سایت اختصاصی
مهندسی کنترل

https://controlengineers.ir

@controlengineers

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مقدمه

در این فصل پس از بررسی سیر تطور تفکر فازی ، در خصوص روشهای علم مدیریت فازی در زمینه گردآوری داده و تجزیه، برنامه‌ریزی (ایجاد مدل، تجزیه و تحلیل و ارزیابی و بهینه سازی و تصمیم گیری) و مدیریت اداری مطالبی ارائه می گردد .

سیر تطور تفکر فازی

از آن زمانی که انسان اندیشیدن را آغاز نمود ، همواره کلمات و عباراتی را بر زبان جاری ساخته که مرزهای روشنی نداشته‌اند. کلماتی نظیر "خوب"، "بد"، "جوان" ، "پیر" ، "بلند" ، "کوتاه"، "قوی"، "ضعیف"، "گرم"، "سرد" ، "خوشحال" ، "باهوش" ، "زیبا" و قیودی از قبیل " معمولاً"، "غالباً" ، "تقریباً"، "بندرت". روشن است که نمی‌توان برای این کلمات مرز مشخصی یافت، برای مثال در گزاره "علی باهوش است " یا " گل رز زیباست " نمی‌توان مرز مشخصی برای "با هوش بودن" و "زیبا بودن" در نظر گرفت. اما در بسیاری از علوم نظیر ریاضیات و منطق، فرض بر این است که مرزها و محدوده های دقیقا تعریف شده ای وجود دارد و یک موضوع خاص یا در محدوده آن مرز می‌گنجد یا نمی‌گنجد. مواردی چون همه یا هیچ، فانی یا غیرفانی، زنده یا مرده، مرد یا زن، سفید یا سیاه، صفر یا یک، یا "این" یا "نقیض این". در این علوم هر گزاره‌ای یا درست است یا نادرست، پدیده‌های واقعی یا "سفید" هستند یا "سیاه".

این باور به سفید و سیاه‌ها، صفر و یک ها و این نظام دو ارزشی به گذشته باز می‌گردد و حداقل به یونان قدیم و ارسطو می‌رسد. البته قبل از ارسطو نوعی ذهنیت فلسفی وجود داشت که به این ایمان دودویی با شک و تردید می‌نگریست. بودا در هند، پنج قرن قبل از مسیح و تقریباً دو قرن قبل از ارسطو زندگی می‌کرد. اولین قدم در سیستم اعتقادی او گریز از جهان سیاه و سفید و برداشتن این حجاب دو ارزشی بود. نگریستن به جهان به صورتی که هست. از دید بودا جهان را باید سراسر تناقض دید، جهانی که چیزها و ناچیزها در آن وجود دارد. در آن گلهای رز هم سرخ هستند و هم غیرسرخ. در منطق بودا هم A داریم هم نقیض A.[1] در منطق ا رسطو یا A داریم یا

---

1 .Not -A

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

نقیض A. منطق (A یا نقیض A) در مقابل منطق (A و نقیض A). منطق این یا آن ارسطو در مقابل منطق تضاد بودا .

منطق ارسطو اساس ریاضیات کلاسیک را تشکیل می‌دهد. بر اساس اصول و مبانی این منطق همه چیز تنها مشمول یک قاعده ثابت می شود که به موجب آن یا آن چیز درست است یا نادرست. دانشمندان نیز بر همین اساس به تحلیل دنیای خود می پرداختند. گرچه آنها همیشه مطمئن نبودند که چه چیزی درست است و چه چیزی نادرست و گر چه درباره درستی یا نادرستی یک پدیده مشخص ممکن بود دچار تردید شوند ، ولی در یک مورد هیچ تردیدی نداشتند و آن اینکه هر پدیده‌ای یا "درست" است یا "نادرست".

هر گزاره، قانون یا قاعده‌ای یا قابل استناد است یا نیست. بیش از دو هزار سال است که قانون ارسطو تعیین می‌کند که از نظر فلسفی چه چیز درست است و چه چیز نادرست. این قانون " اندیشیدن" در زبان ، آموزش و افکار ما رسوخ کرده است .

منطق ارسطویی ، دقت را فدای سهولت می‌کند. نتایج منطق ارسطویی، "دو ارزشی"، "درست یا نادرست" ، "سیاه یا سفید" و "صفر یا یک" می‌تواند مطالب ریاضی و پردازش رایانه‌ای را ساده کند. می‌توان با رشته‌ای از صفر و یک‌ها بسیار ساده‌تر از کسرها کار کرد. اما حالت دو ارزشی نیازمند انطباق ورزی و از بین بردن زوائد است . به عنوان مثال هنگامی که می پرسید : آیا شما از کار خود راضی هستید ؟ نمی توان انتظار جواب بله یا خیر داشت ، مگر آنکه با تقریب بالایی صحبت کنید . " سورن کرکنگاد "[1] فیلسوف اگزیستانسیالیست ، در سال ۱۸۴۳ کتابی در رابطه با تصمیم گیری و آزاد اندیشی به نام " یا این یا آن "[2] نوشت . او در این کتاب بشر را برده کیهانی انتخابهای " دودویی " در تصمیم گیری هایش نامید . تصمیم گیری به انجام یا عدم انجام کاری و تصمیم گیری درباره بودن یا نبودن چیزی [۱۵].

گر چه می توان مثالهای فراوانی را ذکر کرد که کاربرد منطق ارسطویی در مورد آنها صحیح باشد ، اما باید توجه داشت که نباید آنچه را که تنها برای موارد خاصی مصداق دارد به تمام

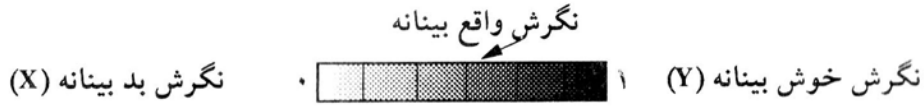
1 Soren kierkengaard
2 Either – or

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

پدیده‌ها تعمیم داد. در دنیایی که ما در آن زندگی می‌کنیم، اکثر چیزهایی که درست به نظر می‌رسند، " نسبتاً" درست هستند و در مورد صحت و سقم پدیده‌های واقعی همواره درجاتی از "عدم قطعیت" صدق می‌کند.

به عبارتی دیگر پدیده‌های واقعی تنها سیاه یا تنها سفید نیستند، بلکه تا اندازه‌ای "خاکستری" هستند. پدیده‌های واقعی همواره "فازی"[1] ، "مبهم" و "غیردقیق" هستند. تنها ریاضی بود که سیاه و سفید بود و این خود چیزی جز یک سیستم مصنوعی متشکل از قواعد و نشانه‌ها نبود. علم، واقعیتهای خاکستری یا فازی را با ابزار سیاه و سفید ریاضی به نمایش می‌گذاشت و این چنین بود که به نظر می رسید واقعیتها نیز تنها سیاه یا سفید هستند. بدین ترتیب در حالیکه در تمامی جهان حتی یک پدیده را نمی‌توان یافت که صد در صد درست یا صد در صد نا درست باشد، علم با ابزار ریاضی خود همه پدیده‌های جهان را این طور بیان می‌کرد. در این جا بود که علم دچار اشتباه شد [۱۵]. در ادامه با استفاده از مثالهایی برآنیم تا بیاموزیم که چگونه می‌توان تصویری خاکستری از جهان خاکستری بسازیم.

مثال ۱-۱ مک گریگور[2] – نظریه پرداز کلاسیک مدیریت – با ارائه نظریه X و Y نگرشی مبتنی بر منطق ارسطویی را در مورد کارکنان ارائه داد. مدیری که با عینک خوش بینی یا بدبینی با کارکنان خود می‌نگرد، قضاوتهای مطلق نیز خواهد داشت و بر این اساس سبک خاص و مطلق را برای برخورد با کارمند خویش به کار می‌گیرد. برای مثال مدیری که کارمند خود را از نوع Y بداند، نگرش مثبتی به او داشته، رفتار توام با اعتماد از خود نشان می‌دهد و تنها محاسن آن فرد را می‌بیند و دیگر هیچ تصویری جز خوبی در او نمی‌تواند بیابد. در حالیکه نگرش واقع بینانهٔ مدیر به کارمند، مدیر را قادر به شناخت دقیق نقاط قوت و ضعف نسبی فرد کرده و از این رو رفتار او بر اساس شرایط واقعی خواهد بود.



1 فازی در لغت یعنی کرکی درهم وبرهم پرزدار وتیره و نامعلوم

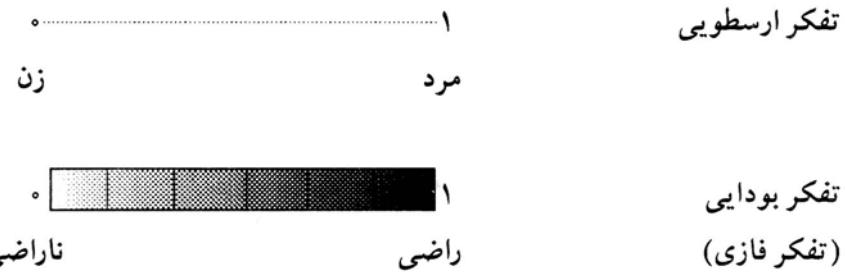
2 MC Gregour

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مثال ۱-۲ فرض کنید شما برای تعدادی از کارکنان نوعی دورهٔ آموزشی برگزار کرده‌اید. اگر در کلاس از کارکنان مرد بخواهید دست‌های خود را بلند کنند، دست‌های کارکنان مرد بالا می‌رود و دست‌های کارکنان زن پایین می‌ماند و در این حالت مجموعه کارکنان مرد، یک مجموعه معمولی است واعضای این مجموعه ۱۰۰٪ عضو این مجموعه هستند. حال اگر از کارکنان زن بخواهید دست‌های خود را بلند کنند، دست‌های کارکنان زن بالا می‌رود و دست‌های کارکنان مرد پایین می‌ماند. در این حالت نیز مجموعه کارکنان زن، یک مجموعه معمولی است و اعضای این مجموعه ۱۰۰٪ عضو مجموعه هستند. در این جا منطق ارسطو (A یا نقیض A) برقرار است و مخاطبان به دو دسته مرد و غیر مرد یا زن و غیر زن تقسیم می‌شوند. اگر بپرسید، آنهایی که از شغل خود راضی هستند، دستهای خود را بلند کنند. دستها بالا و پایین می‌رود و پس از چندی به سکون می‌رسد اما اغلب آنها خمیده است. معدودی از افراد با اطمینان دست خود را بالا نگه می‌دارند، یا آن را اصلاً بالا نمی‌آورند. اغلب افراد بین این دو حالت قرار می‌گیرند. این مجموعه (مجموعه کارکنان راضی) دیگر یک مجموعه ارسطویی نیست، زیرا تعدادی از افراد (بیشتر افراد) تا حدودی از کار خود راضی هستند نه به میزان ۱۰۰٪ . این مجموعه یک مجموعه فازی است مجموعه‌ای از افراد که از مشاغل خود راضی هستند. حال سوال دیگری مطرح کنید. آنهایی که از شغل خود ناراضی هستند، دستهای خود را بلند کنند. بسیاری از همان دستها بالا رفته، تزلزل یافته و در حالت خمیده به سکون می‌رسند. این مجموعه ، معرف مجموعه فازی دیگری است که کارکنان ناراضی نامیده می‌شود. نقیض مجموعه فازی کارکنان راضی. در این جا تعدادی از کسانی که تا حدودی از کار خود راضی بوده‌اند، در مجموعه کارکنان ناراضی نیز قرار دارند. حال تا حدودی قانون بودا برقرار است، هم راضی و هم ناراضی . هم A و هم نقیض A. شکل زیر این مثال را به صورت ترسیمی نشان می‌دهد.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers



مجموعه کارکنان راضی و نا راضی در مثال (۱-۲) یک "مجموعه فازی" را بیان می‌کند. مجموعه‌های فازی در ریاضیات جدید به مجموعه‌هایی اطلاق می‌شوند که عناصر آن بطور نسبی متعلق به آن مجموعه باشند. به عنوان مثال وقتی می‌گوییم "حسن جوان است"، "حسن" عضو مجموعه‌ای به نام "جوان" است که عناصر آن یعنی اشخاص در سنین مختلف به اندازه‌های متفاوت عضو این مجموعه هستند. میزان عضویت افراد در مجموعه "جوان" را با عددی بین صفر و یک نشان می دهند که درجه عضویت نامیده می شود . درجه عضویت "صفر" یعنی فرد در این مجموعه هیچ عضویتی ندارد ، مانند یک فرد هفتاد ساله که می توان میزان عضویتش را در مجموعه فازی جوان "صفر" در نظر گرفت و درجه عضویت "یک" یعنی فرد صد در صد عضو مجموعه است مانند یک فرد ۱۸ ساله. از طرفی اگر "حسن" ۳۰ ساله باشد می‌توان او را به اندازه ۰/۷ عضو مجموعه "جوان" دانست.

همانطور که مشاهده می‌شود، در مجموعه‌های فازی برخلاف مجموعه های قطعی عناصر به دو دسته عضو و غیرعضو تقسیم نمی‌شوند، بلکه بر اساس آنچه ما تعریف می‌کنیم میزان عضویت عناصر در مجموعه‌های فازی بین صفر و یک متغییر است. درک مجموعه‌های فازی اولین قدم در ورود به مبحث ریاضیات فازی است که در مقابل ریاضیات کلاسیک قرار دارد. مبنای ریاضیات کلاسیک، منطق ارسطویی است که در آن پدیده‌های مختلف تنها دو جنبه دارند، "درست" یا "نادرست" ، "صفر" یا "یک". در منطق ارسطویی حالت میانه‌ای وجود ندارد و شیوه استدلال "قطعی و صریح" است. از طرف دیگر ریاضیات فازی بر پایه استدلال تقریبی[1] بنا شده که منطبق با طبیعت و سرشت سیستمهای انسانی است. در این نوع استدلال، حالتهای صفر و یک تنها

1 Approximate Reasoning

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مرزهای استدلال را بیان می‌کنند و در واقع استدلال تقریبی حالت تعمیم یافته استدلال قطعی و صریح ارسطویی است. [۱]

دو حادثه در اوایل قرن بیستم منجر به شکل گیری "منطق فازی" [۲] یا "منطق مبهم" [۳] شد (منطق فازی یعنی توان استدلال با مجموعه فازی) اولین حادثه پارادکسهای مطرح شده توسط برتراند راسل در ارتباط با منطق ارسطویی بود. برتراند راسل بنیادهای منطقی برای منطق فازی (منطق مبهم) را نهاد اما هرگز موضوع را تعقیب نکرد. برتراند راسل در ارتباط با منطق ارسطویی چنین بیان می دارد :

"تمام منطق سنتی بنا به عادت فرض را بر آن میگذارد که نمادهای دقیقی به کار گرفته شده است به این دلیل موضوع در مورد این زندگی خاکی قابل بکارگیری نیست بلکه فقط برای یک زندگی ماوراء الطبیعه معتبر است" [۴]

دومین حادثه کشف "اصل عدم قطعیت" توسط هایزنبرگ در فیزیک کوانتوم بود اصل عدم قطعیت کوانتومی هایزنبرگ به باور کورکورانه ما به قطعیت در علوم وحقایق علمی خاتمه داد و یا دست کم آن را دچار تزلزل ساخت {۱۵}. هایزنبرگ نشان داد که حتی اتمهای مغز نامطمئن هستند . حتی با اطلاعات کامل نمی توانید چیزی بگویید که صددر صد مطمئن باشید هایزنبرگ نشان داد که حتی در فیزیک حقیقت گزاره ها تابع درجات است.

در این میان منطقیون برای از خشکی و جزمیت منطق دو ارزشی ، منطقهای چند ارزشی را به عنوان تعمیم منطق دو ارزشی پایه گذاری کردند اولین منطق سه ارزشی در سال ۱۹۳۰ توسط لوکاسیه ویچ [۵]– منطق دان لهستانی –پایه گذاری شد . سپس منطق دانان دیگری نظیر بوخوار [۶]،

---

1 در فصول بعد در ارتباط با مجموعه های فازی و استدلال تقریبی بحث خواهد شد

2 منطق فازی را در فارسی ریاضیات نادقیق و منطق نادقیق و منطق مفاهیم نادقیق و ریاضیات مشکک و ریاضیات شوریده نیز تعریف کرده اند

3 منطق مبهم اصطلاح فیلسوفان است

4 برتراند راسل " ابهام " مجله استرالیایی فلسفه ، جلد یک ، ۱۹۲۳

5 Lukasiewicz

6 Bochvar

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

کلین [1] و هی تینگ [2] نیز منطقهای سه ارزشی دیگری ارائه کردند . در منطق سه ارزش گزاره هابر حسب سه ارزش (۱و½، ۰) مقدار دهی میشوند لذا این منطق ها واقعیت ها را بهتر از منطق ارسطویی (۱و۰) نشان می دهند ولی روشن است که منطق سه ارزشی نیز با واقعیت فاصله دارد لذا منطقهای n مقداره توسط منطقیون از جمله لوکاسیه ویچ ارائه شد در منطق n مقداره هر گزاره می‌تواند یکی از ارزشهای درستی مجموعه زیر را اختیار کند :

$$Tn = \{0, \frac{1}{n}, \frac{2}{n}, ..., 1\}$$

روشن است که هر چه n عدد صحیح مثبت بزرگتری انتخاب شود دسته بندی ارزش گزاره‌ها (گرد کردن آنها به یکی از اعداد مجموعه T_n) به واقعیت نزدیکتر خواهد بود و اگر n به سمت بی نهایت میل کند ($n \to \infty$)، یک منطق بی نهایت مقداره تعریف می شود که درجه درستی هر گزاره می‌تواند یک عدد گویا بین صفر و یک باشد منطق کاملتر آن است که هر گزاره بتواند هر عدد حقیقی بین صفر و یک را اختیار کند که آن را منطق استاندارد لوکاسیه ویچ می‌نامند در واقع ارزش گزاره‌ها در این منطق طیفی بین درستی و نادرستی یا بین صفر و یک است.

منطق فازی نیز یک منطق چند ارزشی است. در این منطق به جای درست یا نادرست، سیاه وسفید و صفر یا یک و سایه های نامحدودی از خاکستری بین سیاه وسفید وجود دارد تمایز عمده منطق فازی با منطق چند ارزشی آن است که در منطق فازی حقیقت و حتی ذات مطالب هم می تواند نا دقیق باشد در منطق فازی مجاز به بیان جملاتی از قبیل " کاملاًدرست است" یا "کم و بیش درست است" هستیم و حتی می توان از احتمال نا دقیق مثل " تقریباًغیرممکن" "نه چندان" و "بندرت" نیز استفاده کرد بدین ترتیب منطق فازی نظام کاملا منعطفی را در خدمت زبان طبیعی قرار می‌دهد. [۹]

منطق فازی یک جهان بینی جدید است که علیرغم ریشه داشتن در فرهنگ مشرق زمین با نیازهای دنیای پیچیده امروز بسیار سازگارتر از منطق ارسطویی است منطق فازی جهان را آن طور که هست به تصویر می‌کشد بدیهی است چون ذهن ما با منطق ارسطویی پرورش یافته برای درک

---

1 Kliieene
2 Heyting

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مفاهیم فازی در ابتدا باید کمی تأمل کنیم ولی وقتی آن را شناختیم دیگر نمی‌توانیم به سادگی آن را فراموش کنیم دنیایی که ما در آن زندگی می‌کنیم دنیای مبهمات و عدم قطعیت است مغز انسان عادت کرده است که در چنین محیطی فکر کند و تصمیم بگیرد و این قابلیت مغز که می‌تواند با استفاده از داده‌های نادقیق و کیفی به یادگیری ونتیجه‌گیری بپردازد در مقابل منطق ارسطویی که لازمه آن داده های دقیق و کمی است قابل تأمل است.

