست های آماری به تنظیم پارامترهای الگوریتم جستجوی ممنوعه (TS) پرداختند).زندیه و همکاران با استفاده از روش طراحی آزمایشات تاگوچی، به تنظیم پارامترهای الگوریتم ژنتیک (GA) الگوریتم انجماد تدریجی (SA) و الگوریتم جستجوی ممنوعه پرداختند .

بشیری و کریمی از طرحاز طرح های عامل کلی جهت تنظیم پارامترهای الگوریتم جستجوی ممنوعه در حل مسئله تخصیص مضاعف استفاده نمودند.

برخی از نویسندگان از روشهای فرا ابتکاری برای تنظیم ساختار و پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی استفاده نمودند .

آریفویچ و گنچای از الگوریتم ژنتیک برای تعیین ساختار شبکه عصبی پبشخور استفاده نمود . لوانگ و همکاران با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهبود داده شده به تنظیم پارامترها وشبکه عصبی پرداختند . سپس تای و همکاران با بهره گیری از مدلی که توسط لوانگ پیشنهاد شده بود ترکیب الگوریتم ژنتیک و روش تاگوچی را برای بهبود روش قبلی ارائه داد. در ادامه ژهو و کیان برای این منظور از از الگوریتم باینری هوش جمعی ذرات استفاده نموده است .

www.Prozhe.com

خوب یا بد بودن نتایج حاصل از روشهای فراابتکاری وابسته به تنظیم مناسب پارامترهای مربوط به خوذ الگوریتم های فراابتکاری میباشد . همچنین به دلیل زمانبر بودن این روشها نسبت به روشهای طراحی آزمایشات برخی نویسندگان از طراحی آزمایشات برای تعیین بهترین ترکیب پارامترهای تاثیر گذار در عملکرد شبکه عصبی مصنوعی استفاده کرده اند

خاو و همکاران از روش تاگوچی و همچنین از دو مجموعه داده شبیه سازی شده برای تعیین پارامترهای اثرگذار شبکه عصبی مصنوعی که سبب افزایش سرعت و همگرایی الگوریتم پس انتشار خطا میشود استفاده کرده است . پترسون و همکاران روش تاگوچی را برای جستجو خطاها در روش پس انتشار خطا به کار گرفته اند . یانگ ولی با استفاده از روش تاگوچی به حداقل کردن زمان آموزش در شبکه عصبی مصنوعی پرداخته است . پاکیاناتر و همکاران برای نشان دادن اثر طراحی پارامترها و همچنین رفتار شبکه عصبی مصنوعی در بازرسی روکش چوبی از روش تاگوچی استفاده کرده است . یام و کیم بادرنظر گرفتن عامل اغتشاش از روش پویای تاگوچی برای طراحی شبکه عصبی پیشخور استفاده کرده است . سوکتومیا و تانوک با بکارگیری روش تاگوچی به شناسایی بهترین ترکیب عوامل کنترلی در شبکه عصبی مصنوعی پرداخته و استفاده از این رویکرد را در تولید نشان داده است . تورتوم و همکاران از روش تاگوچی برای یافتن بهترین ترکیب عوامل تاثیر گذار در شبکه عصبی استفاده کرده و همچنین تحلیل تاثیر هریک از پارامترها در عملکرد شبکه عصبی پرداخته اند. این مطالعات را به تفکیک معیازهای عملکرد ومتغیرهای قابل کنترل در نظر گرفته شده نشان میدهد.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

جدول ۱. مطالعات تنظیم پارامترهای شبکه عصبی با استفاده از طراحی آزمایشات به تفکیک معیارهای عملکرد و متغیرهای قابل کنترل در نظر گرفته شده

نویسندگان	متغیرهای قابل کنترل	متغیرهای نویز	معیارهای عملکرد	روش استفاده شده برای طراحی آزمایشات
خاو و همکاران (۱۹۹۵)	• تعداد لایه های پنهان • تعداد نورونها در لایه پنهان اول • تعداد نورونها در لایه پنهان دوم • رویه ارائه ورودیها • اندازه مجموعه داده های آموزش • نرخ یادگیری	• وزنهای اولیه	• دقت تخمین • زمان آموزش	تاگوچی
پترسون و همکاران (۱۹۹۵)	• اندازه مجموعه داده های آموزش • مقدار نویز در داده های آموزش • مقدار نویز در داده های تست • ساختار شبکه	• انتخاب تصادفی داده های آموزش	• دقت تخمین (میانگین جذر میانگین مربعات خطا)	تاگوچی
یانگ ولی (۱۹۹۹)	• نرخ خطا • تعداد نورونهای لایه پنهان • اندازه مجموعه داده های آموزش • مومنتوم • بازه وزنهای اولیه • افزایش نرخ یادگیری • کاهش نرخ یادگیری		• زمان آموزش (نسبت سیگنال به نویز)	تاگوچی
پاکیاناتر و همکاران (۲۰۰۰)	• نرخ آموزش • مومنتوم • تعداد نورونها در لایه پنهان اول • تعداد نورونها در لایه پنهان دوم	• وزنهای اولیه • انتخاب تصادفی داده های آموزش	• دقت تخمین (نسبت سیگنال به نویز)	تاگوچی
یام و کیم (۲۰۰۴)	• تعداد نورونها در لایه پنهان اول • تعداد نورونها در لایه پنهان دوم • نرخ یادگیری • مومنتوم	• وزنهای اولیه • نسبت داده های آموزش در مقابل نسبت داده های تست • انتخاب مجموعه داده های تست و آموزش	• دقت تخمین (نسبت سیگنال به نویز)	تاگوچی
سوکتومیا و تانوک (۲۰۰۵)	• الگوریتم یادگیری • تعداد لایه ها • تعداد نورونها • تابع فعالسازی • درصد داده های تست • اشاره[۱]		• ضریب همبستگی	تاگوچی
تورتوم و همکاران (۲۰۰۷)	• نحوه ارائه داده های ورودی • تعداد نورونها در لایه پنهان اول • تعداد نورونها در لایه پنهان دوم • تابع فعالسازی		• معیار اطلاعات آکایک (AIC)[۲] • نرمال میانگین مربعات خطا (NMSE)[۳] • جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)[۴] • زمان آموزش (TT)[۵]	تاگوچی

www.Prozhe.com

همانگونه که در جدول ۱ ملاحضه میشود تمامی رویکردهای بکاررفته در مطالعات پیشین از روش تاگوچی برای تنظیم پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی و همچنین یافتن بهترین ترکیب پارامترهای تاثیرگذار استفاده کرده اند . میرز و همکاران نشان داده اند که روش سطح پاسخ جایگذین مناسبی برای روش تاگوچی میباشد . بدیهیست که در روش تاگوچی جواب بهینه هریک از پارامترها بر روی یکی از سطوح از پیش تعین شده برای آن پارامترواقع است . بنابراین برای دست یابی به پاسخی دقیقتر، استفاده از روشهای دیگر طراحی آزمایشات که بتوان فواصل بین سطوح تعیین شده برای هر یک از پارامترها را نیز در نظر گرفت، ضرری به نظر میرسد .