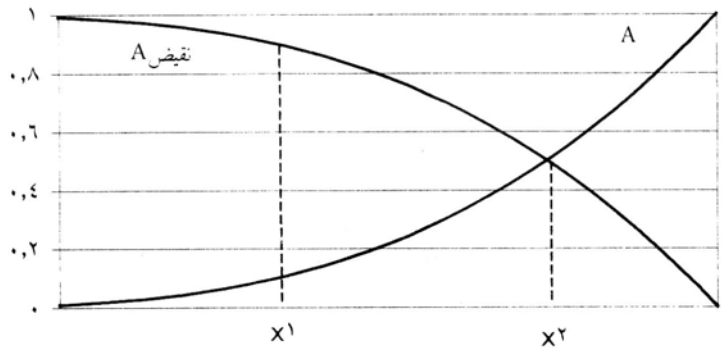
منطق فازی را می‌توان منطق خاکستری نامید منطق دو ارزشی منطق خاکستری را نا دیده می‌گیرد آن را نفی می‌کند یا آن را تماماًسیاه و سفید فرض می‌کند منطق فازی بیان می‌دارد که تقریباً تمام حقیقت حقیقتی خاکستری است اما منطق دو مقداری بیان میدارد که تمام حقیقت ، حقیقتی سیاه وسفید است حقیقتی کاملاًدرست یا کاملاًنادرست.

منطق فازی عبارت است از " استدلال با مجموعه فازی " مجموعه‌های فازی توسط ماکس بلک و لطفی زاده ارائه گردید ابتدا در سال ۱۹۳۷ ماکس بلک- فیلسوف کوانتوم - مقاله ای راجع به آنالیز منطق به نام " ابهام " را در مجله علم منتشر کرد البته جهان علم وفلسفه مقاله بلک را نادیده گرفت اگر این چنین نمی شد ما هم اکنون باید منطق گنگ را به جای منطق فازی مورد بررسی قرار می دادیم [۱۵] سپس در سال ۱۹۶۵ لطفی زاده مقاله ای تحت عنوان مجموعه های فازی منتشر ساخت در این مقاله او از منطق چند مقداری لوکاسیه ویچ برای مجموعه ها استفاده کرد او نام فازی را برای این مجموعه ها در نظر گرفت تا مفهوم فازی را از منطق دودویی دور سازد او لغت فازی را انتخاب کرد تا همچون خاری در چشم علم مدرن فرو رود. [۱۵]

مقاله ماکس بلک برای اولین بار مجموعه فازی را با چیزی که حالا ما آن را منحنی عضویت می‌نامیم، تعریف کرد. نقاط روی منحنی، مقیاس اندازه‌گیری عضویت عناصر مجموعه فازی A یا نقیض A را نشان می‌دهند.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers



نمودار ۱-۱ نمایش مجموعه‌های فازی توسط بلک

منحنی A و نقیض A اساس نظریه فازی است بلک نشان داد که هر چیزی هم تا حدودی A و هم تا حدودی نقیض A است هر چیزی هم قرمز است و هم نیست، هم بزرگ است و هم نیست. هم نرم است و هم نیست. همچنین این منحنی نشان می‌دهد که A و نقیض A معکوس هم هستند و از جمع درجه عضویت یک مقدارمشخص مثل X_1 در A و نقیضA مقدار یک به دست می‌آید در نمودار (۱-۱) مشخص است که درجه عضویت X_1 در مجموعه A برابر۱/. و در مجموعه نقیض A برابر ۹/. است که مجموع آنها برابر یک می شود نقطه تقاطع دو منحنی A و نقیض A ($X_۲$ در نمودار ۱-۱) دارای درجه عضویت ½ می باشد در نقطه X_2 ، A و نقیض A با هم برابرند (نقیض A=A) و در واقع مبهم بودن و فازی بودن در این نقطه به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

ماکس بلک عبارت "مبهم" را به این دلیل استفاده کرد که برتراند راسل و دیگر منطق دانان آن را برای چیزی که ما اکنون آن را " فازی" می‌نامیم استفاده کرده بودند نظریه بلک مورد قبول واقع نشد و در مجله‌ای اختصاصی که تنها گروه اندکی آن را مطالعه می کردند در سکوت به فراموشی سپرده شد ماکس بلک در سال ۱۹۰۹ در شهر باکودر کناره دریای خزر به دنیا آمده بود در سال ۱۹۸۹ درگذشت پس از ماکس بلک یک پروفسور ایرانی به نام لطفی زاده با یک تغییر جدید (تغییر نام "ابهام" به "فازی") راه تازه ای را برای قبولاندن این ایده باز کرد. [۱۵]

لطفی زاده در سال ۱۹۲۱ در باکو (همان شهری که ماکس بلک متولد شده بود) چشم به جهان گشود لطفی زاده یک شهروند ایرانی بود در حالیکه زبان او روسی بود پدرش یک تاجر و خبرنگار روزنامه ایرانیان بود. لطفی زاده از ۱۰ تا ۲۰ سالگی در ایران زندگی کرد و به مدرسه

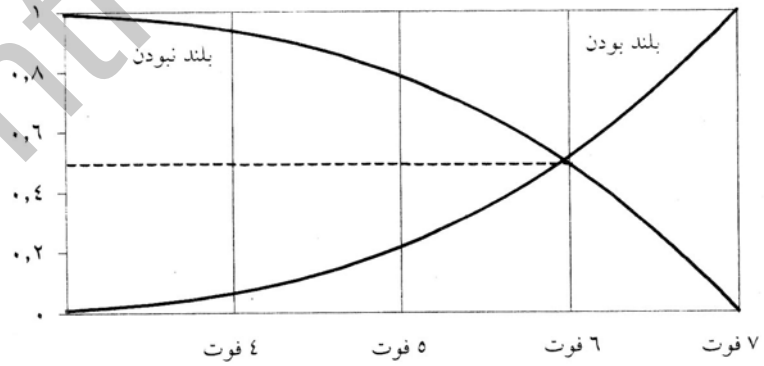
controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مذهبی رفت در سال ۱۹٤۲ با درجه لیسانس مهندسی برق از دانشکده فنی دانشگاه تهران فارغ التحصیل شد او در سال ۱۹٤٤ به آمریکا و به دانشگاه MIT رفت ودر سال ۱۹٤٦ درجه فوق لیسانس را در مهندسی برق دریافت کرد در آن موقع بود که والدینش از ایران به آمریکا (نیویورک) رفتند لطفی زاده MIT را ترک کرد و به والدینش در نیویورک پیوست و وارد دانشگاه کلمبیا شد در سال ۱۹۵۱ او درجه دکتری خود را در رشته مهندسی برق دریافت کرد و به استادان دانشگاه کلمبیا ملحق شد او در آنجا تا زمانی که به uc برکلی رفت، اقامت داشت.

در سال ۱۹٦۳ ریاست بخش برق uc برکلی را که بالاترین عنوان در رشته مهندسی بود بر عهده داشت ۲۰ سال پیش از آن او فقط به خدمتکارانش در خاورمیانه فرمان داد حال افرادی در بالاترین رتبه های آموزشی مهندسی را استخدام می کرد مورد سوال وپرسش قرارمی داد و تشویق یا اخراج می نمود [۱۵]

در سال ۱۹٦۵ پروفسور لطفی زاده مقاله "مجموعه‌های فازی" را در مجله اطلاعات و کنترل منتشر ساخت در این مقاله لطفی زاده چیزی را که برتراند راسل جان لوکاسیه ویچ و ماکس بلک و دیگران آن را "ابهام" یا "چند ارزشی" نامیده بودند "فازی" نامید مجموعه‌های فازی با مثال مجموعه قد انسان آغاز به کار کرد این مورد اولین مجموعه فازی معرفی شده توسط لطفی زاده بود لطفی زاده مفهوم بلندی قد انسان را با منحنی متناسب آن بیان کرد (نمودار ۱-۲)

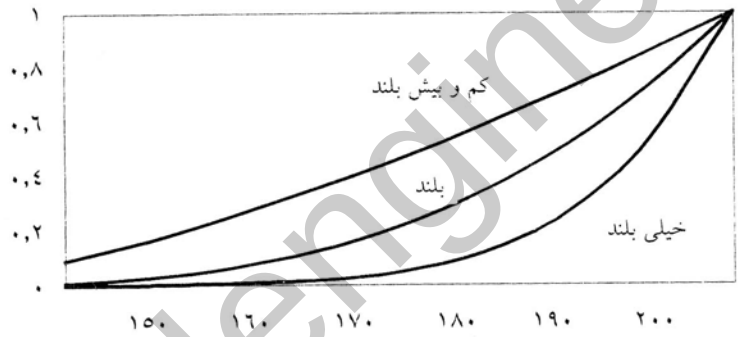


نمودار ۱-۲ مجموعه فازی بیانگر بلندی قد انسان

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

لطفی زاده این مجموعه فازی را "منحنی عضویت"[1] نامید این منحنی درست همانند منحنی ارائه شده توسط ماکس بلک عمل می‌کند. این منحنی برای هر اندازه قد درجه عضویتی را ارائه می‌دهد هر انسانی تا حدودی بلند است و تا حدودی نیز بلند نیست. بنابراین منحنی "بلند نبودن" عکس منحنی "بلند بودن" است (نمودار ۱-۲) و این دو منحنی یکدیگر را در نقطه میانی با درجه عضویت ۱/۲ (جایی که A و نقیض A با هم برابرند) قطع می‌کنند لطفی زاده درصدد بود تا نشان دهد چطور مجموعه‌های فازی محاسبات لفظی را می‌توانند انجام دهند شما می‌توانید تمام توصیف‌کننده‌های دلخواهتان را در مقابل کلمه بلندی قرار دهید "خیلی بلند" باعث باز شدن منحنی "بلندی" و " کم و بیش بلند" باعث جمع شدن منحنی بلندی می‌شود (نمودار (۱-۳) این مطلب را نشان می‌دهد.



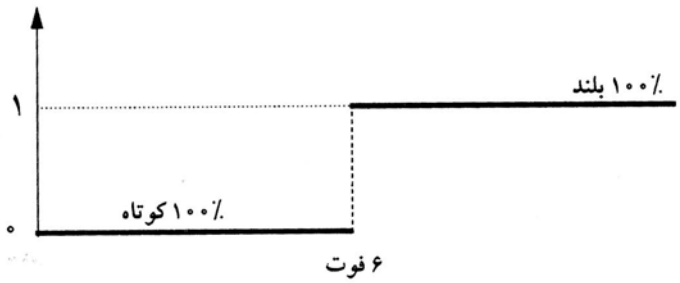
نمودار ۱-۳ تاثیر توصیف کننده‌ها بر مجموعه‌های فازی

بخشی از توانایی‌های مجموعه‌های فازی زمانی مشخص‌تر می‌شود که به مجموعه‌های غیرفازی به شیوه‌ای دقیق‌تر توجه کنیم این منحنی‌ها توابع پله‌ای یا خطوط منقطعی هستند که A و نقیض A را مشخص می‌کنند در دیدگاه ارسطویی بلندی یک مفهوم دو ارزشی است انسانها یا بلندقد هستند یا نیستند و هیچ انسانی نمی‌تواند هم در مجموعه "بلند بودن" و هم در مجموعه "بلند نبودن" وجود داشته باشد در چنین مجموعه‌ای شما در یک ارتفاع معین (مثلاً ٦ فوت) به طور ناگهانی از "بلند قد نبودن" به "بلند قد بودن" جهش می‌کنید نمودار (۱-٤) این مطلب را نشان می‌دهد.

1 Membership curve

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers



نمودار ۱-۴ دیدگاه ارسطویی در ارتباط با بلند قد بودن

اما "بلند قد بودن" نیز مانند تمام خصوصیات دیگر در جهان موضوع و مطلبی نسبی است. یک منحنی می‌تواند این تغییر یکنواخت را نشان دهد اما یک خط هرگز آن را نشان نمی‌دهد. این خود مزیت دیگری از مجموعه‌های فازی است .

در سال ۱۹۷۳ ، لطفی زاده مقاله دیگری منتشر کرد و در آن با جزییات بیشتری در مورد منطق و ریاضیا ت فازی و بکار گیری آن در سیستمهای کنترل بحث کرد . در سال ۱۹۷٤ اولین سیستم کنترلی که مربوط به تنظیم یک موتور بخار بود و بر اساس منطق فازی کنترل می‌شد پیاده‌سازی گردید. در سال ۱۹۸۵ در آزمایشگاه بل اولین تراشه نادقیق ساخته شد و بعد از آن تراشه‌هایی با قدرت بیشتر تولید شد تراشه ای به نام F310 که در سال ۱۹۸۹ ساخته شد قادر است بالغ بر ۵۰ هزار استنتاج فازی را در یک ثانیه انجام دهد. بدیهی است که روند توسعه و استفاده از تراشه‌های فازی راه را برای استفاده از رایانه‌هایی که از این سخت افزار استفاده می‌کنند، باز خواهد کرد.

با توجه به مطالب ذکر شده می توان گفت که ریاضیات مجموعه های فازی چیز جدیدی نبود مجموعه‌های فازی همان جبری را مورد استفاده قرار می داد که لوکاسیه ویچ نیم قرن قبل در منطق چند ارزشی‌اش مورد استفاده قرار داده بود. همان چیزی که در لیست ابهام یا مجموعهٔ ماکس بلک استفاده شده بود. اما لطفی زاده نام "فازی" را به دلیل ارتباطش با احساس عامیانه برای آن انتخاب کرد لطفی زاده احساس می کرد نظریه فازی نظریه ابهام ماکس بلک را تسخیر کرده است.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

نظریه فازی با پشتکار لطفی زاده گسترش یافت همراه با گسترش این نظریه انتقاداتی بر آن وارد شد که عمده ترین آنها را می توان در سه گروه تقسیم بندی کرد

اولین گروه منتقدین سوال می کردند که کاربرد منطق جدید (منطق فازی) چیست؟ چه چیزی شما می‌توانید با مجموعه فازی انجام دهید ؟ در مقابل این سوال لطفی زاده و پیروانش برای سالها هیچ کاربردی را نتوانستند نشان دهند در دهه ۱۹۷۰ اولین کاربردهای منطق فازی ظاهر شد اما اینها اغلب اسباب بازی های رایانه ای برگرفته از ایده های ساده ریاضی بود اولین سیستم فازی توسط ابراهیم ممدانی[1] در انگلستان ارائه شد در دهه ۱۹۸۰ ژاپنی‌ها از این سیستمها برای کنترل استفاده کردند و تا سال ۱۹۹۰ ژاپنی ها بیش از ۱۰۰ محصول با کاربردهای کنترل فازی ارائه دادند.

دومین گروه منتقدین از مراکز علمی و پژوهشی احتمالات بودند لطفی زاده از اعداد بین ۰ و ۱ برای توصیف ابهام (موضوعات و مباحث خود) استفاده می‌کرد متخصصین احتمالات نیز احساس می‌کردند که آنها نیز همین کار را انجام می‌دهند وقوع درگیری غیرقابل اجتناب بود بیشتر این انتقادات فازی را همان احتمال با لباس مبدل می‌دانست آنها احساس می‌کردند که لطفی زاده چیز جدیدی ارائه نکرده است و واقعا کار خاصی انجام نداده است آ نها بیان می کردند که لطفی زاده توان خود را روی قدرت بیان مجموعه‌های فازی و قدرت تطابق آنها با کلمات معطوف کرده است در پاسخ به این سوال لطفی زاده بیان می‌دارد که "اصولاً چنین چارچوبی راهی برای مواجهه با مسایلی است که در آنها نادقیق بودن به خاطر عدم وجود معیار صریح عضویت در گروه است نه حضور متغیرهای تصادفی" برای مثال به منحنی (۱-٤) نگاه کنید شما می‌توانید عدد روی منحنی را به عنوان درجه ای از بلند بودن یک فرد تصور کنید اما نمی توانید آن را مانند یک احتمال در نظر بگیرید آیا انسانی به ارتفاع ۵/۸ فوت بلند قد است یا نه ؟ بینش فازی می‌گوید که به اندازه ۸۰٪ بلند قد است و بنابراین به اندازه ۲۰٪ بلند قد نیست اما آیا می توان شخصی را

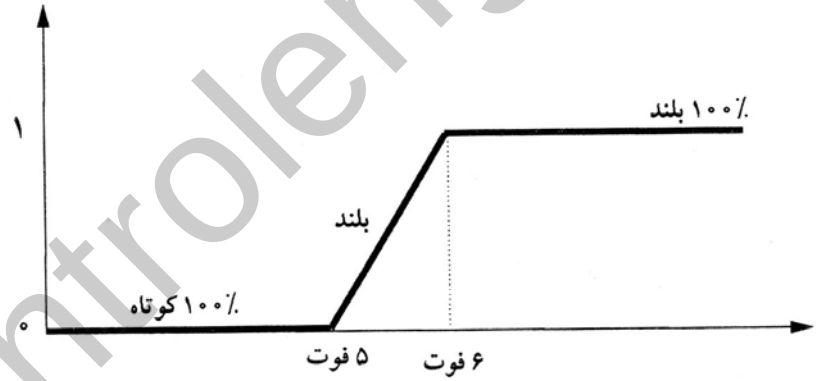
---

1 Ebrahim mamdani

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

که ۵/۸ فوت قد دارد با احتمال ۸۰٪ بلند قد دانست و با احتمال ۲۰ ٪ بلند قد ندانست؟ بنابراین منظور از فازی متعلق بودن است عبور از مرزها، درجات انطباقها.

سومین انتقاد از همه مهمتر بود. آن قهر آشکار منطق دو ارزشی بود برای لطفی زاده درست بودن یا حتی داشتن ظاهری درست در آن بود که منطق ارسطو نادیده انگاشته شود این بدان معنا است که چیزها مجبور نیستند سیاه یا سفید باشند. انتقادات دو ارزشی خود دو نوع بوده‌اند نوع اول می‌گوید که منطق دو ارزشی کارآیی دارد، منطق دو ارزشی هزاران سال است که به ما خدمت کرده و رایانه‌ها را به کار انداخته است ممکن است مقداری هزینه داشته باشد اما ساده است و کار می‌کند. نوع دوم انتقاد فریادی از خشم است. این مورد رد پای علم جدید در رد (A و نقیض A) و اصرار به درستی (A یا نقیض A) است اما در این مورد نیز می‌توان گفت که منطق چند ارزشی می تواند مشکل دو ارزشی را نیز حل کند. شما هنوز می توانید بعضی از مناطق "A ۱۰۰ ٪" یا "۱۰۰ ٪ نقیض A" را حفظ کنید مثلاً در نمودار ۱-٤ مجبور نیستید که خطی بین بلندی و نقیض آن در ٦ فوت بکشید اما می توانید شیبی از ٥ فوت به ٦ فوت رسم کنید (نمودار ٥-١)



نمودار ۱-۵ نگرش فازی به بلندی قد انسان

هر شیب خط بین ٥ و ٦ فوت کندتر باشد منحنی مربوطه فازی تر خواهد بود در این منحنی در قسمت شیب دار (A و نقیض A) و در خارج این شیب (A یا نقیض A) برقرار است.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

۱-۲ روشهای علم مدیریت فازی

روشهای علم مدیریت کلاسیک برگرفته از ریاضیات قطعی[۱] و منطق دو ارزشی و چند ارزشی است که خواهان داده‌های دقیق و کمی هستند در این روشها داده‌های مبهم[۲] و بیان احساسات آدمی (متغیرهای زبانی)[۳] جایی در مدلسازی ندارند که این امر نیز به نوبه خود موجب عدم انعطاف پذیری و عدم دقت در مدلهای ریاضی می‌شود. امروزه علم مدیریت فازی با استفاده از تئوری سیستمهای فازی[۴] می‌تواند رویکردی نوین برای حل مشکل و پاسخ به ابهامات مطرح شده در سیستمهای مدیریتی باشد. تئوری سیستمهای فازی با به کارگیری تئوری منطق فازی[۵] و اندازه‌های فازی[۶] می‌تواند پارامترهایی از قبیل دانش، تجربه، قضاوت و تصمیم‌گیری انسان را وارد مدل نموده، ضمن ایجاد انعطاف پذیری در مدل تصویری خاکستری از جهان خاکستری ارائه نماید. روشن است نتایج چنین مدلهایی به دلیل لحاظ کردن شرایط واقعی در مدل، دقیق تر و کاربردی‌تر خواهد بود.

تئوری سیستمهای فازی بر مبنای فرآیند کلی پردازش اطلاعات در مغز[۷] عمل می‌کند. فرآیند کلی پردازش اطلاعات در مغز شامل مراحل زیر است :[۸]

(تصمیم ← ارزیابی ← قضاوت ← تفکر ← شناخت ← بازیابی اطلاعات)

در مرحله بازیابی اطلاعات به دلیل محدود بودن ظرفیت اطلاعاتی و زمانی ذهن، فقط اطلاعات مهم مورد بازیابی قرار می گیرد تا بتوان آنها را پردازش کرده و اهدافمان را در آنجا متمرکز کنیم . در مرحله شناخت محتوای اطلاعات بازیابی شده مورد شناسایی قرار می‌گیرد. سپس در مراحل تفکر و قضاوت از ترکیب و تطابق اطلاعات بازیابی شده و دانش و مهارتهایی که در ذهنمان است در ارتباط با ارائه پیشنهاد برای تصمیم گیری و حل مساله فکر می‌کنیم و گزینه‌هایی

---

1 Crisp
2 vaguness
3 متغییرهایی هستند که مقادیر آنها کلمات یا جملاتی می باشد که در زبان طبیعی مجود دارد .
4 Fuzzy systems theoty
5 Fuzzy logic theory
6 Fuzzy measure theory
7 General intelligent information processing
8 (retrieval → recognition → thought → judgment → evaluation → decision)

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

ارائه می‌دهیم. در مرحله ارزیابی گزینه‌های مختلف را بر اساس میزان تحقق اهداف (در صورت انتخاب هر یک از گزینه‌ها) مورد ارزیابی قرار می‌دهیم و در مرحله آخر رضایت بخش ترین گزینه را انتخاب کرده و تصمیم می‌گیریم.

با به کارگیری تئوری سیستمهای فازی روشهای علم مدیریت کلاسیک به محیط فازی گسترش می‌یابد و می‌توان از آن در سیستمهای متعدد مدیریتی از جمله تصمیم گیری، سیاست گذاری، برنامه‌ریزی و مدلسازی استفاده کرد. علم مدیریت فازی در برابر موقعیتهای پویای اقتصادی و اجتماعی به طور انعطاف پذیری پاسخگو است. همچنین علم مدیریت فازی قادر است مدلهایی ایجاد کند که تقریبا همانند انسان اطلاعات کیفی را به صورت هوشمند پردازش نماید. بدین ترتیب سیستمهای مدیریت انعطاف بیشتری پیدا می‌کنند و اداره سازمانهای بزگ و پیچیده در محیطهای متغیر، امکان پذیر می‌شود. به طور کلی مشخصه‌های علم مدیریت فازی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد :

۱) ضرایب و شرایط واقعی محدودیتها که به صورت شهودی توسط برنامه ریزان تعیین میگردند را می توان به آسانی و با انعطاف پذیری به وسیله توابع عضویت نشان داد و جواب این مسائل را به طرق ریاضی یافت .

۲) دانش و مهارت مورد نیاز سیستمهای مدیریت را می توان به زبان طبیعی از خبرگان اخذ کرد و با استفاده از استنتاج فازی مدلها و برنامه‌های رایانه‌ای را به آسانی ایجاد کرد. در این موارد زبان طبیعی اغلب از صفات و قیودی مثل "خیلی" ، "کم" ، "مقداری" و "تقریباً" استفاده می‌کند که می‌توان آنها را با توابع عضویت نشان داد و در رایانه وارد کرد.

۳) به جای محدود کردن جوابهای یک مساله به یک عدد می‌توان چند پاسخ محتمل ارائه کرد و از آنجا که حد پایین و بالای پاسخها قابل اخذ است با اضافه کردن نظر خبرگان مدیران و کارشناسان می‌توان راه حلهای کاربردی تری ارائه نمود چرا که در بسیاری از گزینه‌های ارائه شده توسط روشهای علم مدیریت کلاسیک به جهت محدود بودن به یک عدد اغلب مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و تصمیمات اخذ شده توسط مدیران جدا از راه‌حل‌های ارائه شده می‌باشد.

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

روشهای علم مدیریت فازی مطابق با سیستمهای متعدد مدیریت در جدول (۱-۱) نشان داده شده است که در ادامه به بررسی اجمالی هر یک پرداخته می شود .

۱-۲-۱) گرد آوری داده و تجربه

الف) پایگاه داده فازی [۱] : پایگاه دادهٔ فازی از فازی سازی پایگاه داده سنتی و تبدیل مدل رابطه‌ای پایگاه داده استاندارد به مدل رابطه ای فازی ایجاد می شود . بدین وسیله داده فازی به وسیله مجموعه‌های فازی نمایش داده می‌شود و به طور مؤثر مورد استفاده قرار می‌گیرد. از لحاظ کاربرد فیلدهای پایگاه داده فازی را می‌توان در سیستمهای خبره فازی که جزئی از سیستمهای پشتیبانی از تصمیم گیری مدیریت می باشد مورد استفاده قرار داد.

ب) پایگاه دانش فازی [۲] : برای ایجاد پایگاه دانش فازی، تجربه خبرگان و فنون تجربه شده در کار و عملیات واقعی به زبان طبیعی و به شکل قاعده‌های اگر- آنگاه [۳] تبدیل می‌شود. در پایگاه دانش فازی به جای گزاره های قطعی از گزاره های فازی استفاده می شود . به عبارت دیگر با به کارگیری توابع عضویت به وسیله کامپیوتر کمیتهایی مانند "خیلی" ، "کم" ، "بعضی" ، "تقریباً" به صورت فازی پردازش می‌شوند. پایگاه دانش فازی، پایگاه داده فازی و انواع مدلهای فازی در علم مدیریت برای ایجاد سیستمهای پشتیبانی از تصمیم گیری مورد استفاده قرار می گیرند .

---

1 Fuzzy database

2 Fuzzy knowledge base

3 If – then rules

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

جدول ۱-۱- روشهای علم مدیریت فازی

عملیات		روش
گردآوری داده و تجربه		پایگاه داده فازی ، پایگاه دانش فازی
برنامه‌ریزی	ایجاد مدل	مدلهای ساختاری فازی مدلهای رگرسیونی فازی روش پردازش گروه داده‌ها به صورت فازی (GMDH)[1]
	تجزیه و تحلیل و ارزیابی	نظریه توصیف ویژگیهای شیء به صورت فازی انتگرال فازی AHP[2] فازی
	بهینه سازی و تصمیم‌گیری	برنامه‌ریزی ریاضی فازی برنامه‌ریزی چند هدفی فازی تصمیم گیری چند معیاره فازی تصمیم گیری آماری فازی
مدیریت اداری		کاربرد نظریه فازی در علوم رفتاری کاربرد نظریه فازی در سرمایه گذاری مدیریت تولید فازی سیستم پشتیبانی از تصمیم گیری فازی (FDSS)[3] سیستمهای خبره فازی کنترل کیفیت فازی (QC)[4]

۱-۲-۲) ایجاد مدل

الف)مدل ساختاری فازی [5] : مدلهای ساختاری کلاسیک با استفاده از نمودار به نمایش اجمالی سیستمهای متنوع بزرگ و پیچیدهٔ مدیریت مبادرت می‌نمایند. اما در مدلهای ساختاری فازی برای بیان بیان روابط میان قسمتهای مختلف نمودار به جای منطق دو ارزشی صفر و یک از توابع عضویت استفاده می‌شود.

1 GMDH : Group Method of Data Handling
2 AHP : Analytic Hierarchy Process
3 FDSS : Fuzzy Decision Support System
4 QC : Quality Control
5 Fuzzy structural model

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

ب) رگرسیون فازی [1] : ضرایب مدلهای رگرسیونی کلاسیک با استفاده از داده‌های اخذ شده از نظرت خبرگان، ایجاد و برای مسائل برنامه‌ریزی مثل پیش بینی استفاده می‌شوند. در ایجاد ضرایب مدلهای رگرسیونی فازی از اعداد فازی استفاده می‌شود بدین ترتیب می‌توان به حل مسائل و مشکلات واقعی که دارای ابهام در داده‌ها هستند پرداخت.

ج) روش پردازش گروه داده‌ها به صورت فازی [2] : روش پردازش گروه داده‌ها روشی برای مدلسازی سیستمهای غیر خطی پیچیده و بزرگ است و در برنامه‌ریزی و پیش بینی مسائل مدیریت به کار می‌رود حتی بدون دانش قبلی راجع به ساختار سیستم مدلسازی با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی براساس اصل خود سازماندهی ابتکاری [3] انجام می‌شود. در روش پردازش گروه داده‌ها برای مدلسازی سیستمها یا پدیده‌های فازی اعداد فازی جایگزین پارامترهای مدل می‌شود.

۱-۲-۳) تجزیه و تحلیل و ارزیابی

الف) نظریه توصیف ویژگی‌های شی به صورت فازی [4] : در نظریه توصیف ویژگی‌های شی به صورت کلاسیک ویژگی های شی دسته بندی می شود و برای بیان قضاوت در مورد ویژگی های توصیف کننده شی ء از اعداد صفر و یک استفاده می شود اما انسانها اشیاء را به صورت غیر صریح و کیفی توصیف می کنند نظریه مجموعه های فازی حاوی توصیف کننده های فازی است و در حالت فازی دسته بندی ویژگی های شی ء به وسیله مجموعه‌های فازی و قضاوتهای کیفی حاصل می‌شود. نظریه توصیف ویژگی های شی ء چهار نوع است که نوع دوم این نظریه روش موثری برای بررسیهای بازار و توسعه محصول است .

ب) انتگرال فازی [5] :

در روش کلاسیک ارزیابی کلی یک شی ء برابر است با $\Sigma Q_i X_i$. این رابطه یک رابطه خطی است که در آن X_i به ویژگی iام شی ء و Q_i به وزن ویژگی X_i در ارزیابی کلی شیء اشاره دارد. برای

1 Fuzzy regression model
2 Fuzzy group method of data handing
3 Hurestic self – organization
4 Fuzzy multivariate analysis (quantification theory I-IV)
5 Fuzzy integral

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مثال در ارزیابی یک محصول تعدادی از ویژگی‌های محصول مانند عملکرد (X_1) شکل ظاهری (X_2) و اقتصادی بودن(X_3 در نظر گرفته می‌شود سپس وزن هر یک از این ویژگیها با استفاده از روش مقایسه زوجی یا روشهای دیگر تعیین می‌گردد (Q_i). با درنظر گرفتن وزنهای تخصیص داده شده و درجه بندی هر یک از ویژگی ها ارزیابی کلی محصول حاصل می‌شود ($\Sigma Q_i X_i$) اما انتگرال فازی مدعی ارزیابی کلی رویکردهایی است که تفکرات ذهنی قضاوتهای انسانی و دیگر شرایط را به صورت هماهنگ و منعطف فرموله میکند این روش محدود به ارزیابی محصولات نیست و می‌توان از آن برای ارزیابی ویژگی‌ها ایده ها و راهکارهای متعدد نیز استفاده کرد.

ج) فرایند سلسله مراتبی تحلیل فازی (FAHP) :

AHP فازی عبارت است از فازی سازی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی کلاسیک که برای بررسی محصولات، گزینه‌ها و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. درAHP محصولات و گزینه‌های متعدد مورد ارزیابی قرار می گیرند . با استفاده از روش مقایسه زوجی وزن و ارزش ویژگی‌های هر محصول یا گزینه تحت بررسی تعیین می شود در AHP فازی وزن به وسیله اندازه امکان یا اندازه الزام بیان میشود و ضرورت ندارد که جمع کل وزنهای متعدد برابر یک شود.

۱-۲-٤) بهینه سازی و تصمیم گیری

الف) برنامه ریزی ریاضی فازی :

در سطوح ومتعدد برنامه ریزی و تصمیم گیری مدیریت و تولید از برنامه ریزی ریاضی کلاسیک استفاده می شود در چنین مواردی توابع هدف و محدودیتهای قطعی به کار گرفته می شود.

اما در مسایل واقعی همواره انحراف نوسان و انعطاف وجود دارد از این رو در این موارد از برنامه ریزی ریاضی فازی با محدودیتها و توابع هدف فازی استفاده می‌شود علاوه بر این بلمن و زاده معتقدند که در تصمیم گیری تفاوت میان اهداف ومحدودیت ها از بین می رود سایمون معتقد است که مفهوم هدف سازمانی به عنوان مجموعه ای محدودیتها میتواند مورد بررسی دقیق‌تری قرار گیرد.

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

ب) برنامه ریزی چند هدفی فازی :

در دنیای واقعی برای برنامه ریزی و تصمیم گیری در مدیریت محدودیتها واهداف متضاد و چند گانه زیادی باید در نظر گرفته شود از طرفی از آنجا که این اهداف و محدودیتها اغلب فازی هستند برنامه ریزی چند هدفی فازی کاربرد می‌یابد.

ج) تصمیم گیری چند معیاره فازی :

اغلب مسائل تصمیم گیری در دنیای واقعی دارای معیارهای سنجش متفاوت و متضاد و چند گانه هستند چنانچه در تصمیم گیری عوامل کیفی متعدد و متضاد مورد ارزیابی قرار گیرند و راهکار مناسب از بین چند گزینه انتخاب شود این نوع تصمیم گیری را تصمیم گیری چند معیاره گویند.

د) تصمیم گیری آماری فازی:

در تصمیم گیری آماری کلاسیک گزینه ای که بیشترین اثر بخشی مورد انتظار را ارائه کند برگزیده می شود هرگاه در تصمیم گیری مسائل واقعی و شرایط و فعالیتها به وسیله مجموعه های فازی داده شوند تصمیم گیری آماری فازی نامیده می شود.

۱-۲-۵) مدیریت اداری

الف) کاربرد نظریه فازی در علوم رفتاری

متغیرهای متعدد در علوم رفتاری معمولاً با کمیت گفتاری و کیفی بیان می شوند مثلا برای تعیین سبکهای رهبری میزان تمایل کارکنان بر حسب کمیتهای "خیلی کم" و "کم" و "متوسط" و "زیاد" و "خیلی زیاد" بیان می‌شود می‌توان کمیتهای گفتاری و کیفی را به اعداد فازی تبدیل و مدلهای رفتاری فازی را طراحی کرد.

ب) کاربرد نظریه فازی در سرمایه گذاری :

رویکرد کلاسیک در سرمایه گذاری و بودجه بندی سرمایه ای درصدد اندازه گیری عوامل سرمایه گذاری همانند جریان ورودی نقدی و جریان خروجی نقدی و نرخ بازده داخلی و ارزش فعلی سرمایه گذاری با استفاده از منطق صفر ویک است امروزه در مدیریت مالی مطرح شده است که تمامی عوامل مورد نظر در سرمایه گذاری و بودجه بندی سرمایه ای را می توان بر

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

اساس منطق فازی در بازه صفر و یک اندازه گیری کرد به عنوان مثال، در نظر گرفتن نرخ تنزیل به صورت قطعی، در محاسبه نرخ بازده داخلی و یا محاسبه ارزش فعلی خالص سرمایه با توجه به افق بلند مدت سرمایه گذاری یک امر غیر واقعی در مدلسازی نقدینگی سازمانهاست در حالی که با استفاده از منطق فازی می توان به اندازه گیری فازی نرخ تنزیل اقدام نمود و از این رو طریق اعتبار تصمیمات سرمایه گذاری را به واقعیت نزدیکتر کرد.

ج) مدیریت تولید فازی :

مدلهای ریاضی فراوانی بر اساس منطق کلاسیک در زمینه برنامه‌ریزی تولید و عملیات برنامه‌ریزی جامع ، برنامه‌ریزی آرمانی تولید محصولات پایایی و ... تهیه شده است که تمامی پارامترهای تعریف شده در آنها به طور قطع تعریف شده اند این در حالی است که بسیاری از پارامترها، مانند آرمانها ، مقادیر منابع، ضرایب بهره وری محصولات تولیدی ، مدت زمان تاخیر و ذخیره ایمنی از نا دقیقی و درجه ابهام بالایی برخوردارند امروزه از منطق فازی برای طراحی مدلهای مدیریت تولید استفاده میشود به طوری که استفاده از مدیریت تولید فازی بهبود چشمگیری را در نتایج حاصله از مدلهای طراحی شده نسبت به حالت قطعی و کلاسیک نشان می‌دهد.

د)سیستم پشتیبانی از تصمیم گیری فازی :

انواع مختلفی از سیستمهای پشتیبانی از تصمیم گیری ایجاد و به کار گرفته شده‌اند اما تعداد کمی از آنها منطق فازی را به کار گرفته‌اند سیستمهای پشتیبانی از تصمیم گیری فازی (FDSS)[1] دارای پایگاه داده فازی ، پایگاه دانش فازی و پایگاه مدل فازی می باشند سه پایگاه مذکور در تعامل با هم عمل می‌کنند و همه اینها با تصمیم گیرنده ، در ارتباط می‌باشند سیستمهای پشتیبانی از تصمیم گیری فازی یکی از کاربردهای آینده علم مدیریت فازی است

1 Fuzzy Decision Support System

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

و) سیستم خبره فازی:

سیستم خبره شامل دو رکن اصلی پایگاه دانش و موتور استنباطی است پایگاه دانش شامل قاعده‌های اگر– آنگاه است و موتوراستنباطی با استفاده از روشهای جستجو پس رو و پیش رو عمل استنتاج را اجرا می‌کند با تبدیل پایگاه دانش از حالت قطعی به فازی سیستم خبره فازی ایجاد می‌شود.

ز) کنترل کیفیت فازی :

پارامترها و عوامل متعددی در بحث کنترل کیفیت آماری مطرح است که درجه ابهام و نا دقیقی آنها بالاست عواملی چون تعداد مشاهدات نمونه‌گیری، فواصل نمونه‌گیری، حدود اطمینان، ریسک مصرف کننده و ... همه از مواردی هستند که به طور قطع و یقین نمیتوان به اندازه گیری آنها پرداخت منطق فازی یکی از کار آمدترین رویکردها و برای اندازه گیری نا دقیقی عوامل در کنترل کیفیت آماری است به طوری که می توان اطلاعات واقع بینانه تری را برای مدیریتی به دست آورد.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

کاربرد روش دلفی فازی

در علم مدیریت، روش دلفی که توسط شرکت رند[1] در سانتامونیکای کالیفرنیا ارائه شده است به صورت گسترده‌ای برای پیش‌بینی‌های بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرد این روش با بکارگیری تکنیک‌های آماری و بر اساس داده‌های ذهنی افراد خبره به اجماع نظر می‌رسد از جمله افرادی که از سال ۱۹٤٦ نقش فعالی در توسعه روش دلفی داشته‌اند عبارتند از : اُ . هلمرز[2]، ای. اس. کواد[3] و ان. دالکی[4]. در این فصل پس از تشریح روش دلفی ، یکی از رویکردهای ارائه شده برای روش دلفی فازی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۶-۱- روش دلفی

در روش دلفی، ابتدا از افراد خبره واجد شرایط خواسته می‌شود تا نظر و عقیده خود را به طور جداگانه و بدون هیچ تعاملی با یکدیگر ارائه نمایند سپس یک تحلیل آماری از این داده‌های ذهنی به عمل می آید و چارک اول، دوم (میانی) و سوم مورد محاسبه قرار می‌گیرد آنگاه این اطلاعات آماری به افراد خبره منتخب منتقل میشود تا نتایج را مرور نموده و تخمین جدیدی ارائه نمایند این تخمین جدید مورد تحلیل قرار گرفته و چارک اول، دوم و سوم مورد محاسبه مجدد قرار می‌گیرد. در این روش اطلاعات جدید برای افراد خبره منتخب فرستاده می‌شود و فرآیند تخمین مجدد تا رسیدن به یک جواب با ثبات قابل قبول ادامه می‌یابد.