۳ – ۱۰ تعیین معیار های عملکرد شبکه عصبی مصنوعی همراه با وزن هریک از آنها

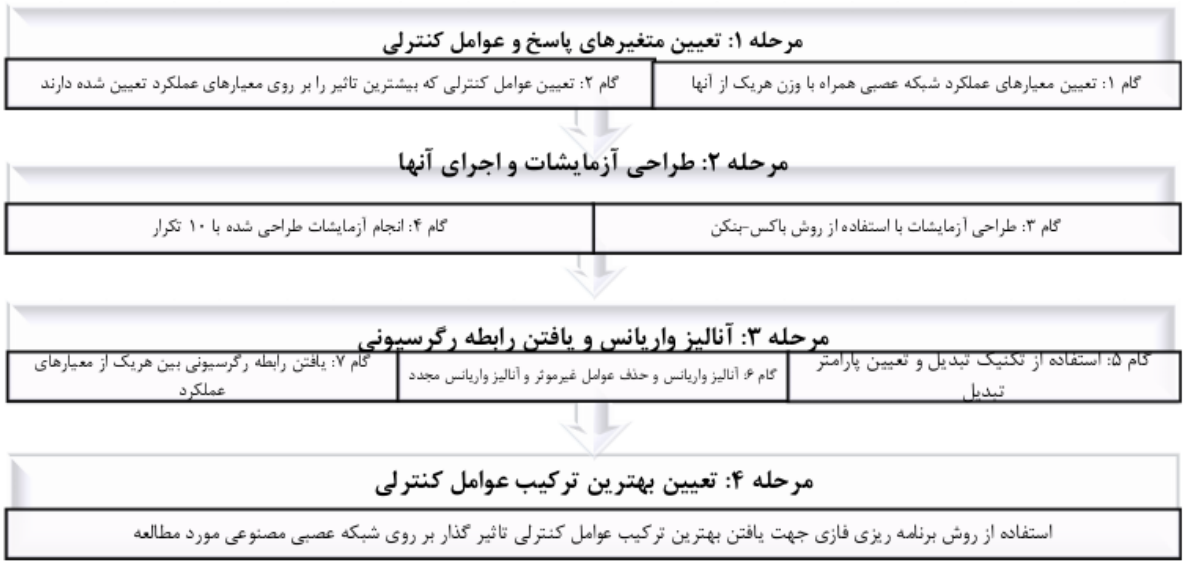
مراحل رویکرد پیشنهادی در شکل ۱ نشان داده شده است . اولین مرحله در این رویکرد را تعیین معیارهای عملکرد شبکه عصبی مصنوعی تشکیل میدهد . در این مرحله بایستی معیارهایی انتخاب شوند که عملکرد شبکه عصبی مصنوعی را به درستی نشان میدهند . معیارهایی که در این مطالعه استفاده شده اند در جدول ۲ نشان داده شده .

اولین معیار عملکرد در نظر گرفته شده میانگین مجموع مربعات خطای بین خروجی شبکه عصبی مصنوعی به ازای داده های مورد استفاده در تست شبکه و خروجی واقعی متناظر با همان ورودی هاست . بدیهیست که این متغیر پاسخ از نوع هر چه کوچکتربهتر(STB) میباشد .

دومین معیار عملکرد مورد استفاده در این مطالعه ضریب همبستگی (R-Value) بین خروجی شبکه عصبی مصنوعی و خروجی واقعی میباشد . این متغیر مقداری بین ۰و۱ میگیرد که نزدیکی مقدار این متغیر به عدد یک نشان دهنده وجود همبستگی مناسب بین خروجی واقعی و خروجی شبکه عصبی مصنوعی و همچنین نزدیکی مقدار این متغیر به عدد صفر نشان دهنده وجود همبستگی ضعیف است . بنابراین نوع این متغیر پاخ هرچه بزرگتر بهتر (LTB)میباشد .

زمانی که طول میکشد تا شبکه عصبی مصنوعی آموزش ببیند (TT) سومین معیار عملکرد بکاررفته در این مطالعه میباشد . بدیهیست که نوع این متغیر پاسخ نیز همچون متغیر پاسخ اول هرچه کوچکتر بهترSTB میباشد . همانطور که در جدول ۱ نیز مشاهده میشود در هیچکدام از رویکردهای پیشین این۳ معیار به صورت همزمان به عنوان معیارهای عملکرد شبکه عصبی مصنوعی در نظر گرفته نشده اند . باتوجه به اهمیت هریک از متغیرهای پاسخ، برای هریک ازآنها وزن تخصیص داده میشود .

www.Prozhe.com



شکل ۳ – ۲ . فلوچارت رویکرد پیشنهادی تنظیم پارامترهای یک شبکه عصبی مصنوعی

جدول ۲ . معیارهای عملکرد شبکه عسبی مصنوعی

میانگین مجموع مربعات خطای داده های تست	میانگین مجموع مربعات خطای بین خروجی شبکه عصبی مصنوعی به ازای داده های مورد استفاده در تست شبکه و خروجی واقعی متناظر با همان ورودیها
ضریب همبستگی	ضریب همبستگی بین خروجی شبکه عصبی مصنوعی و خروجی واقعی
زمان آموزش	زمانی که طول می کشد تا شبکه عصبی مصنوعی آموزش ببیند.

۳ – ۱۱ تعیین عوامل کنترلی که بیشترین تاثیر را بر روی معیارهای عملکرد تعیین شده دارند

یافتن ترکیبی از عوامل کنترلی که در آن شرایط شبکه عصبی مصنوعی بهترین عملکرد را دارد مهمترین هدف ماست :

الف – درصد داده های مورد استفاده قرارگرفته جهت آموزش شبکه عصبی مصنوعی :

داده های ورودی به شبکه عصبی مصنوعی به ۳ دسته های آموزش، تست و تصدیق تقسیم میشوند .اولین دسته که داده های آموزس نامیده میشوند برای محاسبه شیب و همچنین برای بروزرسانی وزنها و بایاسها در شبکه های عصبی مصنوعی بکار میروند . داده های تصدیق در حین فرآیند آموزش بررسی میشوند . اگر شبکه شروع به انتباق بیش از حد داده ها کند، خطای تصدیق

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

افزایش پیدا میکند . وقتی که خطای تصدیق به تعداد تکرار مشخصی افزایش پیدا کند فرآیند آموزش متوقف میشود و وزنها و بایاسها مربوط به تکراری که در آن خطای تصدیق کمترین مقدار خود را دارد به عنوان وزن و بایاس نهایی بازگردانده میشوند .

در اینجا ۵ درصد از کل داده ها به عنوان داده های تصدیق مورد استفاده قرار گرفته است و تست تخصیص پیدا میکند، عامل کنترلی در نظر گرفته شده اند . به عبارت دیگر اگر مثلا در آزمایشی داده های آموزش ۷۵ درصد کل داده ها را تشکیل دهد بدین معنی است که ۵ درصد کل داده ها برای تصدیق و ۲۰ درصد باقی مانده برای تست شبکه بکار میرود .

ب – تعداد نرون ها در اولین لایه پنهان :

تعداد نرون ها در اولین لایه پنهان را بدلیل اینکه اکثر توابع را میتوان با شبکه عصبی مصنوعی با یک لایه پنهان آموزش داد،مهمترین عامل کنترلی تاثیر گذار در عملکرد شبکه عصبی مصنوعی نامید . اگرچه تعداد نرون زیاد مستلزم محاسبات پیچیده تری نیز میباشد لیکن ممکن است موجب کاراتر بودن نتایج شود .