توضیحات فوق نشان می‌دهد که روش دلفی اساساً روشی است که در آن داده های ذهنی افراد خبره با استفاده از تحلیلهای آماری به داده های تقریبا عینی[5] تبدیل می‌شوند و این روش منجر به اجماع در تصمیم‌گیری (رسیدن به یک نقطه با ثبات) می‌گردد این روش را می‌توان برای تعدادی از مسایل مرتبط با پیش بینی و تصمیم گیری مورد استفاده قرار داد.

---

1 Rand Corporation
2 O. Helmers
3 E. S Quade
4 N. Dalkey
5 Quasi - Objective

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

۶-۲- روش دلفی فازی

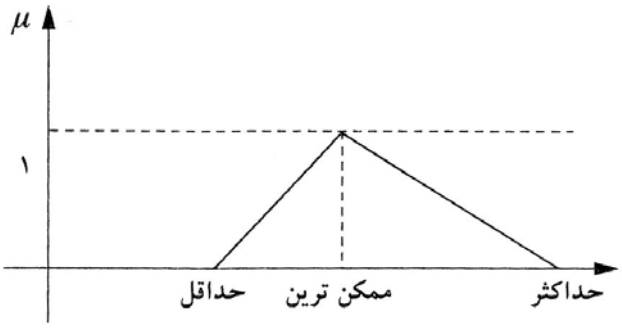
در روش دلفی، پیش بینی‌های ارائه شده توسط افراد خبره در قالب اعداد قطعی بیان می‌گردند در حالیکه استفاده از اعداد قطعی برای پیش بینی های بلند مدت آن را از دنیای واقعی دور می‌سازد از طرفی افراد خبره از شایستگیها وتواناییهای ذهنی خود برای پیش بینی استفاده می‌نمایند و این نشان می‌دهد که عدم قطعیت حاکم بر این شرایط از نوع امکانی است نه احتمالی امکانی بودن عدم قطعیت، سازگاری با مجموعه‌های فازی دارد و بنابراین بهتر آن است که با استفاده از مجموعه‌های فازی (با بکار گیری اعداد فازی) به پیش بینی بلند مدت و تصمیم گیری در دنیای واقعی بپردازیم بدین ترتیب اطلاعات لازم را در قالب زبان طبیعی از خبرگان اخذ نموده و مورد تحلیل قرار می دهیم این روش تحلیل روش دلفی فازی نامیده می‌شود.

گونه‌های مختلف از اعداد فازی را می توان برای اخذ نظرات خبرگان مورد استفاده قرار داد اما در ادامه به جهت سهولت انجام محاسبات از اعدادفازی مثلثی (T.F.N) [۱] استفاده خواهد شد خواننده خود می تواند این فرآیند را به سایر اعدادفازی تعمیم دهد مراحل اجرای روش دلفی به شرح زیر است :

۱- از افراد خبره خواسته شود تا پیش بینی خود را (با توجه به اعداد فازی مثلثی) در قالب حداقل مقدار، ممکن ترین مقدار و حداکثر مقدار ارائه دهند

$$(A_1^{(i)} B_1^{(i)} C_1^{(i)}) \qquad I= \qquad 1 ,\ldots, n$$

در این رابطه I بیانگر فرد خبره I ام و عدد۱ نشانگر اولین مرحله در فرآیند پیش بینی است.



نمودار ۶-۱ پیش بینی در قالب حداقل، ممکن‌ترین و حداکثر مقدار

1 Triangular Fuzzy Number

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

۲- پاسخهای n فرد خبره، دسته‌ای [1] را شکل می‌دهد مفهوم دسته اعداد فازی برای عینی سازی نظرات و عقاید ذهنی بسیار مفید است میانگین این دسته را محاسبه نمایید :

$$(A_1^m, B_1^m, C_1^m)$$

و برای هر فرد خبره میزان اختلاف از میانگین دسته را به صورت زیر محاسبه کنید

$$(A_1^m - A_1^{(i)}, B_1^m - B_1^{(i)}, C_1^m - C_1^{(i)})$$

این اختلاف میتواند مثبت ، منفی یا تهی باشد آنگاه این اطلاعات برای اخذ نظرات جدید از افراد خبره منتخب برای آنها فرستاده میشود

۳- در این مرحله هر فرد خبره بر اساس اطلاعات به دست آمده از مرحله قبل یک پیش بینی جدید ارائه می‌دهد و بدین ترتیب در صورت صلاحدید نظر قبلی خود را اصلاح می‌نماید

$$(A_2^{(i)}, B_2^{(i)} \quad C_2^{(i)} \quad), I = 1, \ldots, n$$

پس از پایان این مرحله به مرحله ۲ باز گردید و فرایند را تکرار نمایید

٤- وقتی که میانگین دسته اعداد فازی به اندازه کافی با ثبات گردید این فرآیند خاتمه می یابد البته بعدها اگر لازم شود یا کشف یا واقعه مهمی اتفاق افتد پیش بینی را می‌توان با تکرار فرآیندهای فوق ارزیابی مجدد نمود

نکته‌ای که باید متذکر شد آن است که اگر مطالعه نظرات زیر گروههایی از گروه مورد مطالعه لازم و ضروری شود می توان با محاسبه فاصله بین اعداد مثلثی ارائه شده توسط افراد خبره (پیش بینی‌های ارائه شده) گروههای مشابه را مورد شناسایی قرار داد و اطلاعات مربوط به آنها را به افراد خبره مورد نظر ارسال نمود در ادامه این مراحل با ذکر یک مثال توضیح داده می‌شود.

مثال ٦-١ فرض کنید که در سال ۱۹۹۰ قرار داشته اید و میخواستید زمان فراگیر شدن اینترنت را پیش بینی کنید. بدین منظور از یک گروه متشکل از ۱۲ فرد خبره کامپیوتری (در عمل باید تعداد افراد خبره بیشتر باشد) خواسته اید تا با استفاده از اعداد فازی مثلثی تخمین ذهنی از تاریخ تحقق آن ارائه دهند تخمین های افراد خبره در جدول ٦-١ نشان داده شده است.

---

1 Sheaf

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

شماره فرد خبره	زودترین تاریخ	ممکن‌ترین تاریخ	دیرترین تاریخ
۱	۱۹۹۵	۲۰۰۳	۲۰۲۰
۲	۱۹۹۲	۱۹۹۴	۲۰۰۰
۳	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰
۴	۱۹۹۲	۱۹۹۳	۱۹۹۴
۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۵
۶	۱۹۹۵	۲۰۱۰	۲۰۱۵
۷	۲۰۱۰	۲۰۱۸	۲۰۲۰
۸	۱۹۹۵	۲۰۰۷	۲۰۱۳
۹	۱۹۹۵	۲۰۰۲	۲۰۰۷
۱۰	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۲۰
۱۱	۲۰۱۰	۲۰۲۰	۲۰۲۰
۱۲	۱۹۹۴	۲۰۰۰	۲۰۰۵

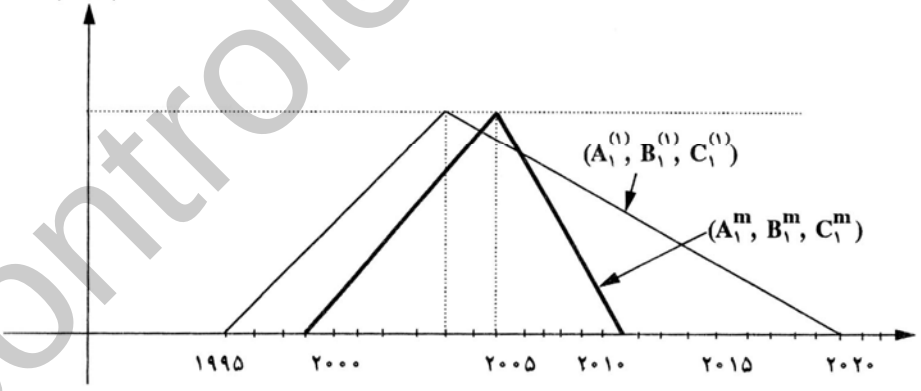
جدول ۶-۱ تخمین ذهنی از تاریخ فراگیر شدن اینترنت

با محاسبه میانگین این دسته داریم :

$$(A_1^m, B_1^m, C_1^m)=(1998/83, 2005/5, 2011/58)\cong(1998, 2005, 2011)$$

در نمودار ٦-٢ پیش بینی فرد خبره یک $(A_1^{(1)}, B_1^{(1)}, C_1^{(1)})$ با میانگین دسته (A_1^m, B_1^m, C_1^m) مورد مقایسه قرار گرفته است اختلاف فرد اول از میانگین به صورت زیر محاسبه می‌گردد :

$$A_1^m - A_1^{(1)} = ۱۹۹۸ - ۱۹۹۵ = +۳$$
$$B_1^m - B_1^{(1)} = ۲۰۰۵ - ۲۰۰۳ = +۲$$
$$C_1^m - C_1^{(1)} = ۲۰۱۱ - ۲۰۲۰ = -۹$$



نمودار ۶-۲ مقایسه فرد خبرهٔ یک با میانگین دسته

این اطلاعات به هر فرد خبره ارائه میشود و هر فرد با در نظر گرفتن پیش بینی قبلی خود یک پیش‌بینی جدید (در قالب عدد فازی مثلثی) ارائه می‌دهد این پیش‌بینی‌های جدید دسته‌ای را شکل می‌دهند و این فر آیند تا رسیدن به یک جواب با ثبات (مطابق معیارهای مورد نظر مدیر اجرای روش دلفی) ادامه می یابد البته می توان به گونه های مختلف تکرارهای روش دلفی را محدود

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

کرد مثلا از افراد خبره خواسته شود که اختلاف خود را از میانگین دسته زیاد نکنند اما باید توجه داشت که این فقط یک پیشنهاد است چرا که فرد خبره باید نظر و عقیده خود را بدون جهت گیری ارائه نماید.

همچنین با محاسبه فاصله نرمال هر فرد خبره از دیگران می توان زیر گروههای همگن از گروه مورد مطالعه را مشخص و در صورت لزوم مطالعاتی بر روی آنها (زیر گروهها) انجام داد فاصله دو عدد فازی $N_j\ (b_1,b_2,b_3)$ و $N_i\ (a_1,a_2,a_3)$ مطابق بند ۳-۶ کتاب عبارتند از :

$$S(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j)=\frac{1}{2}\{S_L(\tilde{N}_i,N_j)\tilde{}+S_R(N_i\tilde{}\,\tilde{N}_j)\}$$

که در آن S_L و S_R به ترتیب فاصله های چپ وراست دو عدد فازی N_j و N_J می باشند

فاصله دو عدد فازی $\tilde{N}_j$ و $\tilde{N}_i$ به صورت زیر نرمال سازی نمود.

$$S(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j)=\frac{1}{2(B_2-B_1)}\{S_L(\tilde{N}_i,N_j)\tilde{}+S_R(N_i\tilde{}\,\tilde{N}_j)\}$$

که در این رابطه $S(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j)$ بیانگر فاصله نرمال بین دو عدد فازی $\tilde{N}_i,\tilde{N}_j$, B_2 و B_1 به ترتیب نشانگر مقادیر مطلق سمت راست و چپ دسته اعداد فازی (A^i, B^i, C^i) می‌باشند یعنی با تقسیم فاصله بین دو عدد فازی $\tilde{N}_i,\tilde{N}_j$ $(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j)$ S از دسته A^iB^iC بر دامنه تغییرات این دسته B_2-B_3 مقادیر فاصله نرمال $(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j\ \tilde{N}_i,\tilde{N}_j)$ S بدست می‌آید فاصله نرمال برای اعداد فازی مثلثی برابر خواهد بود با :

$$S(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j)=\frac{(a_1+2a_2+\tilde{a}_3)-(b_1+2b_2+b_3)}{4(B_2-B_1)}$$

مثلا در جدول ۱-۶ مقدار مطلق سمت چپ $B_۱$ = ۱۹۹۲ (کمترین مقدار ستون زودترین تاریخ) و مقدار مطلق سمت راست B_2 = ۲۰۲۰ (بیشترین مقدار ستون زودترین تاریخ) می باشد همچنین فاصله نرمال فرد خبره یک از فرد خبره دو را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود :

$$S(\tilde{N}_i,\tilde{N}_j)=\frac{((1995+2(2003)+(2020))-(1992+2(1994)+2000}{4(2020-1992)}$$

$$=\frac{(8021)-(7980)}{4\times 28}=\frac{41}{112}=0/336$$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

فاصله نرمال افراد خبره از یکدیگر در جدول ٦-٢ نشان داده شده است همانطورکه در این جدول مشاهده می‌شود $0\leq \delta \leq 1$ ست و حداقل فاصله نرمال δ (7,11)=0/03 و حداکثر فاصله نرمالδ 4,11)=0/87 میباشد در جدول تشابه مقدار δ ,1 سطح تشابه [1] نامیده می‌شود.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱		۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۴۰	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۴۳	۰/۱۹
۲			۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۷۶	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۵۸	۰/۸۰	۰/۱۶
۳				۰/۴۲	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۴۱	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۴۴	۰/۱۸
۴					۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۸۳	۰/۴۶	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۸۷	۰/۲۴
۵						۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۴۰	۰/۲۳
۶							۰/۳۳	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۲۷
۷								۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۵۹
۸									۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۴۴	۰/۲۰
۹										۰/۳۵	۰/۵۷	۰/۰۶
۱۰											۰/۲۱	۰/۴۱
۱۱												۰/۷۲
۱۲												

تقارن

جدول ۶-۲ فاصله نرمال بین افراد خبره

حال فرض کنید که علاقه مند به یافتن زوج هایی از افراد خبره هستیم که فاصله نرمال آنها از یکدیگر ازکمتر ۰/۱۵ باشد ($\delta N_i, \ N_j \leq$ ./۱۵) این زوجها در جدول ۳-٦ با علامت * نشان داده شده و در نمودار ۱-٦ ترسیم شده است

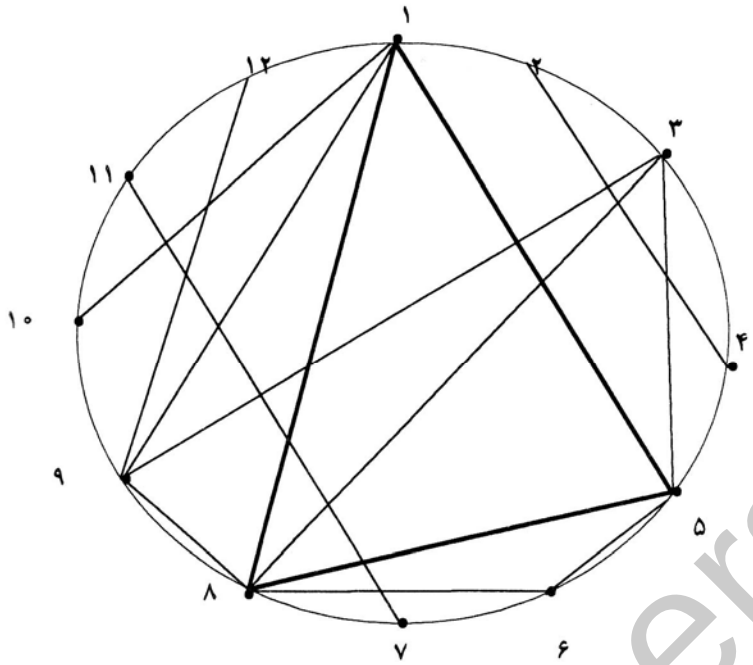
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱					*			*	*	*		
۲				*								
۳					*			*	*			
۴												
۵						*		*				
۶								*				
۷											*	
۸									*			
۹												*
۱۰												
۱۱												
۱۲												

جدول ۶-۳ زوج‌های افراد خبره با $\delta \leq$ ۰/۱۵

1 Level of similarity

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers



نمودار ۶-۱ زوج‌های افراد خبره با $\delta \leq ۰/۱۵$

با استفاده از جدول ٦-٣ و نمودار ٦-١ می‌توان زیر گروه‌های متشابه را برای $\delta \leq .۱۵/$ استخراج کرد برای استخراج زیر گروههای متشابه به جدول ٦-٣ نگاه کنید و از سطر اول شروع نمایید فرد خبره ۱ با افراد ۵ و۸ و۹ و ۱۰ مشابه است اما تعدادی از این افراد با هم متشابه نیستند (مثلاً فرد ۵ با ۹ یا فرد ۹ با ۱۰ مشابه نیست) پس به دنبال زیر گروههایی باشید که فاصله نرمال آنها از یکدیگر کوچکتر از ۰/۱۵($\delta \leq ۰/۱۵$) باشد

مثلاًرابطه ۱ با ۵ و۸ رادر نظر بگیرید همانطور که در جدول مشاهده می‌شود علاوه بر آنکه ۱ با ۵ و ۸ مشابه است ۵و۸ نیز با یکدیگر متشابه‌اند ($\delta_{۵۸} \leq ۰/۱۵$) می‌باشد که در جدول ٦-٣ با علامت * مشخص شده است ۹ بدین تر تیب اولین زیر گروه متشابه (۸ و ۵ و ۱) خواهد بود این زیر گروه در نمودار ٦-١ نیز با یک مثلث که تشابه بین این سه را نشان می دهد مشخص شده است با استخراج سایر زیر گروههای متشابه لیست زیر گروههای متشابه به صورت زیر خواهد بود :

(1,5,8) (1,8,9) (1,10) (2,4) (3,5,8,) (3,8,9) (5,6,8) (7,11) (9,12)

البته الگوریتم هایی برای پیدا کردن زیر گروههای متشابه ارائه شده است شما خود نیز می‌توانید برنامه‌ای برای پیدا کردن این زیر گروههای متشابه بنویسید فقط توجه داشته باشید که فاصله

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

نرمال زوجهای این زیر گروهها از یکدیگر باید کوچکتر از مقدار در نظر گرفته شود (مثلا$\delta \leq ۰/۱۵$ در مثال فوق) باشد

حال مجددا به زیر گروههای استخراج شده نگاه کنید و دو زیر گروه (۸و۵و۱) ، (۸و۵و۳) را در نظر بگیرید تفاوت این دو زیر گروه در نفرات ۱و۳ است که فاصله آنها از یکدیگر ۱۶/. =(۳و۱) δ می باشد یعنی اگر $\delta \leq$ ۱۶/.اتخاذ گردد دسته (۸و۵و۳و۱) تشکیل یک زیر گروه مشابه را میدهند راه دیگر برای یافتن این زیر گروههای متشابه آن است که δ را افزایش داده و جدول تشابه را برای $\delta \leq$ ۱۶/. و$\delta \leq$ ۲۰/. و $\delta \leq$ ۲۵/. و... بدست آوریم در اینصورت با استفاده از یک برنامه کامپیوتری به آسانی می‌توانیم جداول تشابه را بر صفحه کامپیوتر نمایش دهیم و زیر گروههای متشابه را استخراج کنیم

برنامه ریزی خطی فازی

مدل برنامه ریزی خطی فازی گونه خاصی از مدلهای تصمیم گیری است که راهی را برای مواجهه با عدم قطعیت حاکم بر برنامه ریزی خطی کلاسیک قرار میدهد در این فصل پس از بیان تئوری تصمیم کلاسیک و گسترش آن به محیط فازی برنامه ریزی خطی فازی در حالت متقارن (تابع هدف و محدودیتها به صورت فازی) و غیرمتقارن (تابع هدف قطعی و محدودیتها به صورت فازی) مورد مطالعه قرار می گیرد .

۷-۱- تصمیم فازی[1]:

در تئوری تصمیم فازی یک تصمیم را می توان با تعدادی گزینه مشخص کرد . این گزینه های تصمیم گیری فضای تصمیم [2] نامیده می‌شود . مجموعه ای از حالتهای طبیعی نیز فضای حالت[3] را به وجود می‌آورند. هر رابطه تخصیص داده شده به زوج تصمیم و حالت نتیجه ای را در بر دارد که این نتایج با استفاده از تابع مطلوبیت براساس میزان علاقه [4] مرتب می‌شوند همچنین وقتی در شرایط قطعیت تصمیم می گیریم تصمیم گیرنده می‌داند چه حالتی اتفاق خواهد افتاد و

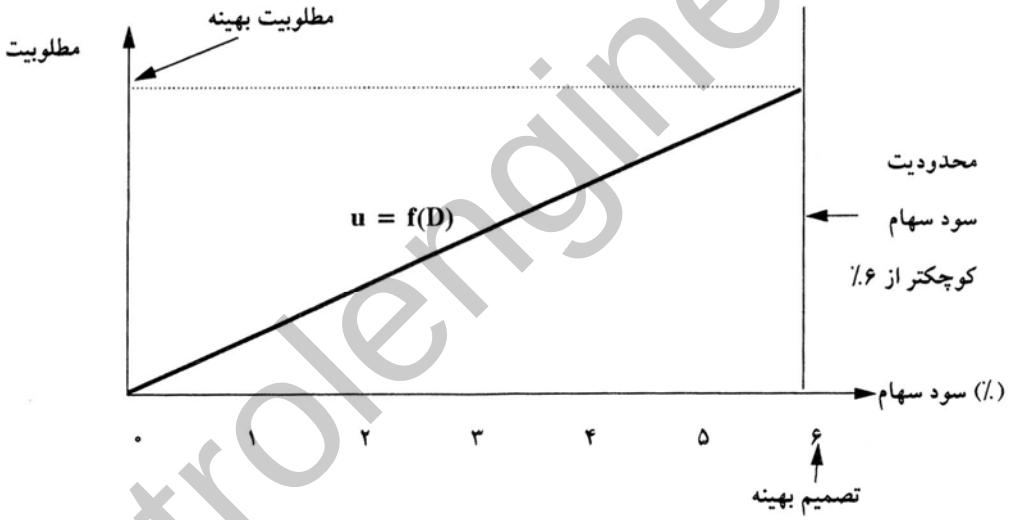
1 Fuzzy Decision
2 Dicision Space
3 State Space
4 Desirability

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

بنا براین گزینه (تصمیمی) را انتخاب می کند که بالاترین مطلوبیت را داشته باشد اما در شرایط ریسک مشخص نیست که دقیقا چه حالتی اتفاق خواهد افتاد در این حالت فقط تابع احتمال وقوع حالتها مشخص است و بر این اساس تصمیم گیری بسیار مشکل تر از شرایط قطعیت است به مثال زیر توجه نمایید .

مثال ۷-۱ – فرض کنید که هیئت مدیره قصد تعیین سود سهام بهینه را دارد تابع هدف آنها (تابع مطلوبیت) ماکزیمم کردن سود سهام سهامداران است محدودیتی که فضای تصمیم را تعریف مینماید پرداخت سود سهام بین صفر تا ٦ ٪ است روشن است از آنجا که سود سهام بهینه " بین صفر تا ٦ ٪ و ماکزیمم است این سود برابر ٦٪ خواهد بود تابع مطلوبیت خطی نشان داده شده در نمودار ۷-۱ ان مطلب را به صورت شماتیک نشان می دهد .



نمودار ۷-۱ یک نمونه از تصمیم‌گیری کلاسیک در شرایط قطعیت

بلمن و زاده در سال ۱۹۷۰ با در نظر گرفتن این مدل کلاسیک تصمیم گیری یک مدل برای تصمیم گیری در محیط فازی ارائه کردند که به عنوان نقطه حرکتی برای سایر مولفین در تئوری تصمیم فازی شد . آنها یک موقعیت تصمیم گیری را در شرایط قطعیت در نظر گرفتند که در آن تابع هدف همچون محدودیتها فازی بود و به صورت زیر بحث کردند : تابع هدف فازی همچون محدودیتها با تابع عضویت مشخص می‌شود. از آنجا که ما می‌خواهیم تابع هدف را همچون

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

محدودیتها اقناع [1] (بهینه) نماییم یک تصمیم در محیط فازی را می توان مشابه محیط غیر فازی به عنوان مجموعه‌ای از فعالیتها که به طور همزمان تابع هدف و محدودیتها را اقناع می نماید در نظر گرفت. مطابق تعریف فوق و با توجه به اینکه محدودیتها غیر متعامل[2] هستند "و منطقی" را می‌توان مشابه اشتراک فرض کرد و تصمیم در محیط فازی را به عنوان اشتراک محدودیتهای فازی و تابع (توابع) هدف فازی در نظر گرفت . بر این اساس رابطه بین محدودیتها و توابع هدف در محیط فازی کاملا متقارن[3] است یعنی دیگر تفاوتی بین محدودیتها و توابع هدف وجود ندارد این مفهوم را می توان با مثال زیر (بلمن و زاده ۱۹۷۰) نشان داد .

مثال ۷-۲- تابع هدف " x باید اساسا بزرگتر از ۱۰ باشد " را با تابع عضویت زیر در نظر بگیرید :

$$\mu_{\tilde{C}}(x)=\begin{cases}0 & x\le 10\\ (1+(x-10)^{-2})^{-1} & x\ge 10\end{cases}$$

محدودیت " x باید نزدیک ۱۱ باشد " زیر باید تابع عضویت زیر تعریف شده است :

$$\mu_{\tilde{C}}(x)=(1+(x-11)^{4})^{-1}$$

بر این اساس تابع عضویت تصمیم $\mu_{\tilde{D}}(x)$ به صورت زیر خواهد بود :

$$\mu_{\tilde{D}}(x)=\mu_{\tilde{O}}(x)\wedge\mu_{\tilde{C}}(x)$$

$$\mu_{\tilde{D}}(x)=\begin{cases}0 & x\le 10\\ \min\{(1+(x-10)^{-2})^{-1},(1+(x-11)^{4})^{-1}\} & x>10\end{cases}$$

این روابط در نمودار ۷-۲ ترسیم شده است همانطور که این نمودار نشان میدهد اشتراک بین دو تابع فوق را می توان به صورت زیر نوشت :

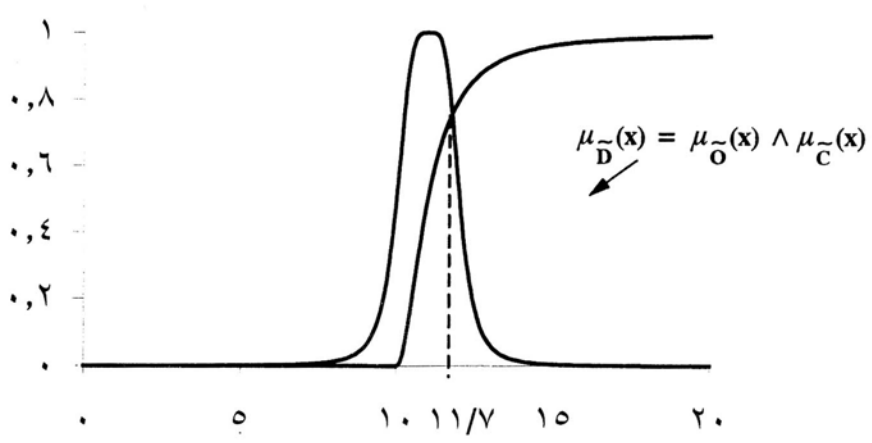
$$\mu_{\tilde{D}}(x)=\begin{cases}0 & x\le 10\\ (1+(x-10)^{-2})^{-1} & 10\le x\le 11/75\\ (1+(x-11)^{4})^{-1} & x\ge 11/75\end{cases}$$

---

1 satisfy
2 Non Interactive
3 Symmetric

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers



نمودار ۷-۲ یک نمونه از تصمیم فازی

حال می توان با توجه به توضیحات مثال ۷-۲ مثال ۷-۱ را نیز اصلاح نمود . مثال ۷-۳ این مطلب را نشان می‌دهد .

مثال ۷-۳ هیئت مدیره سعی دارد تا سود سهام بهینه ای را به سهامداران پرداخت نماید از جنبه مالی و مذاکرات حقوق و دستمزد این سود باید به ترتیب جذاب و در بیشترین مقدار خود باشد مجموعه فازی بیانگر تابع هدف "سود جذاب" را می‌توان برای نمونه به صورت زیر تعریف کرد :

$$\mu\tilde{O}(x) = \begin{cases} 0 --- x \le 1 \\ \frac{1}{2100}\{-29x^3 + 366x^2 - 877x + 540\} --- 1 < x < 5/8 \\ 1 --- x \ge 5/8 \end{cases}$$

هم چنین مجموعه فازی (محدودیت) "بیشترین سود سهام" را می‌توان به صورت زیر نشان داد :

$$\mu\tilde{C}(x) = \begin{cases} 1 --- x \le 1/2 \\ \frac{1}{2100}\{+29x^3 - 243x^2 + 16x + 2388\} --- 1/2 < x < 6 \\ 0 --- x \ge 6 \end{cases}$$

آنگاه مجموعه فازی بیانگر " تصمیم " را می توان به صورت زیر به دست آورد :

$$\mu\tilde{d}(x) = \min\{\mu\tilde{O}(x), \mu\tilde{C}(x)\}$$

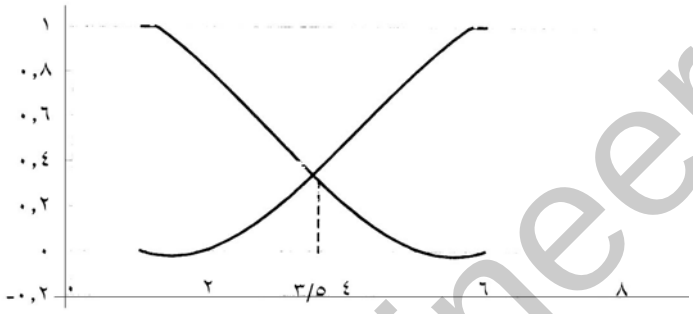
controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

اگر تصمیم گیرنده بخواهد یک پیشنهاد " قطعی ارائه دهد به نظر میرسد بهتر است سود سهام با بیشترین درجه عضویت در مجموعه فازی "تصمیم" را پیشنهاد نماید این "تصمیم ماکزیمم" [1] را میتوان به صورت زیر تعریف کرد :

$$x_{\max} = \arg(\max_{x} \min\{\mu_{\tilde{O}}(x), \mu_{\tilde{C}}(x)\}$$

در این رابطه تابع arg نگاشتی است که مقدار x نقطه تصمیم ماکزیمم را نشان می‌دهد نمودار ۳-۷ این مطلب را به تصویر کشیده است در نقطه بهینه $X_{\max} = ۳/۵$ درصد می‌باشد.



حال با توجه به توضیحات و مثالهای فوق می‌توان تصمیم در محیط فازی را از نگاه بلمن و زاده به صورت زیر تعریف کرد :

تعریف ۷-۱ (بلمن و زاده ۱۹۷۰)

هدف فازی $\tilde{G}$ و محدودیت فاز $\tilde{C}$ را در فضای تصمیم X در نظر بگیرید با ترکیب و $\tilde{G}$ تصمیم $\tilde{C}$ که یک مجموعه فازی از اشتراک $\tilde{G}$ و $\tilde{C}$ است حاصل می‌شود $\tilde{D} = \tilde{G} \cap \tilde{C}$ حال فرض کنید که n هدف فازی $\tilde{G}_1,...,\tilde{G}_n$ و m محدودیت فازی داشته باشیم آنگاه تصمیم حاصل اشتراک اهداف فازی $\tilde{G}_1,...,\tilde{G}_n$ و محدودیتهای فازی $\tilde{G}_1,...,\tilde{G}_n$ خواهد بود یعنی :

$$\tilde{d} = \tilde{g}_1 \cap \tilde{g}_2 \cap ... \cap \tilde{g}_n \cap \tilde{c}_1 \cap c_2 \cap ... \cap \tilde{c}_m$$

$$\mu d = \min\{\mu \tilde{g}_1, \mu \tilde{g}_2, ..., \mu \tilde{g}_n, \mu c_1, \mu \tilde{c}_2, ..., \mu \tilde{c}_m$$

$$= \min\{\mu g_i, \mu \tilde{c}_j = \min\{u_i\}$$

---

1 Maximizing Decision

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

در تعریف فوق مفروضات زیر لحاظ قرار گرفته است :

۱- "و" که اهداف و محدودیتهای مدل را به یکدیگر متصل کرده است بیانگر "و منطقی" است.

۲- "و منطقی" نشانگر اشتراک در تئوری مجموعه‌ها است .

۳- اشتراک مجموعه‌های فازی از نگاه امکانی با عملگر min از اشتراک را می‌توان مطابق موضوع مورد بررسی تعدیل نمود مختصر آنکه تعریف کلی‌تری از مفهوم تصمیم را می‌توان به صورت زیر بیان کرد :

تصمیم = "تلاقی [1] اهداف و محدودیتها"

بر این اساس سوالی که مطرح می شود این است که آیا تفسیر اشتراک یک فرض قابل قبول کلی است یا " تلاقی " باید به صورت کلی تری تفسیر گردد. به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۷-٤ فرض کنید استاد درس پژوهش عملیاتی باید به ورقه‌های امتحانی دانشجویان نمره دهد این استاد در ورقه امتحانی یک سوال برنامه ریزی خطی مطرح کرده است که دانشجویان در حل آن از هر یک از روشهای گرافیکی یا جبری آزاد هستند حال اگر تعدادی از دانشجویان این مساله را به هر دو روش حل نمایند نمره آنها از این سوال منتج از درجه عضویت آنها در مجموعه فازی "راه‌حل گرافیکی خوب $\tilde{G}$" و "راه‌حل جبری خوب $\tilde{S}$" می‌باشد. فرض کنید که این درجه عضویت برای یکی از دانشجو یان به صورت زیر ارزیابی شود .

$$\mu_{\tilde{G}} = 0/9 \text{ ----- } \mu_{\tilde{S}} = 0/7$$

قابل درک خواهد بود که درجه عضویت این دانشجو در مجموعه فازی " راه حل خوب مساله برنامه ریزی خطی $\tilde{LP}$ به صورت زیر تعیین گردد :

$$\mu_{\tilde{LP}} = \max\{\mu_{\tilde{G}}, \mu_{\tilde{S}}\} = \max\{0/9, 0/7\} = 0/9$$

با ضرب این درجه عضویت در نمره این سوال در امتحان نمره فرد از این سوال به دست می‌آید.

توضیحات فوق و تعریف " تصمیم " به عنوان اشتراک و اجتماع مجموعه‌های فازی نشان می‌دهد که عملگر منحصر به فردی برای تعریف "تصمیم" وجود ندارد و در تعریف " تصمیم" در شرایط

---

1 Confluence

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

واقعی باید با توجه به موضوع مورد بررسی عملگر مناسب را انتخاب نمود. این تفسیر از تعریف تصمیم به عنوان " تلاقی اهداف و محدودیتها " ما را به تعریف زیر از تصمیم هدایت می کند .

تعریف ۷-۲ فرض کنید $x \in X$ و m و ... و۲ و۱= i $\mu \tilde{c}_i(x)$ توابع عضویت محدودیتها (که فضای تصمیم را تعریف می‌نمایند) و $x \in X$ و m و ... و۲ و۱=j $\mu \tilde{c}_j(x)$ درجه عضویت توابع هدف (مطلوبیت) باشد آنگاه یک تصمیم را می توان با تابع عضویت زیر تعریف کرد :

$$\mu \tilde{D}(x) = \otimes_i \mu \tilde{C}(x) * \otimes_j \mu \tilde{G}_j(x), i = 1,\dots,m,\ j = 1,\dots n$$

که در آن $\otimes_i \otimes_j *$ به ترتیب عملگرهای مناسب جمع کننده "محدودیتها" ، "اهداف" و "محدودیتها و اهداف" با یکدیگر می باشند .

۷-۲- برنامه ریزی خطی فازی

مدل برنامه ریزی خطی را می توان به عنوان نوع خاصی از مدل تصمیم گیری در نظر گرفت در این مدل فضای تصمیم توسط محدودیتها تعریف می‌گردد هدف (مطلوبیت) با تابع هدف مشخص می‌شود و نوع تصمیم گیری، تصمیم گیری در شرایط قطعیت است. مدل کلاسیک برنامه ریزی خطی را می توان به صورت زیر نوشت :

$$\begin{aligned} &\text{Max } f(x) = C^T x \\ &\text{S.to}: Ax \le b \\ &x \ge 0 \end{aligned}$$

در این مدل ضرایب A و B و c اعداد قطعی هستند علائم = ، ≥ و ≤ نشانگر تساوی یا نامساوی قطعی می باشند و ماکزیمم و مینیمم بیانگر یک جمله امری قاطع میباشد

حال اگر بخواهیم تصمیم در محیط فازی اخذ گردد باید تعدیلاتی در مدل کلاسیک LP صورت دهیم اول تصمیم گیرنده ممکن است واقعا نخواهد تابع هدف را ماکزیمم یا مینیمم نماید بلکه ممکن است بخواهد به یک سطح دلخواه که شاید به صورت قطعی قابل تعریف نباشد دست یابد. مثل تابع هدف " کاهش هزینه های فعلی به طور قابل ملاحظه‌ای صورت گیرد " .

دوم محدودیت‌ها ممکن است به چندین صورت مبهم (نادقیق) باشد .مثلا علائم = ، ≥ و ≤ ممکن است به معنی مساوی کوچکتر یا مساوی و بزرگتر یا مساوی قطعی نباشد بلکه انحراف کوچکی

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

از آنها قابل قبول تلقی شود . همچنین ضرایب بردارهای b وc و ماتریس A می‌توانند شاخصهای فازی داشته باشند چرا که یا طبیعت آنها و یا درک آنها فازی (مبهم) است.

سوم نقش محدودیتها می‌تواند متفاوت از برنامه‌ریزی خطی کلاسیک باشد که در آن انحراف کوچکی از هر یک از محدودیتها منجر به جواب غیرموجه می‌شود در محیط فازی تصمیم گیرنده ممکن است انحرافات کوچک از محدودیتها را قبول نماید اما ضرایب اهمیت متفاوتی (قطعی یا فازی) به انحراف از محدودیتهای مختلف دهد.