ج – تعداد نرونها در دومین لایه پنهان :

در مواقعی که روابط نسبتا پیچیده تری بین داده های ورودی و خروجی وجود دارد، ممکن است مجبور به استفاده از شبکه عصبی مصنوعی با ۲ لایه پنهان برای آموزش شبکه باشیم . در اینصورت تعیین تعداد نرون در لایه پنهان دوم صفر در نظر گرفته شده اند بدین معنی است که از شبکه عصبی مصنوعی با فقط یک لایه پنهان برای آموزش شبکه استفاده شود .

اولین و دومین عامل کنترلی در نظر گرفته شده بزرگی شبکه را تعیین میکنند . برای مسئله مشخص باید شبکه به اندازه کافی بزرگ باشد . اگر تعداد نرونها بسیار کم باشد، شبکه نمیتواند بصورت مناسب روابط بین ورودیها و خروجیها را یادگیری کند . همچنین اگر تعداد نرونها بسیار زیاد باشند شبکه بجای یادگیری روابط بین ورودیها و خروجی ها،آنها را ذخیره میکند

جدول۳. عوامل کنترلی و سطوح آنها در آزمایشها

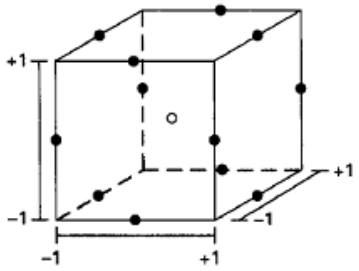
	عوامل	سطح	
		بالا	پایین
الف	درصد داده های مورد استفاده قرار گرفته جهت آموزش شبکه عصبی مصنوعی	0.9	0.6
ب	تعداد نورونها در اولین لایه پنهان	65	1
ج	تعداد نورونها در دومین لایه پنهان	60	0

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

طراحی آزمایشات با استفاده از باکس – بنکن

باکس - بنکن برخی برخی طراحی سه سطحی برای انتباق سطح پاسخ ارائه داده است . این طراحی از ترکیب طرح عاملی باطرح بلوک ناقص شکل گرفته است . نتایج این طراحی معمولا باتوجه به تعدادآزمایشهای صورتگرفته کارا میباشد . در اینجا 2^k عامل کنترلی در نظر گرفته شده است . طراحی باکس – بنکن برای ۳ عامل کنترلی در شکل ۳ نشان داده شده است .



شکل ۳ – ۳ .نمودار طرح باکس – بنکن برای ۳ عامل کنترلی

طرح باکس – بنکن یک طرح کروی است که تمامی نقاط روی کره ای به شعاع $\sqrt{2}$ قرار دارند . همچنین در این طرح هیچ نقطه ای روی گوشه مکعب وجود ندارد . بعبارت دیگر ترکیبهایی از سطوح عوامل کنترلی که از ترکیب سطوح بالا و پایین ساخته میشوند وجود ندارند .

۳ – ۱۲ آنالیز واریانس هر یک از معیارهای عملکرد به صورت جداگانه و یافتن رابطه رگرسیونی متغیرهای پاسخ نسبت به عوامل تاثیر گذار

در این مرحله آنالیز واریانس بر روی هریک از متغیرهای پاسخ صورت میگیرد . آنالیز واریانس مشخص میکند که کدام یک از عوامل کنترلی در هر یک از معیارهای عملکرد شبکه عصبی مصنوعی تاثیرگذار است . بعداز انجام آنالیز واریانس بر روی هر یک از متغیرهای پاسخ عوامل غیر موثر حذف و آنالیز واریانس دوباره صورت میگیرد . بر اساس ضرایب رگرسیونی حاصل از آنالیز واریانس روابط رگرسیونی هریک از متغیر های پاسخ نسبت به عوامل کنترلی بدست می آید .

www.Prozhe.com

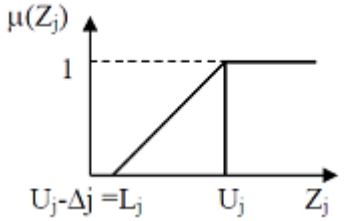
www.Prozhe.com

۳ – ۱۳ استفاده از روش برنامه ریزی فازی جهت یافتن بهترین ترکیب عوامل کنترلی تاثیرگذار

یکی از تکنیکهایی که برای حل مسائل چندهدفی مورد استفاده قرار میگیرد استفاده از برنامه ریزی فازی میباشد، این تکنیک توسط زیمرمن توسعه داده شده است . سپس چنگ و همکاران روش زیمرمن را جهت بهینه سازی مسائل چندپاسخه آماری توسعه داده اند . یکی از مزایای روش برنامه ریزی فازی جوابهای بسیارخوب و مناسبی است که برای مساله بدست می آورد . مراحل اجرای این روش شامل قدمهای زیر میباشد :

قدم : ابتداتابع هدف هریک از متغیرهای پاسخ را بطور جداگانه حل مینماییم و جوابهارا بدست می آوریم ،این جوابهارا در توابع هدف مربوط به سایر متغیرهای پاسخ قرارمیدهیم و در نتیجه برای هریک متغیر پاسخ دو مقدار حد بالا و حد پایین به عنوان بهترین حالت و بدترین حالت بدست می آید . Z_j

متغیر $\mu(Z_i)$را به عنوان تابع عضویت فازی متغیر پاسخ یا سطح دسترسی یا درصد نزدیکی به حالت بهینه هریک از اهداف تعریف میکنیم . این تابع عضویت برای متغیر پاسخ از نوع LTB در شکل ۴ و روابط ریاضی مربوط به آن در معادله ۱ نشان داده شده است .



شکل ۴. تابع عضویت تابع U_k U_k

$$\mu(z_1)=\begin{cases} ۱ & \text{اگر } Z_j \le U_j-\Delta j \\ \dfrac{Z_j-(U_j-\Delta j)}{\Delta j} & \text{اگر } U_j-\Delta j \le Z_j \le U_j \\ ۰ & \text{اگر } Z_j \ge U_j \end{cases} \qquad (۱)$$

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

$\Delta_j = U_j - L_j$ **تلرانس تابع هدف** Z_i:

اگر متغیر α را به عنوان درصدی که هر متغیر پاسخی به حالت بهینه خود رسیده باشد ، تعریف کنیم روابط زیر صادق خواهند بود

$$\alpha = \min\left(\mu(z_1), \mu(z_2), \ldots, \mu(z_k)\right) \quad (۲)$$

$$\alpha \le \mu(z_i) \quad (۳)$$

در نهایت با حل مدل زیر جواب بهینه مسئله بدست می آید .

$$Max: \alpha$$
$$\alpha \le \frac{Z_i - L_i}{U_i - L_i} \qquad i = 1,2,\ldots,k \quad (۴)$$

$$g_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) \lessgtr b_i \qquad i = 1,2,\ldots,m \quad (۵)$$

همچنین در صورتی که توابع پاسخ نسبت به همدیگر از اولویت برخوردار باشند میتوانیم مدل را بصورت وزنی مطرح نماییم که در معادله ۶ نشان داده شده است .

$$MaxZ = \sum w_k \alpha_k \quad (۶)$$

که در آن w_k میزان وزن هر یک از متغیرهای پاسخ میباشد .