بر این اساس می توان گفت که برنامه ریزی خطی فازی راهی را برای مواجه با این نوع ابهامها (نادقیق بودنها) قرار می دهد که تعدادی از آنها در ادامه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. البته قبل از توسعه یک مدل برنامه ریزی خطی در محیط فازی متذکر می شویم که برخلاف برنامه ریزی خطی کلاسیک، "برنامه‌ریزی خطی فازی" یک نوع مدل منحصر به فرد تعریف شده نیست و گونه های مختلفی از آن برحسب مفروضات یا جنبه های واقعی مساله امکان پذیر است .

۷-۲-۱- برنامه ریزی خطی متقارن

مدل تصمیم گیری متقارن بلمن و زاده را در نظر بگیرید همچنین در مدل برنامه‌ریزی خطی کلاسیک فرض کنید که تصمیم گیرنده یک سطح دلخواه z (که تمایل دارد به آن دست یابد) برای تابع هدف قرار داده است و محدودیتها نیز به عنوان مجموعه های فازی در نظر گرفته شده اند آنگاه مدل برنامه ریزی خطی فازی (FLP) [1] به صورت زیر خواهد شد :

x را به گونه ای بیابید که

$$C^T x > z$$
$$Ax \leq b$$
$$x \geq 0$$

که در آن علائم $\leq$ و $\geq$ به ترتیب گو نه های فازی شده علائم $\leq$ و $\geq$ می باشند که تفسیر زبانی آنها " اساساًبزرگتر یا مساوی" و " اساساًکوچکتر یا مساوی" می‌باشد. این مدل کاملاًمتقارن

1 Fuzzy Linear Programming

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

است و هیچ تفاوتی بین تابع هدف و محدودیتها وجود ندارد بنا براین می توان با در نظر گرفتن

$d = (-\frac{z}{b})$ و $B = (-\frac{c}{A})$ مدل فوق را به صورت زیر نوشت

$$-C^T x \le -z \Rightarrow Bx \le d$$
$$Ax \le b \Rightarrow x \ge 0$$
$$x \ge 0$$

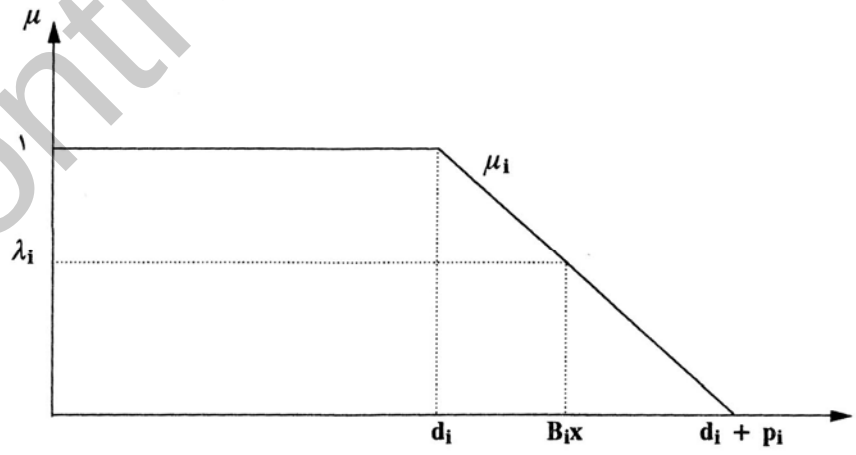
این مدل $m+1$ ردیف دارد که هر یک با یک مجموعه فازی با تابع عضویت $\mu_i(x)$ نمایش داده می‌شوند مطابق تعریف ۷-۱ تابع عضویت مجموعه فازی "تصمیم" مدل فوق به صورت زیر خواهد شد :

$$\mu\tilde{D} = \min\{\mu_i(x)\} = \min\{\mu_0(x), \mu_1(x), ..., \mu_m(x)\}$$

که در آن $\mu_i(x)$ بیانگر درجه ای است که x نا مساوی فازی $B_i x \le d_i$ را اقناع می‌نماید (B_i ردیف i ام از B است) حال فرض کنید که تصمیم گیرنده به دنبال جواب بهینه قطعی در مجموعه فازی " تصمیم " فوق باشد آنگاه :

$$\max_{x \ge 0} \min_{1} \{\mu_1(x)\} = \max_{x \ge 0} \mu\tilde{D}(x)$$

یعنی ماکزیمم جواب مجموعه فازی "تصمیم" به عنوان جواب بهینه در نظر گرفته می‌شود حال محدودیتهای فازی فوق را به صورتی که در نمودار ۷-٤ نشان داده شده است در نظر بگیرید .



نمودار ۷-۴ نمایش محدودیت کوچکتر یا مساوی فازی iام

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

در این نمودار d_i نقطه شروع اقناع کامل محدودیت i ام ، p_i انحراف مجاز از محدودیت i ام و B_ix مقدار محدودیت i ام برحسب جواب x می باشد همانطور که مشاهده می‌شود اگر مقدار محدودیت (B_ix) کوچکتر از d_i باشد درجه اقناع محدودیت کامل (برابر یک) است و اگر مقدار محدودیت بزرگتر از $d_i + p_i$ باشد این مقدار برابر صفر خواهد بود همچنین اگر مقدار محدودیت در فاصله [d_i , $d_i + p_i$] قرار گیرد درجه اقناع محدودیت را می توان از تشابه مثلثهای ترسیم شده در نمودار بدست آورد :

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & ---------- B_ix \le d_i \\ \dfrac{(d_i + p_i) - B_ix}{p_i^+} & ---- d_i < B_ix < d_i + p_i \\ 0 & ---------- B_ix \ge d_i + p_i \end{cases}$$

مقدار $\dfrac{(d_i + p_i^+) - B_ix}{p_i^+}$ را می توان با یک متغیر جدید (λ_i) نشان داد به طوریکه :

$$\lambda_i \le \frac{(d_i + p_i^+) - B_ix}{p_i^+}$$

$$p_i\lambda_i + B_ix \le d_i + p_i$$

λ_i بیانگر درجه اقناع محدودیت i ام می باشد که سعی در ماکزیمم کردن آن داریم . بنا براین مدل برنامه ریزی خطی مساله فوق به صورت زیر خواهد شد :

S.to: $\lambda_i p_i + B_ix \le d_i + p_i$ max $w_i \lambda_i$

I=0,1,2,…,m

$x \ge 0$ $\lambda \le 1$ I=0,1,2,…,m

که در این مدل w_i بیانگر ضریب اهمیت انحراف از محدودیت i ام می‌باشد همچنین اگر $\lambda = \min\{\lambda_i\}$ قرار دهیم آنگاه مدل برنامه ریزی خطی فوق به شکل زیر خواهد شد :

Max λ^*

S.To: $\lambda_i p_i + B_ix \le d_i + p_i$ I=0,1,2,…,m

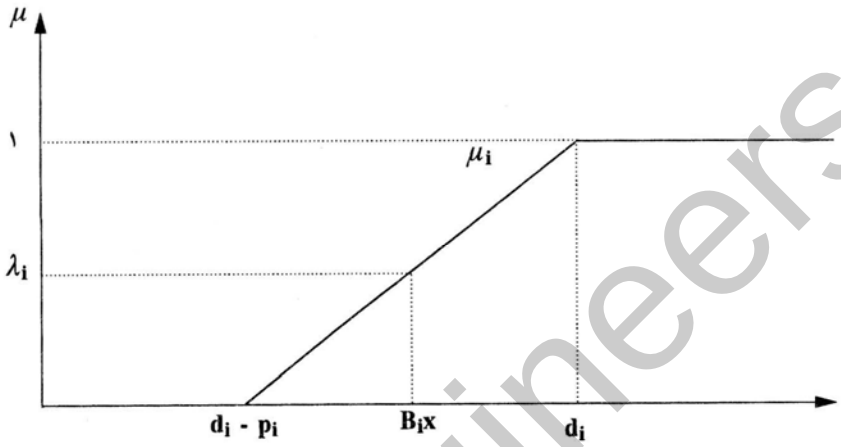
$x \ge 0$, $\lambda \ge 0$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

این مدل یک مدل برنامه ریزی خطی کلاسیک است که پس از حل بردار (x^* و λ^*) جواب بهینه خواهد بود . این مدل فقط یک متغیر و یک محدودیت از مدل برنامه ریزی خطی کلاسیک بیشتر دارد و از لحاظ محاسباتی بسیار کارا است .

برای فرموله سازی محدودیتهای بزرگتر یا مساوی فازی نیز می توان به طریق مشابه عمل نمود . بدین منظور نمودار ۷-۵ را ر نظر بگیرید



نمودار ۷-۵ نمایش محدودیت بزرگتر یا مساوی فازی nام

با توجه به نمودار ۷-۵ داریم :

$$\mu_i(x)=\begin{cases}0 & ---------- B_i x \le d_i - p_i \\ \dfrac{B_i x-(d_i-p_i)}{p_i} & ---- d_i - p_i < B_i x < d_i \\ 1 & ---------- B_i x \ge d_i\end{cases}$$

مقدار $\dfrac{B_i x-(d_i-p_i}{p_i}$ را می‌توان با یک متغیر جدید (λ_i) نشان داد به طوری که :

$$\lambda_i \le \frac{B_i x-(d_i-p_i)}{p_i}$$

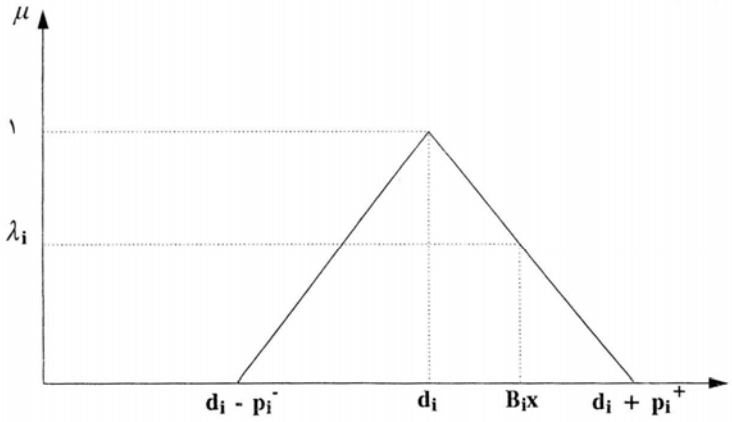
$$\Rightarrow p_i \lambda_i \le B_i x-(d_i-p_i)$$

$$\Rightarrow B_i x - p_i \lambda_i \ge d_i - p_i$$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

همچنین برای فرموله سازی محدودیتهای مساوی فازی به نمودار ۷-٦ توجه نمائید .



نمودار ۷-۶ نمایش محدودیت مساوی فازی i ام

در نمودار ۷-٦ مقادیر p_i^-, p_i^+ انحرافات مثبت و منفی از مقدار d_i محسوب می شوند با توجه به این نمودار داریم :

$$\mu_i(x)=\begin{cases}0 \text{----------} B_i x \le d_i - p_i^- \\ \dfrac{B_i x-(d_i-p_i^-)}{p_i} \text{----} d_i - p_i^- < B_i x \le d_i \\ \dfrac{(d_i+p_i^+)-B_i x}{p_i^+} \text{----} d_i < B_i x < d_i + p_i^+ \\ 0 \text{----------} B_i x \ge d_i + p_i^+\end{cases}$$

با معرفی متغیرهای جدید λ_i^-, λ_i^+ داریم :

$$\lambda_i^- \le \frac{B_i x-(d_i-p_i^-)}{p_i^-} \Rightarrow B_i x - p_i^- \lambda_i^- \ge d_i - p_i^-$$

$$\lambda_i^+ \le \frac{(d_i+p_i^=)-B_i x}{p^+{}_i} \Rightarrow B_i x + p_i^+ \lambda_i^+ \le d_i + p_i^+$$

یعنی هر یک از محدودیتهای تساوی فازی با دو محدودیت خطی جایگزین می شود . همچنین اگر $\lambda = \min\{\lambda_i^-, \lambda_i^+\}$ در نظر گیریم محدودیتهای فوق به صورت زیر خواهند شد :

$B_i\, x - p_i \lambda \ge d_i - p_i$

$B_i\, x - p_i \lambda \ge d_i + p_i$

مثال ۷-۵ نحوه فرموله سازی و تحلیل یک مدل برنامه ریزی خطی فازی متقارن را نشان می‌دهد.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مثال ۷-۵ یک شرکت پخش فرآورده های غذایی تصمیم دارد تا اندازه بهینه کامیونهای خود را مشخص کند. چهار اندازه x_4 تا x_1 را برای کامیونها در نظر بگیرید هدف حداقل کردن هزینه است و محدودیت برآورده کردن تقاضای مشتریان (که به طور فصلی در نوسان می‌باشد) بر این اساس هر روز باید مقدار معینی کالا حمل شود (محدودیت مقدار تقاضا) و یک حداقل مقدار از مشتریان باید سرویس داده شوند همچنین به دلایلی لازم است که از کامیونهای x_1 حداقل ٦ عدد موجود باشد مدل زیر رویکرد برنامه‌ریزی خطی برای مساله فوق را نشان می‌دهد.

$$\min \ 41/400\, x_1+44/300\, x_2+48/100\, x_3+49/100\, x_4$$

S.to:

$$0/84x_1 +1/44x_2 +2/16x_3 +2/4x_4 \ \geq 170$$

$$16x_1 +16x_2 +16x_3 +16x_4 \ \geq 1300$$

$$X_1 \geq 6$$

$$X_1, x_2, x_3 \geq 0$$

جواب بهینه عدد صحیح این مدل برابر x_4= ٦١ و x_3= ۰ و x_2 = ۱۰ و x_1= ۱۱ با مقدار تابع هدف ۳/۸۹۳/۵۰۰ می‌باشد زمانی که این جواب به مدیریت ارائه می‌شود بیان می‌دارد که این جواب قابل قبول است اما ترجیح می‌دهم تا مقداری انحراف از محدودیتها نیز در نظر گرفته شود چرا که از پیش بینی تقاضا برای فرموله کردن محدودیتها استفاده شده و پیش بینی تقاضا هیچ گاه دقیق نبوده است (خطر عدم توانایی در ارائه تقاضای بیشتر وجود دارد).

براساس درخواست مدیریت مدل برنامه ریزی خطی ارائه شده مورد تعدیل قرار گرفته است تا بیانگر واقعیتهای عینی مورد نظر مدیریت باشد بر این اساس پارامترهای زیر توسط مدیریت ارائه شده است .

نوع	انحراف مجاز		
Min	P_1 = ۵۰۰/۰۰۰	d_1 : ۳/۹۰۰/۰۰۰	تابع هدف
بزرگتر یا مساوی	P_2 = ۱۰	d_2 : ۱۷۰	محدودیت اول
بزرگتر یا مساوی	P_3 = ۱۰۰	d_3 : ۱۳۶۲	محدودیت دوم
بزرگتر یا مساوی	P_4 = ۱۱	d_4 : ۱۱	محدودیت سوم

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

تابع هدف مینیمم فازی همچون محدودیت کوچکتر یا مساوی در نظر گرفته شده و به صورت زیر فرموله میگردد :

$$B_i\, x - p_i \lambda \geq d_i - p_i$$

$$41/400\, x_1 + 44/300\, x_2 + 48/100\, x_3 + 49/100\, x_4 + 500/00\, \lambda \leq 4/400/000$$

همچنین برای محدودیتهای بزرگتر یا مساوی داریم :

$$B_i\, x - p_i \lambda \geq d_i + p_i$$

$$0/84x_1 + 1/44x_2 + 2/16x_3 + 2/4x_4 - 10\lambda \geq 160$$

$$16x_1 + 16x_2 + 16x_3 + 16x_4 - 100\lambda \geq 1262$$

$$X_1 - 11\lambda \geq 0$$

آنگاه مدل برنامه ریزی خطی مثال فوق به صورت زیر خواهد شد :

$$\text{Max}\ \lambda$$

S.to:

$$41/400\, x_1 + 44/300\, x_2 + 48/100\, x_3 + 49/100\, x_4 + 500/00\, \lambda \leq 4/400/000$$

$$0/84\, x_1 + 1/44\, x_2 + 2/16\, x_3 + 2/4\, x_4 - 10\lambda \geq 160$$

$$16\, x_1 + 16\, x_2 + 16\, x_3 + 16\, x_4 - 100\lambda \geq 1262$$

$$X_1 - 11\lambda \geq 0$$

$$, X_1, x_2, x_3, x_3\, \lambda \geq 0$$

جوابهای حاصل از حل مساله فوق در حالت فازی و غیر فازی در جدول ۷-۱ نشان داده شده است همانطور که مشاهده می شود در حالت فازی با در نظر گرفتن شرایط واقعی انحراف از محدودیتها با هزینه اضافی معادل ٦٧/٩٠٠ رو برو شده ایم .

مزیت اصلی این فرموله سازی نسبت به حالت غیر فازی این است که تصمیم گیرنده به فرموله سازی کلیشه ای مساله (که چندان واقعی نیست) وادار شود علاوه بر آن باید توجه داشت که در برخی از شرایط ممکن است فقط بتوان مساله را در حالت فازی توصیف نمود .

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

فازی	غیر فازی
$x_1 = ۲۰$	$x_1 = ۱۱$
$x_2 = ۰$	$x_2 = ۱۰$
$x_3 = ۹$	$x_3 = ۰$
$x_4 = ۵۵$	$x_4 = ۶۱$
$Z = ۳/۹۶۱/۴۰۰$	$Z = ۳/۸۹۳/۵۰۰$
محدودیت‌ها:	
۱- ۱۶۸/۲۴	۱- ۱۷۰
۲- ۱۳۴۴	۲- ۱۳۱۲
۳- ۲۰	۳- ۱۱

جدول ۷-۱ حل مسأله در حالت فازی و غیر فازی

تا به حال تمام محدودیتها فازی در نظر گرفته شده است اگر تعدادی از محدودیتها قطعی باشند ($D_x \leq b$) می توان آنها رابدون هیچ مشکلی در مساله وارد نمود در این صورت مدل برنامه ریزی خطی فازی به صورت زیر خواهد شد :

$$\max \quad \lambda$$

S.to:

$$p_i + B_i x \leq d_i + P_i \qquad i = 0, 1, 2, \ldots, m$$

$$D_x \leq b$$

۷-۲-۲ – برنامه ریزی خطی فازی با تابع هدف قطعی

یک مدل برنامه ریزی خطی که در آن تابع هدف قطعی بوده و قسمتی یا کل محدودیتها فازی است دیگر متقارن نیست و نقش تابع هدف و محدودیتها متفاوت می باشد در مدل غیر متقارن فضای تصمیم به صورت قطعی یا فازی تعریف می‌شود اما در مدل متقارن (بحث شده در بخش ۷-۲-۱) ترتیبی از گزینه های تصمیم گیری ارائه می گردد بر این اساس روشهای حل ارائه شده در بخش ۷-۲-۱ دیگر قابل استفاده برای حل مسائل برنامه ریزی خطی با تابع هدف قطعی نیست شکل اصلی در حل اینگونه مسائل مقیاس دهی به تابع هدف (که نرمالیزه نشده) به منظور جمع آن با محدودیتها (که نرمالیزه شده اند) می باشد .