۳– ۱۴ مثال عددی

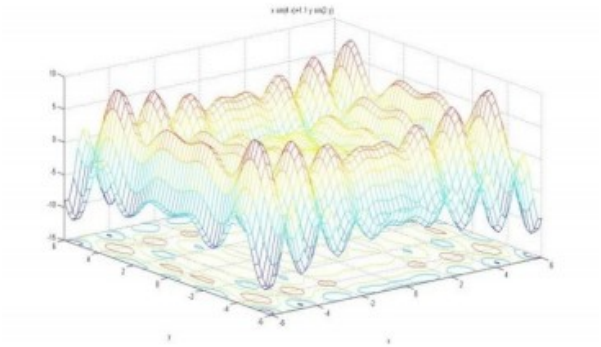
بررسی یک فرایند واقعی برای بررسی کارآیی روش پیشنهادی از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشد لیکن برای این منظور فرض شده است که متغیر خروجی فرآیند شبیه سازی شده دارای یک تابع نسبتا پیچیده معین با متغیرهای ورودی میباشد . تابع مورد نظر در معادله ۷و نمودار سطح آن در شکل ۵ مشاهده میشود، روابط بین متغیرهای ورودی و خروجی متناظر با آن بدلیل وجود

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

نقاط اکسترمم نسبی فراوان در تابع نسبتا پیچیده میباشد . بنابراین برای بررسی و پیش بینی عملکرد روش پیشنهادی این تابع در نظر گرفته شده باشد .

$$f(x,y) = x\sin(4x) + 1.1y\sin(2y) \quad (۷)$$



شکل ۳ – ۵ .نمودار سطح تابع مورد استفاده مربوط به معادله (۷)

برای این مثال، ۱۰۰۰داده که بصورت یکنواخت در بازه بین ۶ و -۶ توزیع شده اند، به عنوان داده های ورودی مورد استفاده قرار گرفته است . الگوریتم پس انتشار لون برگ – مارکورت ویژگی همگرایی بهتری نسبت به سایر الگوریتم های پس انتشار دارد. بنابراین این الگوریتم برای آموزش داده های ورودی و خروجی متناظر آن مورد استفاده قرار گرفته است .

۳ – ۱۵ تعیین معیارهای عملکرد شبکه عصبی مصنوعی همراه با وزن هر یک از آنها

وزن تعیین شده برای هریک از متغیرهای پاسخ در این مثال در جدول ۴ نشان داده اند . بدلیل نسبتا پیچیده بودن تابع مورد استفاده در این مثال آموزش مناسب نیازمند زمان بیشتری میباشد . در این مثال هدف پیدا کردن بهینه ترین ترکیب پارامترها جهت داشتن کمترین میانگین مجموع مربعات خطای داده های تست و همچنین بیشترین مقدار ضریب همبستگی در ضمن خیلی طولانی نبودن زمان آموزش حل است . به عبارت دیگر توجه زیاد به زمان آموزش سبب پایین بودن عملکرد شبکه عصبی مصنوعی خواهد بود . بنابراین در این مثال وزن دو معیار میانگین مجموع مربعات خطای داده های تست و ضریب همبستگی دو برابر وزن معیار زمان آموزش در نظر گرفته شده است .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۱۶ تعیین عوامل کنترلی که بیشترین تاثیر را بر روی معیارهای عملکرد تعیین شده دارند

عوامل کنترلی که بیشترین تاثیر را بر روی معیارهای عملکرد تعیین شده دارند در قسمت رویکرد پیشنهادی همراه با سطوح هر یک از آنها به تفضیل توضیح و در جدول ۲ نشان داده شده است .

طراحی آزمایشات با استفاده از باکس – بنکن

پس از تعیین معیارهای عملکرد و عوامل کنترلی و سطوح آنها میتوان از روش باکس – بنکن برای طراحی آزمایشات استفاده کرد . در این مثال از نرم افزار آماری مینی تب برای طراحی آزمایشات اشتفاده شده است . آزمایشات طراحی شده توسط روش باکس – بنکن برای این مثال در جدول ۵ نشان داده شده اند . تعدادکل آزمایشات طراحی شده ۱۵آزمایش میباشد که هرکدام از آزمایش ها ۱۰ بار تکرار شده اند. تمامی آزمایشات توسط نرم افزار متلب انجام گرفته است .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

جدول ۴. وزن متغیرهای پاسخ

متغیرهای پاسخ	میانگین مجموع مربعات خطا	ضریب همبستگی	زمان آموزش
وزنها	۲	۲	۱

جدول ۵ . آزمایشات طراحی شده با روش باکس-بنکن

شماره آزمایش	عوامل کنترلی و سطوح آنها		
	الف	ب	ج
۱	۰,۶	۱۰	۳۰
۲	۰,۶	۳۵	۰
۳	۰,۶	۳۵	۶۰
۴	۰,۶	۶۰	۳۰
۵	۰,۷۵	۱۰	۰
۶	۰,۷۵	۱۰	۶۰
۷	۰,۷۵	۳۵	۳۰
۸	۰,۷۵	۳۵	۳۰
۹	۰,۷۵	۳۵	۳۰
۱۰	۰,۷۵	۶۰	۰
۱۱	۰,۷۵	۶۰	۶۰
۱۲	۰,۹	۱۰	۳۰
۱۳	۰,۹	۳۵	۰
۱۴	۰,۹	۳۵	۶۰
۱۵	۰,۹	۶۰	۳۰

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۱۷ آنالیز واریانس هر یک از معیارهای عملکرد بصورت جداگانه و یافتن رابطه رگرسیونی متغیر های پاسخ نسبت به عوامل تاثیر گذار

پس از انجام آزمایشات آنالیز واریانس روی نتایج آزمایشات صورت گرفته انجام میپذیرد .باید در نظر داشت که برای انجام آنالیز واریانس شروطی از جمله نرمال بودنباقیمانده ها باید ارضاشوند . در این مثال برای این منظور از تکنیک تبدیل استفاده شده است .

۳ – ۱۷ – ۱تکنیک تبدیل ۳ هدف را دنبال میکند :

1. ثابت کردن واریانس پاسخ
2. نزدیک کردن توزیع متغیر پاسخ به توزیع نرمال
3. بهبود برازندگی مدل به داده ها

تبدیل با استفاده از به توان رساندن $(y' = y^{\lambda})$ برای این منظور یکی از روشها ی مفید میباشد، که λ پارامتر تبدیل است که باید تعیین شود . تست کولموگروف – اسمیرنوف KSیکی از وشهای نیکویی برازش است که درآن کمتر بودن ضریب KSنشاندهنده نزدیکی توزیع متغیر پاسخ مورد نظر به توزیع نرمال میباشد . در این مثال این ضریب به ازای مقادیر متفاوت λ که با سعی و خطا تغییر داده شده است محاسبه و مقدار λ متناظر با کمترین مقدار ضریب KSبعنوان پارامتر تبدیل هر متغیر پاسخ انتخاب شده است . پارامتر تبدیل و ضریب KSمتناظر با آن برای هر یک از متغیر های پاسخ در جدول ۶ نشان داده شده است .

جدول۶. مقدار پارامتر تبدیل و ضریب KS متناظر با آن

متغیر پاسخ	مناسب ترین پارامتر تبدیل λ	ضریب KS
MSE	۱۱/۴۰	۰,۰۹
R-value	۲۴	۰,۱۷
TT	۱/۱۵	۰,۰۸۴

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

پس از برآورده کردن پیش شروط لازم آنالیز واریانس بر روی هریک ازمتغیرهای پاسخ بصورت جداگانه صورت میگیرد . در اولین مرحله از آنالیز واریانس بر روی هریک از متغیر های پاسخ عوامل کنترلی یا اثرات متقابل عوامل کنترلی که بر روی متغیر پاسخ تاثیر گذارنیستند حذف و آنالیز واریانس مجددا انجام پذیرفته و روابط متغیرهای پاسخ با عوامل تاثیرگذار بر روی آنها تعیین میگردد . در این مثال مرحله آنالیز واریانس و یافتن رابطه رگرسیونی متغیرهای پاسخ و عوامل تاثیرگذار برروی آنها توسط نرم افزار آماری مینی تب صورت گرفته است . روابط رگرسیونی بدست آمده در معادلات ۸ – ۱۰نشان داده شده اند .

$$\hat{y}_1 = (5.30558 - 9.14947\,x_1 - 0.00569\,x_2 - 0.01277\,x_3 + 5.42049\,x_1^{\,2} + 0.00019\,x_2x_3)^{40/11} \qquad (۸)$$

$$\hat{y}_2 = (-3.7436 + 10.2448\,x_1 - 0.0051\,x_2 + 0.0141\,x_3 - 6.8673\,x_1^{\,2} - 0.0002\,x_2^{\,2} - 0.0001\,x_3^{\,2} + 0.027\,x_1x_2)^{1/24} \qquad (۹)$$

$$\hat{y}_3 = (0.34264 + 1.54863\,x_1 + 0.00477\,x_2 + 0.00586\,x_3 - 0.95708\,x_1^{\,2} - 0.00004\,x_2^{\,2} - 0.00004\,x_3^{\,2} + 0.00004\,x_2x_3)^{15} \qquad (۱۰)$$

$$\alpha_1 \le \mu(\hat{y}_1) = \begin{cases} 1 & \text{اگر} \quad \hat{y}_1 \le 0.3273 \\ \dfrac{7.0405 - \hat{y}_1}{7.0405 - 0.3273} & \text{اگر} \quad 0.3273 \le \hat{y}_1 \le 7.040513 \\ 0 & \text{اگر} \quad \hat{y}_1 \ge 7.0405 \end{cases} \qquad (۱۱)$$

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

که در آن:

y_1: میانگین مجموع مربعات خطای مربوط به داده های تست

y_2: ضریب همبستگی

y_3: زمان آموزش

x_1: درصد داده های مورد استفاده قرار گرفته جهت آموزش شبکه عصبی مصنوعی

x_2: تعداد نورونها در اولین لایه پنهان

x_3: تعداد نورونها در اولین لایه پنهان

جدول۷ . مقدار بهینه هر تابع هدف و مقادیر توابع هدف سایر متغیرهای پاسخ به ازای مقادیر بهینه (ماتریس بهره وری)

	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	(x_1^*, x_2^*, x_3^*)
$\hat{y}_1$	*۰,۳۲۷۳	۰,۹۸۲۵	۲۶,۱۹۵۵	(۰,۸۴۴,۱۰,۶۰)
$\hat{y}_2$	۰,۷۵۳۲	*۰,۹۹۵۱	۱۷۴,۲۴۲	(۰,۸۳,۴۳,۶۰)
$\hat{y}_3$	۷,۰۴۰۵	۰,۸۵۳۱	*۶۴۲۸ .۰	(۰,۶,۱۰,۰)
حد بالا	۷,۰۴۰۵	۰,۹۹۵۱	۰,۶۴۲۸	
حد پایین	۰,۳۲۷۳	۰,۸۵۳۱	۱۷۴,۲۴۲	

۳ – ۱۸ استفاده از روش برنامه ریزی فازی جهت یافتن بهترین ترکیب عوامل کنترلی تاثیر گذار

پس از مشخص شدن روابط رگرسیونی بین متغیرهای پاسخ و عوامل کنترلی تاثیرگذار در آن با استفاده از روش برنامه ریزی فازی بهترین ترکیب از عوامل کنترلی برای آموزش شبکه عصبی مصنوعی تعیین میشود . برای این منظور ابتدا مقادیر بهینه هر یک ازمعادلات ۲-۴را یافته و در معادلات دیگر قرار میدهیم .

نتایج این مرحله از حل در جدول ۶ نشان داده شده است. در این مثال برای حل تمامی برنامه ریزی ها از نرم افزار لینگو استفاده شده است .بعد از این مرحله با توجه به جدول ۶ حدود بالا و پایین برای هریک از متغیر های پاسخ مشخص شده است . حالت کلی تابع عضویت برای متغی پاسخ ازنوع LTB در معادله ۱ نشان داده شد . برای این مثال نیز باتوجه به معادله فوق و همچنین نوع آنها (هرچه کمتر بهتر یا هرچه بیشتر بهتر) میتوان معادلات ۱۱ – ۱۳ را نوشت.

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

با تو جه به معادلات فوق و همچنین وزنهای هریک از متغیرهای پاسخ میتوان برنامه ریزی فازی مثال فوق را بصورت معادلات ۱۴ ـ۲۱ نوشت :

$$Z = 2\alpha_1 + 2\alpha_2 + \alpha_3 \ Max \qquad (۱۴)$$

$$(5.30558 - 9.14947x_1 - 0.00569x_2 - 0.01277x_3 + 5.42049x_1^2 + 0.00019x_2x_3)^{40/11} \leq 7.0405 - 6.7132\alpha_1 \qquad (۱۵)$$

$$(-3.7436 + 10.2448x_1 - 0.0051x_2 + 0.0141x_3 - 6.8673x_1^2 - 0.0002x_2^2 - 0.0001x_3^2 + 0.027x_1x_2)^{1/24} \geq 0.142\alpha_2 + 0.8531 \qquad (۱۶)$$

$$(0.34264 + 1.54863x_1 + 0.00477x_2 + 0.00586x_3 - 0.95708x_1^2 - 0.00004x_3^2 - 0.00004x_2^2 + 0.00004x_3x_2)^{15} \leq 174.242 - 173.5992\alpha_3 \qquad (۱۷)$$

$$0.6 \leq x_1 \leq 0.9 \qquad (۱۸)$$

$$10 \leq x_2 \leq 60 \qquad (۱۹)$$

$$0 \leq x_3 \leq 60 \qquad (۲۰)$$

$$x_2, x_3 \in Z \qquad (۲۱)$$

معادلات ۱۸ – ۲۰ بدلیل سطوح تعیین شده برای عوامل کنترلی به مدل برنامه ریزی اضافه شده ان . از آنجاییکه تعدادرون ها بایستی عدد صحیح باشد محدودیت ۲۱ به مدل برنامه ریزی اضافه شده است . نتیجه حل این مدل برنامه ریزی در جدول ۷ نشان داده شده است . برای تایید صحت مطالعه در شرایط بهینه بدست آمده طبق رویکرد پیشنهادی فرایند آموزش تابع با ۵ بارتکرار انجام شده و در جدول ۸ نشان داده شده است . هدف ما دراین مطالعه پیدا کردن بهینه ترین ترکیب پارامترها جهت داشتن کمترین میانگین مجموع مربعات خطای داده های تست و همچنین بیشترین مقدار ضریب همبستگی در ضمن خیلی طولانی نبودن زمان آموزش حل بود و همانطور که در جدول ۸ مشاهده میشود این هدف ارضاگردیده است و همچنان که مشاهده