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

برای حل مسائل برنامه ریزی خطی با تابع هدف قطعی نیازمند به تعیین اکسترمم [1] تابع هدف قطعی بر روی دامنه فازی می‌باشیم در تعیین اکسترمم نیز از مفهوم مجموعه ماکزیمم‌کننده [2] استفاده شده که تعریف آن به صورت زیر می باشد :

تعریف ۷-۳ (زاده ۱۹۷۲)

تابع حقیقی f در x را در نظر بگیرید فرض کنید که f از پایین به inf(f) و از بالا به sup(f) محدود باشد حال مجموعه فازی $\tilde{M} = \{(x, \mu_{\tilde{M}}(x)\}, x \in X$ را با تابع عضویت زیر در نظر بگیرید :

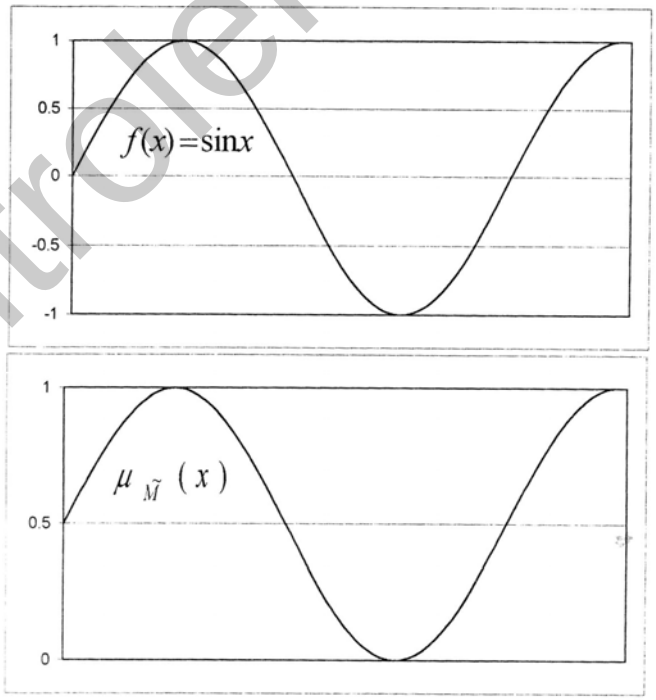
$$\mu\tilde{M}(x) = \frac{f(x) - \inf(f)}{\sup(f) - \inf(f)}$$

این مجموعه، مجموعه ماکزیمم کننده نامیده می شود .

مثال ۷-٦- فرض کنید $f(x) = \sin(x)$ باشد آنگاه مجموعه ماکزیمم کننده به صورت زیر خواهد بود :

$$\mu\tilde{M}(x) = \frac{\sin x - \inf(\sin)}{\sup(\sin) - \inf(\sin)} = \frac{\sin x - (-1)}{1 - (-1)} = \frac{\sin x + 1}{2} = \frac{1}{2}\sin x + \frac{1}{2}$$

نمودار ۷-۷ این مثال را به صورت شماتیک نشان می دهد .



نمودار ۷-۷ مجموعه ماکزیمم کننده مثال ۷-۶

1 Extremum
2 Maximizing set

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

بر اساس مجموعه ماکزیمم کننده تعدادی از معلفین (کیچرت[1] (۱۹۷۸)، نگوین[2] (۱۹۷۹) و زاده (۱۹۷۲)) رویکردهایی را پیشنهاد کرده اند که به نظر میرسد دارای معایبی باشد (ورنرز[3] (۹۸٤)). در ادامه مدلی که برای حل مسایل برنامه ریزی خطی مناسب است مورد بررسی قرار می‌گیرد ورنرز تعریف زیر را پیشنهاد می نماید :

تعریف ۷-٤ فرض کنید $f:x\rightarrow R^1$ تابع هدف $\tilde{R}$ یک ناحیه فازی (فضای جواب) و $S(\tilde{R})$ مجموعه حامی[4] ناحیه فازی $\tilde{R}$ باشد آنگاه مجموعه ماکزیمم کننده بر ناحیه فازی $(M\tilde{R}(f))$ با تابع عضویت زیر تعریف می‌شود :

$$\mu_{M\tilde{R}(f)}(x)=\begin{cases}0 \text{------} f(x)\le \inf_{S(\tilde{R})}(f)\\ \dfrac{f(x)-\inf(f)}{\sup(f)_{S(\tilde{R})}-\inf(f)\,s(\tilde{r})} \text{------} \inf s(\tilde{r})(f)<f(x)<\sup_{S(\tilde{R})}(f)\\ 1\text{----------}\sup_{S(\tilde{R})}(f)\le f(x)\end{cases}$$

اشتراک مجموعه ماکزیمم کننده با مجموعه فازی "تصمیم" را می‌توان برای محاسبه تصمیم ماکزیمم (x^*) مورد استفاده قرار داد با دقت در تعریف فوق مشاهده می‌شود که حداقل مقدار f در منطقه موجه برابر $\inf_{S(\tilde{R})}(f)$ قرار داده شده است اما تصمیم گیرنده که به دنبال این حداقل مقدار نیست حداقل مقدار مورد قبول تصمیم گیرنده بیشترین مقدار f در منطقه موجه غیر فازی ($\alpha=1$) است بر این اساس می‌توان تعریف ۷-٤ را به صورت زیر اصلاح نمود

تعریف ۷-٥ فرض کنید $x\rightarrow R^1$ تابع هدف $\tilde{M}$ یک ناحیه فازی (فضای تصمیم) $S(\tilde{R})$ مجموعه حامی این ناحیه فازی و R_1 برش $\alpha=1$ از $\tilde{R}$ باشد آنگاه تابع عضویت تابع هدف در فضای تصمیم $\tilde{R}$ به صورت زیر تعریف می گردد:

1 Kichert
2 Nguyen
3 Werners
4 Support

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

$$\mu_{\tilde{G}}(x)= \begin{cases} 0 \text{------} f(x) \le \sup_{R_1}(f) \\ \dfrac{f(x)-\sup(f)}{\sup(f)_{\tilde{S}(R)}-\sup(f)_{R_1}} \text{------} \sup_{R_1}(f) < f(x) < \sup_{\tilde{S}(R)}(f) \\ 1 \text{----------} \sup_{\tilde{S}(R)}(f) \le f(x) \end{cases}$$

در این تعریف R_1 بیانگر منطقه موجه مسئله برنامه‌ریزی خطی (بدون در نظر گرفتن انحرافات مجاز در نظر گرفته شده برای محدودیتهای فازی) می‌باشد برای درک مطلب مدل برنامه ریزی خطی فازی زیر را در نظر بگیرید :

Max f(x) = CTx

S.to :

$$\left.\begin{matrix} Ax \tilde{\le} b \\ Dx \le d \end{matrix}\right\} \tilde{R}$$

x≥0

همانطور که قبلا بحث شده برای محدودیتهای فازی کوچکتر یا مساوی داریم :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 \text{-----} A_i X \le b_i \\ 1-\dfrac{A_i x - b_i}{p_i} \text{------} b_i < A_i x < b_i + p_i \\ 0 \text{----------} A_i x \ge b_i + p_i \end{cases}$$

همچنین با استفاده از رویکرد Min Max می‌توان مقادیر sup(f) ,sup(f) S(R) R_1 را با حل مدلهای برنامه ریزی خطی زیر به دست آورد :

Max $f(x)=C^T x$

S.to :

Ax≤b

Dx≤d

x≥0

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

از حل این مدل f_0 = $\sup(f)=(C^t x)_{opt}$ بدست می آید بعلاوه داریم :

R_1

$\text{Max } f(x) = C^T x$

S.to:

$Ax \leq b+p$

$Dx \leq d$

$x \geq 0$

که از حل آن f_1 = $\sup(f)=(C^t x)_{opt}$ حاصل می شود بر این اساس تابع عضویت تابع هدف $\tilde{s}(r)$ برابر خواهد بود با :

$$\mu_{\tilde{G}}(x) \begin{cases} 0 & ---- C^T x \leq f_0 \\ \dfrac{C^T x - f_0}{f_1 - f_0} & -------- f_0 \leq C^T x < f_1 \\ 1 & ---------- f_1 \leq C^T x \end{cases}$$

به رابطه فوق توجه نمایید با توجه به این رابطه در می یابیم که دوباره به تقارن بین محدودیتها و تابع هدف دست یافته ایم و دیگر تفاوتی بین محدودیتها و تابع هدف وجود ندارد حال با استفاده از رویه بکار گرفته شده در بخش ۱-۲-۷ میتوان مسئله برنامه ریزی خطی فازی فوق را به صورت زیر نوشت :

$\text{MAX } \lambda$

S.TO:

$C^T X-(F_1-F_0)\lambda \geq F_0$

$AX+P\lambda \leq b+p$

$DX \leq b$

λ ,$x \geq 0$

مثال۷-۷ مدل برنامه ریزی خطی زیر را در نظر بگیرید :

$\text{MAX } Z=2X_1+X_2$

S.TO:

$X_1 <_{\sim} 3$

$X_1+X_2 <_{\sim} 4$

$X_1, X_2 \geq 0$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

انحراف مجاز از محدودیتها نیز برابر $P_2=4$ $P_1=6$ است برای این مدل $F_1=16$ $F_0=7$

میباشد که از حل مدلهای زیر حاصل شده است :

$MAX=2X_1+X_2$ $\qquad$ $MAX=2X_1+X_2$

S.TO: $\qquad$ S.TO:

$X_1\leq 3$ $\qquad$ $X_1\leq 3+6$

$X_1+X_2\leq 4$ $\qquad$ $X_1+X_2\leq 4+4$

$X_1,X_2\geq 0$ $\qquad$ $X_1,X_2\geq 0$

مدل برنامه ریزی خطی حاصل از مسئله فوق به صورت زیر است

$\max \lambda$

S.To:

$۲\,x_۱+X_۲-(۱۶-۷)\lambda\geq ۷$

$x_۱+۶\lambda\leq ۹$

$x_۱+X_۲+٤\lambda\leq ۸$

$\lambda X_۱,X_۲\geq ۰$

از حل این مدل ۱۱/۷۳ $=Z^*$ ۰/۰۵۲ $=\lambda^*$ ۰/۰۵ $=x_۲^*$ و ٥/٨٤ $=x_1^*$ بدست می‌آید.

غربال سازی فازی

در این فصل یکی از روشهای غربال سازی فازی[1] مورد بررسی قرار می‌گیرد این روش در جایی مفید است که باید از بین گزینه های زیاد یک زیر مجموعه کوچک را برای بررسیهای بیشتر انتخاب نمود این روش غربال سازی براساس اطلاعات مقدماتی[2] بنا شده است و تکنیکی که مورد بحث قرار می‌گیرد فقط نیاز به یک مقیاس غیر عددی برای ارزیابی و انتخاب گزینه‌ها دارد این تکنیک توسط یاگر[3] ارائه شده و در آن زبانی و عملگر OWA یاگر استفاده گردیده است بر این اساس در ابتدای فصل متغیرهای زبانی و عملگر OWA توضیح داده می‌شود سپس فرایند غربال سازی فازی تشریح می‌گردد.

1 Fuzzy Screening
2 Preliminary
3 Yager

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

۸-۱ متغیرهای زبانی [1]

در زبان طبیعی و استدلال انسانی اغلب از متغیرهایی استفاده می‌شود که مقادیر آنها نا دقیق و مبهم است مثلاً برای متغیر وزن مقادیری مثل "کم وزن"، "سنگین وزن" و "خیلی سنگین وزن" و برای متغیر درستی مقادیری مثل "کاملاً درست"، "درست"، "تقریباً درست" و" تقریباً نادرست"، " نادرست"، " کاملاً نادرست" در نظر گرفته می‌شود. مقادیر متغیرهای زبانی کلمات یا جملاتی هستند که در زبان طبیعی وجود دارند و به طور کلی با استفاده از قیدها می‌توان مقادیر آنها را شکل داد.

متغیر زبانی متغیری است که مقادیرش کلمات و جملات یک زبان طبیعی و یا مصنوعی باشد برای مثال سن یک فرد را در نظر بگیرید اگر سن این فرد را با اعدادی مثل ۱۰۰،...،۳،۲،۱ نشان دهیم متغیر سن یک متغیر معمولی است اما اگر مقادیری را که سن اختیار می‌کند با کلماتی مثل نونهالی، نوجوانی، خیلی جوان، جوان، مسن، پیر و خطلط پیر نشان دهیم متغیر سن یک متغیر زبانی است

تعریف ۸-۱ یک متغیر زبانی توسط پنج تایی (x, T(x) ,u,G,M) مشخص می‌گردد که در آن X نام متغیر T(x) مجموعه ترم های مربوط به متغیر X یا مجموعه‌ای از مقادیر متغیر زبانی X (به صورت مجموعه‌های فازی) که می‌تواند توسط قاعده نحوی G تولید شود (G همان گرامری است که طبق آن مقادیر مختلف متغیرزبانی تولید می‌شود) U مجموعه مرجع و M یک قاعده معنایی است که به هر ترم T(x) معنایی را مرتبط می‌سازد (تابع عضویت ترمها را مشخص می‌کند)

مثال ۸-۱ فرض کنید X متغیر زبانی سن افراد و مجموعه مرجع u = [0,100] باشد ترمهای این متغیر زبانی که هر کدام یک زیر مجموعه فازی از U هستند را می‌توان به صورت نو نهال و نوجوان وجوان ومسن وپیر در نظر گرفت

T (سن)={ نونهال ، نوجوان ، جوان، مسن ، پیر}

1 Linguistic Variable

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

این ترم ها را در حالت کلی می‌توان از یک قاعده کلی $G(x)$ به طور منظم تولید کرد برای هر یک از این ترم ها $M(x)$ معنایی را به صورت یک تابع عضویت از U می‌بخشد مثلا برای ترم جوان میتوان تابع زیر را در نظر گرفت

$$M(\text{جوان})= \{(u,\mu(u)),u\in u\}$$

$$\mu_{\text{جوان}}(u) = \begin{cases} 1 & ----------u\in[0,25] \\ ((1+\frac{u-25}{5})^2)^{-1} & -----u\in[25,100] \end{cases}$$

به همین صورت برای سایر ترمها نیز باید توابع عضویت مناسبی در نظر گرفته شود حال گزاره " مهدی جوان است " را در نظر بگیرید این گزاره را میتوان به صورت زیر نوشت :

جوان= (مهدی) سن

و می‌خوانیم "سن مهدی، جوان است" این معادله یک معادله تخصیص نامیده می‌شود همچنین فرض کنید که سن حسن ۳۰ سال باشد با توجه به تابع عضویت فوق $\mu_{\text{جوان}}(u) = 0/25$ است یعنی گزاره "حسن جوان است" به اندازه ۰/۲۵ درست است اگر سن علی نیز ۲۰ سال باشد می‌توان ارزش گزاره "حسن وعلی هر دو جوان هستند" را از رابطه

$$\min[\mu^{\text{حسن}}_{\text{جوان}} \text{ و } \mu^{\text{علی}}_{\text{جوان}}]=[0/25,1]=0/25$$

بدست آورد.

از جمله متغیر های زبانی که نقش اساسی در منطق فازی دارد و در غربال سازی فازی از آن استفاده می‌شود متغیرهای زبانی درستی است این متغیر زبانی می‌تواند دارای ترم هایی به صورت زیر باشد

$$T(\text{درستی})= \{\text{کاملاً درست ، درست ، تقریباً درست ، ...، نادرست ، کاملاً نادرست}\}$$

همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر درستی گزاره‌ها نیز می‌توانند مقادیر زبانی باشند ودیگر لازم نیست مقادیر درستی گزاره‌ها را در قالب درست یا نادرست ارسطویی (۰ یا ۱) و یا در بازه [۰و۱] منطق بی نهایت ارزشی بیان کرد (در منطق بی نهایت ارزشی ارزش درستی گزاره‌ها می‌تواند هر عدد حقیقی مثل ۰/۳۵ ، ۰/۷ و $\sqrt{2}$ در بازه [۰و۱] باشد) در متغیر زبانی درستی

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مجموعه‌های مرجع $u=[0,1]$ است و متغیر زبانی زیر مجموعه‌های فازی از U را اختیار می‌کند برای نمونه ترم "درست " از متغیر زبانی فوق را در نظر بگیرید برای این ترم توابع مختلفی ارائه شده که دو نمونه از آن در زیر آمده است :

ترم " درستی " از نقطه نظر بالدوین[1] و لطفی زاده به صورت زیر تعریف میگردد

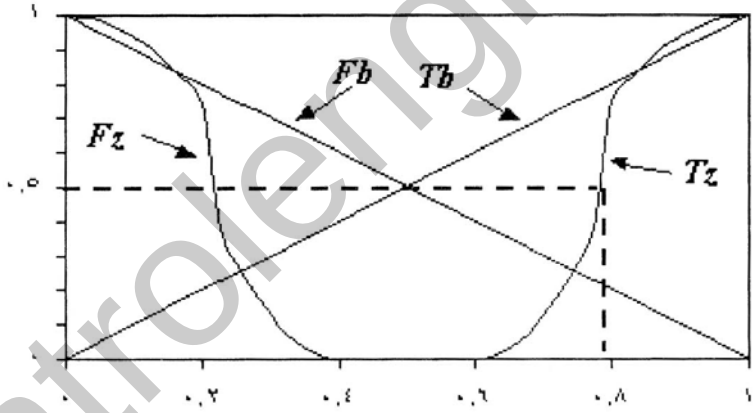
بالدوین :

$$\mu_{\text{درستی}}(u)=u \qquad 0\le u\le 1$$

لطفی زاده :

$$\mu(u)=_{\text{درستی}}\begin{cases}0 \text{ ----- } 0\le u\le a\\ 2(\frac{u-a}{1-a})^2 \text{ ------ } a\le u\le \frac{a+1}{2}\\ 1-(\frac{u-1}{1-a})^2 \text{ ------- } \frac{a+1}{2}\le u\le 1\end{cases}$$

نمودار ۸-۱ ترمهای "درست" و"نادرست" را از دیدگاه بالدوین وزاده به تصویر کشیده است



نمودار ۸-۱ ترمهای "درست" و "نادرست" از دیدگاه بالدوین (B) و لطفی زاده (Z)

همانطور که مشاهده می شود در تعریف بالدوین اگرمثلا ارزش درستی یک گزاره ۰/۵ باشد آن گزاره به اندازه ۰/۵ " درست " است اما در تعریف لطفی زاده یک حداقل مقدار a برای اطلاق درجه‌ای از درستی به گزاره‌ها قرار داده شده است مثلا در نمودار ۸-۱ حداقل ارزش درستی گزاره‌ها را برابر ۰/٦ در نظر بگیرید (تا بتوان لفظ درست را برای گزاره‌ای در نظر گرفت) در نمودار فوق مثلا اگر ارزش درستی گزاره‌ای ۰/۸ باشد آن به اندازه ۰/۵ با معنی "درست" از

1 1- J . F . bald win

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

دیدگاه شما سازگار است بالدوین و لطفی زاده هر دو ترم "نادرست" را به صورت متمم ترم "درست" به صورتی که در نمودار نشان داده شده است تعریف کرده‌اند از دیدگاه بالدوین تابع عضویت ترمهای " خیلی درست " و" تقریبا درست " را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد :

$$\mu_{\text{خیلی درست}}(u) = (\mu_{\text{درست}}(u))^2$$

$$\mu_{\text{تقریبا درست}}(u) = (\mu_{\text{درست}}(u))^{1/2}$$

یعنی اگر درجه درستی یک گزاره مثلا ۰/٦ باشد آنگاه آن گزاره به اندازه ۰/۳٦ " خیلی درست " وبه اندازه ۰/۷۸ " تقریباً درست " است

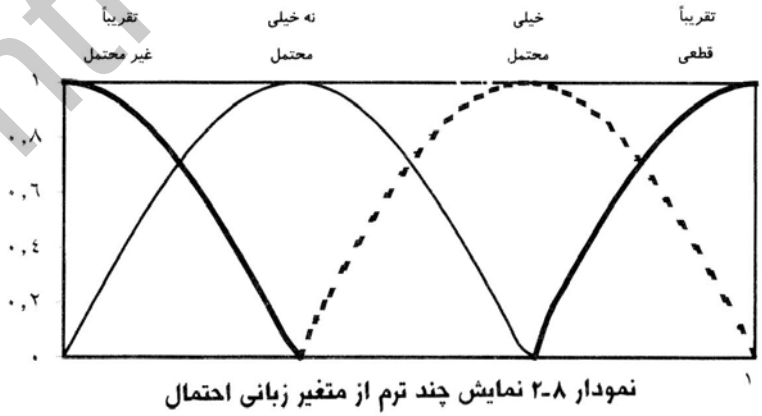
با استفاده از متغیر زبانی درستی میتوان گزاره‌ها و استنتاجهای نا دقیق ومبهم را که در زندگی روزمره کاربردهای فراوران دارند صورت بندی ریاضی کرد. [1]

از جمله متغیر های زبانی دیگر که در نظریه امکان و نظریه احتمال فازی کاربرد دارد متغیر زبانی احتمال ومتغیر زبانی امکان می باشد این متغیر ها را میتوان با ترمهای زیر نشان داد

T(احتمال)= { تقریبا قطعی،خیلی محتمل،نه خیلی محتمل، تقریبا غیر محتمل}

T(امکان)={ممکن، خیلی ممکن ، غیر ممکن ،.. وکم و بیش ممکن}

البته در این جا نیز می‌توان برای ترم های احتمال وامکان توابع متفاوتی را در نظر گرفت نمودار ۸-۲ چند ترم از متغیر زبانی احتمال را نموده است



نمودار ۸-۲ نمایش چند ترم از متغیر زبانی احتمال

1 برای مطالعه استدلال تقریبی به کتاب زیر مراجعه شود :

سید محمود طاهری ،" آشنایی با نظریه مجموعه های فازی " ، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۵

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

همچنین هنگام استفاده از متغیرهای زبانی می‌توان با استفاده از قیود و رابطه‌های منطقی ترمهای مرکبی ایجاد نمود به تعریف زیر توجه کنید.