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

جدول ۸. مقادیر بهینه عاملهای کنترلی با استفاده از رویکرد پیشنهادی

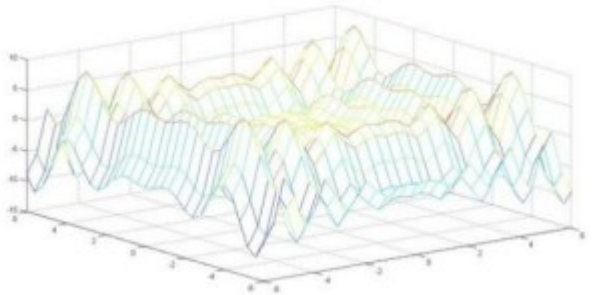
درصد داده های مورد استفاده قرار گرفته جهت آموزش شبکه عصبی مصنوعی	تعداد نورونها در اولین لایه پنهان	تعداد نورونها در دومین لایه پنهان
۰,۷۹	۱۰	۶۰

جدول ۹ . نتایج آزمایشات انجام گرفته تحت شرایط بهینه بدست آمده از رویکرد پیشنهادی

متغیرهای پاسخ	اولین تکرار	دومین تکرار	سومین تکرار	چهارمین تکرار	پنجمین تکرار	میانگین
میانگین مجموع مربعات خطا	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۳۷	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۳۷	۰,۰۰۱۶	۰,۰۰۲۴
ضریب همبستگی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
زمان آموزش	۱۸۱,۳۲	۱۵۱,۱	۹۹,۵۴	۱۳۳,۲۷	۱۲۲,۰۶	۱۳۰,۲۶

میگردد میانگین نتایج آزمایش در شرایط بهینه در متغیرهای پاسخ میانگین مربعات خطای داده های تست و ضریب همبستگی از میانگین این متغیر های پاسخ در آزمایشات طراحی شده بهتر میباشد .

شکل ۶ نمودار سطح خروجی شبکه عصبی مصنوعی نسبت به ورودیها برای مثال مورد بررسی را در شرایطی که شبکه تحت ساختار بهینه بدست آمده آموزش دیده است نشان میدهد .



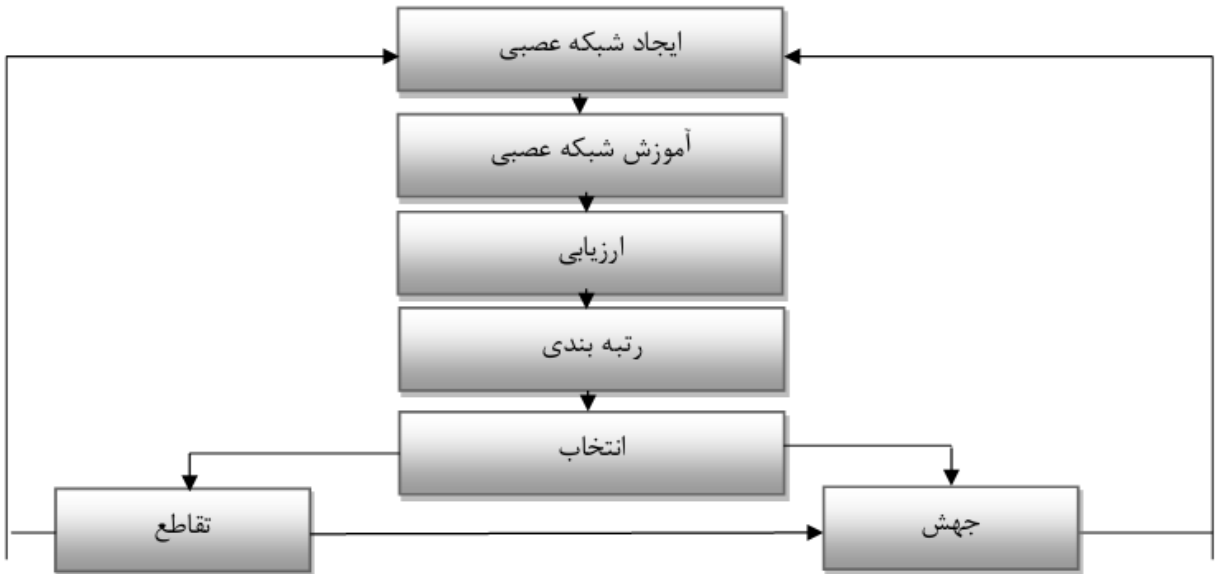
شکل ۳ – ۶ . نمودار سطح خروجی شبکه عصبی مصنوعی نسبت به ورودی ها

برای مقایسه روش پیشنهادی با روش پیشنهادی با الگوریتم های فرا ابتکاری ،مثال فوق یکبار نیز توسط الگوریتم ژنتیک انجام میشود . بدلیل در نظر گرفتن ۳ معیار عملکرد برای شبکه عصبی مصنوعی مجموع وزن نرمالایزه شده معیارهای عملکرد بعنوان تابع هدف الگوریتم ژنتیک تعریف شده است . مراحل انجام این روش در شک ۶ نشان داده شده است برای نرمالایز کردن داده ها

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

از روابط ۲۲ – ۲۳ استفاده شده است . رابطه ۲۴ تابع هدف تعیین شده برای الگوریتم ژنتیک را نشان میدهد . نتایج الگوریتم ژنتیک برای تنظیم پارامترهای مثال عددی در جدول ۱۱ نشان داده شده است . برای اینکه بتوان مقایسه ای بین دو روش انجام داد تابع هدف ذکر شده برای ۵ تکرار که در حالت بهینه روش پیشنهادی بدست آمده اند نیز محاسبه و در جدول ۱۲ نشان داده شده اند .



شکل ۳ – ۷ . روش کلی تنظیم پارامترهاس شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

$$r = \frac{x - l}{u - l}$$ برای حالتی که در صدد بیشینه کردن هدف هستیم. (۲۲)

$$r = \frac{u - x}{u - l}$$ برای حالتی که در صدد کمینه کردن هدف هستیم. (۲۳)

که در آن r نرمالایز شده ،u حد بالای متغیر پاسخ و l حدبالای متغیر پاسخ و x مقدار متغیر پاسخ میباشد . حدود بالا و پایین تعیین شده برای متغیرهای پاسخ در جدول ۱۰ نشان داده شده اند .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

جدول ۱۰. حدود بالا و پایین تعیین شده برای متغیرهای پاسخ

متغیر پاسخ	میانگین مجموع مربعات خطا	ضریب همبستگی	زمان آموزش
حد پایین	۰	۰	۰
حد بالا	۱	۱	۳۰۰

$$f = 2r_1 + 2r_2 + r_3 \quad (۲۴)$$

که در آن f مقدار تابع هدف، r_1 مقدار نرمالایز شده متغیر پاسخ میانگین مجموع مربعات خطا، r_2 مقدار نرمالایز شده متغیرپاسخ ضریب همبستگی و r_3 مقدار نرمالایز شده متغیر پاسخ زمان آموزش میباشد . ضرایب موجود در رابطه ۲۴ مربوط به وزنهای تعریف شده برای متغیرهای پاسخ میباشد که در جدول نشان داده شده است .

جدول ۱۱. نتایج حاصل از تنظیم پارامترهای شبکه عصبی برای مثال فوق با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

پارامترهای مؤثر از عملکرد شبکه عصبی			معیارهای عملکرد شبکه عصبی			مقدار تابع هدف
درصد داده های مورد استفاده قرار گرفته جهت آموزش شبکه	تعداد نورونها در اولین لایه پنهان	تعداد نورونها در دومین لایه پنهان	میانگین مجموع مربعات خطای داده های تست	ضریب همبستگی	زمان آموزش	۴,۴۴
۰,۶۷	۱۹	۲۱	۰,۲۶۲۶	۰,۹۹۶۶	۱۷	

جدول ۱۲. مقدار تابع هدف به ازای نتایج آزمایشات انجام گرفته تحت شرایط بهینه رویکرد پیشنهادی

تکرار	۱	۲	۳	۴	۵
مقدار تابع هدف	۴,۵۲	۴,۴۸	۴,۶۷	۴,۵۵	۴,۵۹

نتایج نشاندهنده عملکرد مناسب روش پیشنهادی نسبت به روش الگوریتم ژنتیک میباشد . این درحالیست که زمان موردنیاز برای الگوریتم ژنتیک ۳۱۴۲۷ ثانیه بوده که در مقایسه با روش پیشنهادی بسیار زیاد میباشد . دلیل عملکرد بهتر روش پیشنهادی را میتوان وابستگی عملکردالگوریتم ژنتیک به تنظیم مناسب پارامترهای خود الگوریتم عنوان کرد . بعبارت دیگر در صورت تغییر مناسب پارامترهای الگوریتم ژنتیک پارامترهای تعیین شده برای شبکه عصبی نیز تغییر خواهد یافت .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۱۹ تحقیقات و پژوهش های صورت گرفته در زمینه استفاده از شبکه های عصبی فازی

در طراحی مدل شبکه های عصبی فازی در تمامی پژوهش های زیر از شبکه عصبی چند لایه پیشخور(MFNN) با الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا و سیستم استنتاج فازی تاکاگی سوگنو استفاده شده است .برای طراحی سیستم بهینه شبکه عصبی فازی ، از طریق تغییر مداوم تعداد لایه ها و تعداد نرون های لایه پنهان ،توپولوژی مناسب شبکه عصبی مورد بررسی قرارگرفتهاست

۳ – ۱۹ – ۱ پیش بینی عوامل موثر بر قیمت طلا

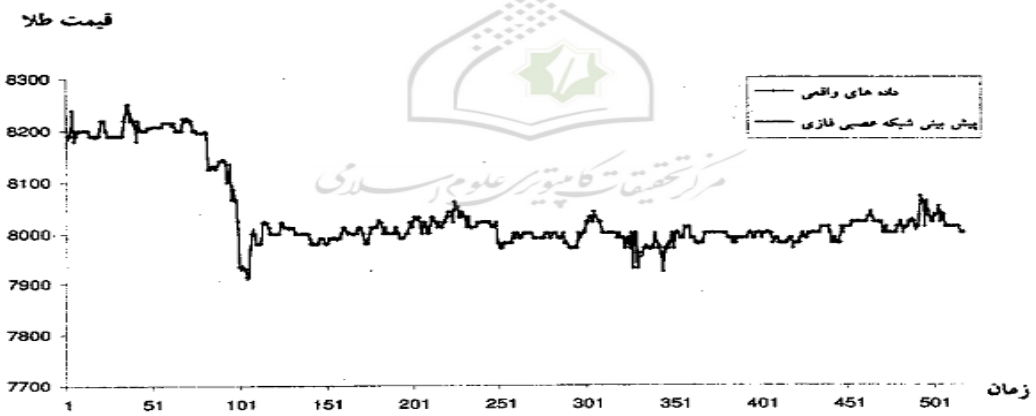
توپولوژی مناسب شبکه عصبی این تحقیق به صورت ۳ لایه شامل لایه های ورودی،پنهان و خروجی است که تعدادنرون های آن (۱ ۳۵ ۱۵)است . تعدادتوابع عضویت استفاده شده در این تحقیق ۱۰۰ تابع میباشد و برای تابع ورودی از تابع " تفاوت دو تابع سیگموییید" و برای تابع خروجی از تابع خطی و برای غیر فازی نمودن از تابع میانگین موزون استفاده گردید .

تعداد داده های سری زمانی ورودی تحقیق ۵۲۰ عدد میباشد که ۵۰ درصد آنها به عنوان داده های آموزشی، ۲۵ درصد داده های آزمایشو و ۲۵ درصد به عنوان داده های اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفتند .

نتیجه گیری :در این پیش بینی بااستفاده از روشهای شبکه های عصبی فازی و رگرسیون،پیش بینی قیمت طلا انجام شده است و نتایج تحقیق نشانگر آن است که شبکه های عصبی فازی نسبت به رگرسیون توانایی بالاتری دارد . از آنجاکه سیستم های عصبی فازی نیازمند داده های صریح و قطعی نیستند و نمونه بزرگی از داده هارا نیاز ندارد،میتواند پیشبینی خوبی ارائه دهد و نسبت به روش های کلاسیک مناسبتر است .

www.Prozhe.com

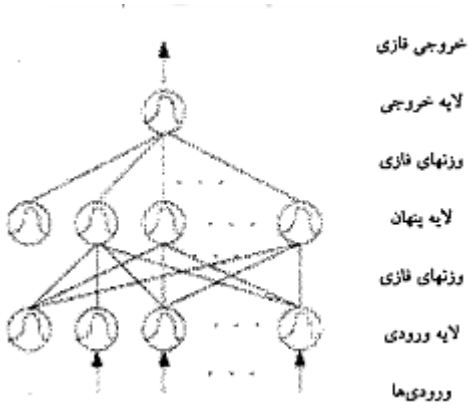
www.Prozhe.com



شکل ۳ – ۸. مقایسه نتایج پیش بینی شبکه های عصبی فازی و مقادیر واقعی رگرسیونی

۳ – ۱۹ – ۲ مدل سازی پیش بینی قیمت سهام

برای مدل سلزی پیش بینی قیمت سهام در این تحقیق از دو روش شبکه های عصبی فازی و ARIMA استفاده شده است . داده های روزانه قیمت سهام بورس اوراق بهادار در بازه زمانی ۵ ساله مهر۱۳۷۸تا مهر ۱۳۸۳ به صورت سرس زمانی انتخاب شده است . در طراحی شبکه عصبی فازی با توجه به تعداد زیاد داده ها،نیمی از داده ها به عنوان داده های آموزشی ،۲۵درصد داده های آزمایشی و باقیمانده داده های اعتبار سنجی انتخاب شده اند



شکل ۳- ۹ . معماری شبکه عصبی فازی

نتیجه گیری :

نتایج تحقیق نشانگر آن است که شبکه های عصبی فازی برای ۴شرکت مورد بررسی از لحاظ تمامی معیارعای عملکرد بر روش ARIMA برتری دارد . این موضوع بدلیل آن است که داده های پیش بینی قیمت سهام ماهیت غیر خطی دارند. از آنجاکه سیستم های عصبی فازی نیازمند داده های صریح و قطعی نیستند و نمونه بزرگی از داده هارا نیاز ندارد،میتواند پیشبینی خوبی ارائه دهد و نسبت به روش های کلاسیک مناسبتر است .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

۳ – ۱۹ – ۳ مدل سازی پیش بینی با استفاده از شبکه عصبی – فازی : قیمت نفت

هدف از این بازرسی ها شناخت متغیرهایی است که بر قیمت نفت اوپک تاثیر گذار هستند . از لحاظ تئوری های اقتصادی عرضه و تقاضای نفت متغیرهایی هستند که در قیمت نفت تاثیر گذار هستند . متغیر های مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از : تولید نفت خام اوپک و جهان، صادرات نفت خام اوپک و جهان، قیمت نفت خام اوپک، مصرف محصولات پالایشگاهی در دنیا، ارزش صادرات نفت خام اوپک، میزان ذخایر نفت خام اوپک و جهان،صادرات گاز طبیعی اوپک و جهان،گاز بازاریابی شده اوپک و جهان،میزان ذخایر گاز طبیعی،تولید ناخالص داخلی اعضای اوپک. تعداد لایه های پنهان ۲ در نظر گرفته شده است

نتیجه گیری

روش شبکه عصبی فازی نسبت به سایر روش ها قدرت بالایی در شناخت روند موجود بر داده ها دارد و در تمامی روشهای اندازه گیری خطا نسبت به سایر روشها خطای کمتری دارد . نتایج تحقیق بیانگر آن است که روش شبکه عصبی فازی با توجه به میزان کم خطا دارای همگرایی سریع و توانایی تقریب بالایی است و برای پیش بینی قیمت نفت مناسب است .

۳ – ۱۹ – ۴ مدلسازی پیش بینی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده بندی فیفا با استفاده از شبکه های عصبی فازی

۳ – ۱۹ – ۵ برنامه ریزی تعمیرات و نگه داری پیش گویانه ایستگاه های گاز با رویکرد PCA و شبکه های عصبی فازی

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

نتیجه گیری

تنظیم پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی را میتوان به عنوان یکی از مهمترین مشکلات استفاده از آن عنوان کرد . در مطالعاتی که از طراحی آزمایشات برای تنظیم پارامترها ی شبکه عصبی استفاده شده است، اغلب از روش تاگوچی برای این منظور استفاده کردهان لیکن ازمهمترین معایب این روش میتوان به حل مسئله در فضای گسسته و همچنین عدم قابلیت مناسب این روش برای در نظر گرفتن چندین معیار عملکرد اشاره نمود . ازسویی دیگر در مطالعاتی که الگوریتم های فراابتکاری برای این منظور بکاربرده شده اند نتایج نشان دهنده وابستگی کیفیت جواب نهایی به نحوه انتخاب پارامترهای خود الگوریتم ها میباشد . در این تحقیق برای جبران عیب روشهای حاصل از طراحی آزمایشات از روش باکس – بنکن برای این منظور استفاده شده است که میتوان مسئله را در فضای کاملتری بررسی نمود . همچنین روش پیشنهادی در مقابل روشهای فراابتکاری زمان بسیار کمتری برای تنظیم پارامترها نیاز داشته و میتواند جنبه کاربردی تری داشته باشد .

در این تحقیق برای تایید صحت رویکرد پیشنهادی مثالی با بکارگیری از آن ارائه گردیده و با نتیجه حاصل از الگوریتم ژنتیک مقایسه گردید . نتایج این مثال نشان میدهد که در صورت تنظیم پارامترها با استفاده از روش پیشنهادی شبکه عصبی مصنوعی عملکرد بسیار مناسبی از خود نشان میدهد .

این رویکرد میتواند برای تنظیم پارامترها در حل انواع مختلف مسائل با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گیرد . استفاده از روشهای دیگر آماری برای طراحی آزمایشات و همچنین مطالعه سایر عولمل ازجمله توابع انتقال وزن آغازین برای آموزش و همچنین الگوریتمهای آموزش شبکه عصبی به عنوان عوامل کنترلی میتواند در مطالعات آتی مورد استفاده قرار گیرد . برای مثال الگوریتم های گرادیان توام ،لون برگ – مارکورت الگوریتمهای فرا ابتکاری و ترکیب الگوریت های پس انتشار خطا و الگوریتم های فرا ابتکاری میتوانند بعنوان ستوه این عامل کنترلی در نظر گرفته شده و بنا به مسائل مختلف تاثیر هر یک مورد تحلیل قرار گیرد .

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

منابع و مراجع

1. http://www.c-science.orq.ir/
2. http://www.nsl.hcmuns.edu.vn/greenstone/collect/hnkhbk/archives/HASH0188.dir/doc.pdf
3. http://ethesis.nitrkl.ac.in/245/1/10502014.pdf
4. **http://www.noormags.com**
5. **http://www.ensani.ir**
6. **http://fa.wikipedia.org**
7. **http://ceit.aut.ac.ir**

- ویکی‌پدیای انگلیسی

آموزش شبکه عصبی با متلب

[۱] http://IJIEPM.iust.ac.ir/

[۲]Hagan, M.T., Demuth, H.B., Beale, M.H., Neural Network Design , PWS Boston MA, 1996 .

[۳]Werbos, P., "Backpropagation Through Time: What it Does and How to Do it", Proceedings of the IEEE ,Vol . ۷۸,۲۰۰۲pp. 1550-1560 .

[۴]Hertz, J., Krogh, A., Palmer, R.G., Introduction to the Theory of Neural Computation, Westview press, 1991 .

[۵]Hsieh, K., "Employing Artificial Neural Networks Into

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

Achieving Parameter Optimization of Muti-Response Problem with Different Importance Degree Consideration", Information technology journal, Vol . ,٩No. 5, 2010, pp. 918-926 .

[ٶ]Noorossana, R., Davanloo Tajbakhsh, S., Saghaei, A ,. "An Artificial Neural Network Approach to Multiple-Response Optimization", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 40, No. 11 , ,٢٠٠٩pp. 1227-1238 .

[٧]Shi, Y., Eberhart, R., "Parameter Selection in Particle Swarm Optimization", Evolutionary Programming VII , ,١٩٩٨pp. 591-600 .

[٨]Xu, J., Chiu, S.Y., Glover F., "Fine-tuning a tabu search algorithm with statistical tests", International Transactions in Operational Research ,Vol. 5,No. 3 , ,١٩٩٨pp. 233-244 .

[9] Zandieh M., Amiri M., Vahdani B., & Soltani R., "A robust parameter design for multi-response problems",

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

Journal of computational and applied mathematics, Vol. 230, No. 2, 2009, pp. 463-476.

[10] Bashiri M., & Karimi H., "Tabu Search parameters selection for Quadratic Assignment Problem", 24th European Conference on Operational Research, Lisbon, 2010.

[11] Arifovic J., & Gencay R., "Using Genetic algorithms to Select Architecture of a Feedforward Artificial Neural Network", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Vol. 289, No. 3, 2001, pp. 574-594.

[12] Leung, F.H.F., Lam, H.K., Ling, S.H., Tam, P.K.S., "Tuning of the Structure and Parameters of a Neural Network Using an Improved Genetic Algorithm", IEEE

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

Payamenoor University of Esfarayen

Important parameters of the fuzzy neural network

Master :

Ehsan Jafari Engineer

Provided by :

Mahboobeh aminzadeh

esfand 1392

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

www.Prozhe.com

Important parameters of the fuzzy neural network

پژوهشگر : محبوبه امین زاده

Payamenoor University of Esfarayen
1392

www.Prozhe.com