تعریف ۸-۲ یک قید زبانی عملگری است که معنای یک ترم (مجموعه فازی) را تغییر می‌دهد اگر A یک ترم باشد و m یک قید زبانی B=m(A) یک ترم مرکب است نتیجه اعمال قید m بر ترم A است برای نمونه فرض کنید که A یک ترم باشد آنگاه :

- خیلی A (very A) $A^{\mu}_{\text{خیلی}}(x)=(\mu_A(x))^2$
- کم و بیش A (more or less A) $A^{\mu}_{\text{کم و بیش}}(x)=(\mu_A(x))^{\frac{1}{2}}$
- بیش از A (plus A) $A^{\mu}_{\text{بیش از}}(x)=(\mu_A(x))^{1/25}$

به این ترتیب معنای ترم های مختلف با استفاده از الگوهای ریاضی توصیف می شود.

۸-۲ عملگر OWA یاگر

برای نشان دادن موقعیت عملگر OWA در بین عملگرهای AND و OR یک اندازه ORNESS در ارتباط با هر بردار W توسط یاگر به صورت زیر ارائه شده است :

$$\text{Orness}(w)=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(n-i).\ w_i$$

اگر با توجه به توصیف گر زبانی Q [1] وزن w_i را به صورت زیر محاسبه نماییم.

$$W_i=\ Q(\frac{i}{n})-Q(\frac{i-1}{n})$$

میتوانیم به این توصیف گر یک درجه ORNESS به صورت زیر مرتبط سازیم

$$\text{Orness}(Q)=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(n-i).[Q(\frac{i}{n})-Q(\frac{i-1}{n})]$$

دستکاری جبری فرمول فوق ما را به فرمول زیر هدایت می‌کند

$$\text{Orness}(Q)=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}Q(\frac{i}{n})$$

1 LINGUISTIC-QUANTIFIER

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

همچنین در حالت حدی میتوان نشان داد که :

$$\text{Orness}\ (Q) = \int_0^1 Q(r)dr$$

یک درجه استاندارد ORNESS (مرتبط با یک توصیف کننده زبانی یکنوای افزایشی منظم[1]) برابر با سطح زیر توصیف کننده میباشد این تعریف استاندارد برای اندازه ORNESS از توصیف کننده ها یک روش مناسب ساده ای را برای دستیابی به این اندازه فراهم می آورد

توصیف کننده زیر را در نظر بگیرید

$$Q(r) = r^{\alpha}\ ,\ \alpha \geq 0$$

آنگاه :

$$\text{Orness}\ (Q) = \int_0^1 r^{\alpha} dr = [\frac{1}{\alpha+1} r^{\alpha+1}]_0^1 = \frac{1}{\alpha+1}$$

یک توصیف کننده زبانی مثل بیشتر[2] را میتوان با یک مجموعه فازی Q در بازه [۰و۱] نشان داد این مجموعه فازی برای هر $r \in [0,1]$ یک درجه عضویت $Q(r)$ را بر می تاباند $Q(r)$ بیانگر میزانی است که نسبت r مفهوم توصیف گر زبانی Q را اقناع میکند

مجموعه $X= \{ x_1, x_2, \dots , x_n\}$ و زیر مجموعه فازی از آن را در نظر بگیرید در حالت کلی یک گزاره را میتوان به صورت زیر بیان کرد :

XQ و A است

به عنوان نمونه گزاره زیر را در نظر بگیرید : بیشتر دانشجویان جوان هستند

ارزش درستی این گزاره را می‌توان با استفاده از عملگر OWA بدست آورد بدین منظور ابتدا وزنها با استفاده از توصیف کننده Q استخراج میگردد آنگاه ارزش درستی گزاره به صورت زیر محاسبه شود :

$$T = \sum_{i=1}^{n} W_i b_i$$

که در آن b_i بیانگر i امین بزرگترین عنصر در مجموعه زیر میباشد :

$$\{A(x_1) , A(x_2) , \dots , A(x_n)\}$$

---

1 Regular Increasing Monotone Linguitic Quantifier
2 Most

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

برای درک مطالب فوق به مثال زیر توجه کنید

مثال ۲-۸ پنج دانشجو با سنین {۳۸و۲۲و۲٤و۲۲و۲۱} را در نظر بگیرید و فرض کنید که درجه جوان بودن دانشجویان از مجموعه فازی " دانشجویان جوان " به صورت زیر بدست آید :

$$\mu_{\tilde{A}}(U)=\begin{cases}1 & ----u\le 22\\ 1-(U-22)/8 & ----22<U\le 30\\ 0 & ------\end{cases}$$

در غیر اینصورت

بر این اساس

$\mu_{\tilde{A}}(۳۸)=۰$ و $\mu_{\tilde{A}}(۲۲)=۱$ و $\mu_{\tilde{A}}(۲٤)=۰/۷۵$ و $\mu_{\tilde{A}}(۲۲)=۱$ و $\mu_{\tilde{A}}(۲۱)=۱$

مجموعه زیر حاصل میگردد :

$$\{1,1,0/75,1,0\}$$

با ترتیب نزولی این مجموعه به B_i ها دست می یابیم :

$$\{1,1,1,0/75,0\}$$

اگر توصیف کننده بیشتر را با تابع عضویت زیر تعریف کنیم :

$$Q(r)=\begin{cases}1 & -----r\ge 0/8\\ 1-(0/8-r)/0/6 & ----0/2\le r\le 0/8\\ 0 & -----\end{cases}$$

در غیر اینصورت

آنگاه با استفاده از عملگر OWA داریم

$$W_i=Q(\frac{i}{n})-Q(\frac{i-1}{n})$$

$$W_1=Q(\frac{1}{5})-Q(\frac{1-1}{5})=Q(0/2)-Q(0)=0\ -0=0$$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

$$W_2= Q(0/4)- Q(0/2) = \frac{1}{3} - 0 = \frac{1}{3}$$

$$W_3= Q(0/6) - Q(0/4) = \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

$$W_4= Q(0/8) - Q(0/6) = \frac{1}{3}$$

$$W_5= Q(1) - Q(0/8) = 0$$

آنگاه ارزش درستی که میتوان آن را به عنوان نمره واحد مجموعه در نظر گرفت به صورت زیر محاسبه می‌گردد :

$$T = \sum_{i=1}^{n} w_i b_i$$

$$T = 0*1+1/3 * 1 + 1/3 *1+1/3*0/75+0*0=11/12$$

یعنی ارزش درستی گزاره " بیشتر دانشجویان جوان هستند " با توجه به مجموعه مورد بررسی برابر $^{11}/_{12}$ (تقریبا ۹۱٪) است

۳-۸ فرایند غربال سازی فازی

مسائل غربال سازی معمولا با زیر مجموعه های بزرگ (X) از مجموعه گزینه های ممکن شروع می‌شود هر گزینه اساسا با حداقل اطلاعات مورد نیاز که بیانگر مناسب بودن آن به عنوان بهترین گزینه می باشد توصیف می گردد این حداقل اطلاعات فراهم شده به وسیله گزینه ها برای انتخاب یک زیر مجموعه A از X برای بررسی های بعدی مورد استفاده قرار می گیرند دو نمونه از مسائل غربال سازی به شرح زیر است :

۱ - انتخاب شاغل شغل

در این جا تعداد زیادی از افراد (X) پیشینه خود را با حداقل اطلاعات ارائه می نمایند براساس این پیشینه باید یک زیر مجموعه کوچک A از X انتخاب و برای مصاحبه دعوت شود انجام مصاحبه که اطلاعات جزئی تری را در اختیار قرار می دهد اساس انتخاب کاندیدا های برتر از مجموعه A می‌باشد.

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

۲ – انتخاب طرح تحقیق پیشنهادی

در این جا نیز مجموعه بزرگی از کاندیداها (X) یک طرح تحقیق اولیه ارائه می دهند براساس این طرحهای تحقیق مقدماتی باید از یک زیر مجموعه کوچک A از X خواسته شود تا طرح تحقیق جامع تری (با جزئیات بیشتر) ارائه دهند این طرحهای تحقیق جامع اساس انتخاب طرحهای برتر از مجموعه A می‌باشد در مثال های فوق فرآیند انتخاب یک زیر مجموعه A از X (که نیاز به فراهم شدن اطلاعات اضافی برای انتخاب کاندیدای برتر دارد) فرآیند غربال سازی[۱] نامیده می‌شود یا گر در تکنیکی به نام سیستم غربال سازی فازی [۲] برای مدیریت این فرآیند پیشنهادی می کند که در ادامه مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد

مسائل غربال سازی در کنار داشتن مشخصه حداقل اطلاعات به طور کلی در بر گیرنده مشارکت چند نفر در فرآیند تصمیم گیری می باشند افرادی که نظرات آنها باید در فرآیند تصمیم گیری در نظر گرفته شود خبره [۳] نامیده می‌شود به علاوه تصمیم هریک از افراد خبره براساس چند معیار ارائه می گردد بنا براین تکنیک ارائه شده در این فصل یک مدل تصمیم گیری چند معیاره با چند فرد خبره (ME MCDM) [۴] و با حداقل اطلاعات می‌باشد.

البته این واقعیت که با حداقل اطلاعات درباره گزینه‌ها روبرو هستیم مسئله را پیچیده می‌کند زیرا عملیاتی را که می‌توان برای ترکیب نظرات چند فرد خبره با چند معیار مورد استفاده قرار داد محدود می‌سازد تکنیکی که یاگر پیشنهاد می‌نماید با در نظر گرفتن حداقل اطلاعات (کمبود اطلاعات جزئی در ارتباط با کاندیداها) اجماع لازم را فراهم می آورد این تکنیک فقط نیاز آن است که اطلاعات ترجیحی با مقیاسی که دارای ترتیب خطی است ارائه گردد این مشخصه به افراد خبره اجازه می دهد تا اطلاعاتی درباره میزان رضایت خود در قالب مقادیر زبانی مثل زیاد متوسط و کم فراهم آورند و این توانایی در انجام عملیات بر روی ترجیحات زبانی نا دقیق به

1 SCREENING PROCESS
2 FUZZY SCREENING SYSTEM
3 EXPERT
4 MULTI EXPERT MULTI CRITERIA DECISION MAKING

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

خبرگان اجازه می دهد تا از منابعی با حداقل اطلاعات در ارتباط با موضوع مورد بررسی استفاده نمایند .

فرآیند غربال سازی فازیِ یک فرآیند دو مرحله ای است در مرحله اول از هر فرد خبره خواسته می‌شود تا علاوه بر وزن دهی به معیارهای مختلف ارزیابی خود را از هر گزینه ارائه دهند این ارزیابی شامل رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس معیارهای مختلف می‌باشد در مرحله دوم ارزیابی فردی افراد خبره با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا یک ارزش واحد برای هر گزینه بدست آید این ارزیابی واحد می تواند به عنوان راهنما در فرآیند تصمیم گیری مورد استفاده قرار گیرد.

یک مسئله غربال سازی شامل سه جز است جز اول مجموعه ای از گزینه‌های تصمیم گیری است که از بین آنها قصد انتخاب زیر مجموعه ای را برای بررسی‌های بیشتر داریم

$$A = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\}$$

جز دوم مجموعه ای از معیارها است که ارزیابی براساس آنها انجام می شود .

$$C = \{C_1, C_2, \ldots, C_n\}$$

جز سوم نیز گروهی از افراد خبره (یا گروه پانل) است که نظرات آنها در غربال سازی صائب است.

$$E=\{E_1, E_2, \ldots, E_r\}$$

هر فرد خبره باید برای هر گزینه نظر و عقیده خود را ارائه نماید یعنیِ ک فرد خبره باید بیان دارد که هر گزینه تا چه میزان معیارهای مختلف را اقناع می‌نماید (امکان اقناع معیارها توسط گزینه ها به چه میزان است) این ارزیابی از اقناع معیارهای توسط گزینه ها در قالب عناصر مقیاس زیر (S) انجام می گیرد .

بینهایت	S_7	Outstanding(ou)
خیلی زیاد	S_6	Very high (VH)
زیاد	S_5	High (H)
متوسط	S_4	Medium (M)

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

کم	S_3	Low (L)
خیلی کم	S_2	Very low (VL)
هیچ	S_1	None (N)

استفاده از چنین مقیاسی یک ترتیب طبیعی[1] از S_i ها فراهم می آورد بطوریکه برای هر $i>j$ داریم : $S_i>S_j$ وماکز یمم و مینیمم هر دو عنصر به صورت زیر تعیین می گردد:

$\text{Max}\ (S_i,S_j)=S_i \qquad S_i \geq S_j$

$\text{Min}\ (S_i,S_j)=S_j \qquad S_i \geq S_j$

بر اساس مقیاس فوق هر فرد خبره مجموعه‌ای از n ارزش (به تعداد معیارها) را برای هر گزینه ارائه می‌نماید این ارزشها درجه اقناع گزینه مورد نظر را در ارتباط با معیار jام نشان می‌دهند :

$$\{\pi_1,\pi_{2,\ldots,}\pi_n\}$$

که در آن مثلاً π_2 بیانگر میزان امکان اقناع معیار دوم توسط گزینه مورد نظر می باشد هر π_j عنصری از مجموعه قابل قبول S می باشد علاوه بر آن هر فرد خبره باید درجه اهمیت معیارهای مختلف را از دید خود ودر قالب مقیاس S ارائه نماید به مثال زیر توجه کنید

مثال ۸-۳ مسئله انتخاب شاغل مناسب شغل را در نظر بگیرید سه نفر از افراد خبره سازمان قصد دارند تا از بین پیشینه های رسیده گروهی را برای مصاحبه دعوت نمایند ومعیارهای $C_{1,\ldots,}C_5$ برای دعوت یا عدم دعوت براط مصاحبه در نظر گرفته شده است هر فرد خبره باید ابتدا درجه اهمیت معیارها را از دید خود بیان دارد جدول زیر درجه اهمیت معیارهای مختلف را از دید این سه فرد خبره نشان می دهد

معیارها	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
فرد خبرهٔ ۱	VH	VH	M	L	VL
فرد خبرهٔ ۲	H	VH	M	H	M
فرد خبرهٔ ۳	H	M	L	H	L

1 Natural Ordering

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

سپس هر فرد خبره باید در ارتباط با هر یک از کاندیداها (پیشینه‌ها) میزان امکان اقناع معیارهای $C_{1,...,}C_5$ را توسط آن کاندیدا مشخص نماید این ارزیابیها برای دو کاندیدای اول به صورت زیر در نظر گرفته شده است

کاندیداها	معیارها	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$
۱	فرد خبره ۱	M	L	OU	VH	OU
	فرد خبره ۲	H	M	L	M	H
	فرد خبره ۳	H	M	M	H	VH
۲	فرد خبره ۱	H	M	OU	L	M
	فرد خبره ۲	M	OU	M	VL	M
	فرد خبره ۳	H	M	M	H	M

یعنی مثلاً از دید خبره ۱ کاندیدای۱ نمره M و کاندیدای ۲ نمره H را در ارتباط با معیار C_1 اخذ کرده‌اند.

قدم بعد در این فرایند پیدا کردن ارزیابی واحد هر فرد خبره از هر گزینه می‌باشد بدین منظور باید اندازه منفی اهمیت [1] به صورت زیر تعیین گردد"

$$Neg\ (S_i)=S_{7-i+1}$$

برای نمونه برای مقیاس ارائه شده داریم :

$$Neg\ (ou) = S_{7-7+1} = S_1=N$$

به همین ترتیب برای سایر عناصر مجموعه S داریم :

Neg(VH)=VL Neg(VL)=VH

Neg(H)=L Neg(L)=H

Neg(M)=M Neg(N)=OU

آنگاه نمره واحد [2] گزینه ها توسط هر فرد خبره (U) به صورت زیر محاسبه می گردد :

$$U_{ik}=\min_j \{Neg\ (I_{kj}) \vee \pi_{ikj}\} \qquad i=1,2, \dots, m,\ k=1,\dots,r$$

1 Negative of importance
2 Unit Score

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

که در آن u_{ik} نمره واحد فرد خبره k در ارتباط با گزینه I ام i_{kj} درجه اهمیت معیار J ام از نظر فرد خبره k ام و π_{ikj} بیانگر میزان امکان اقناع معیار J ام توسط گزینه I ام از نظر فرد K ام می باشد برای فهم مطلب به مثال زیر توجه کنید.

مثال ٤-٨ نمره واحد افراد خبره به کاندیدای مثال ٣-٨ به صورت زیر محاسبه می گردد

I_{kj}

K \ معیارها j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
فرد خبرهٔ ١	VH	VH	M	L	VL
فرد خبرهٔ ٢	H	VH	M	H	M
فرد خبرهٔ ٣	H	M	L	H	L

$\Downarrow$

$Neg\ (I_{kj})$

K \ معیارها j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
فرد خبرهٔ ١	VL	VL	M	H	VH
فرد خبرهٔ ٢	L	VL	M	L	M
فرد خبرهٔ ٣	L	M	H	L	H

$\Downarrow$

π_{ikj}

کاندیداها	k \ معیارها j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
i=١	فرد خبره ١	M	L	OU	VH	OU
	فرد خبره ٢	H	M	L	M	H
	فرد خبره ٣	H	M	M	H	VH

$\Downarrow$

$Neg\ (I_{kj}) \vee \Pi_{ikj}$

کاندیدا	k \ معیارها j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	min
i=١	فرد خبره ١	M	L	OU	VH	OU	L
	فرد خبره ٢	H	M	M	M	H	M
	فرد خبره ٣	H	M	H	H	VH	M

بنابراین نمره واحد افراد خبره ١و٢و٣ به کاندیدای ١ به تر تیب L و M و M می باشد در مثال ٤-٨ دقت کنید در این مثال نمره واحد کاندیدای ١ از نظر فرد خبره ١ برابر L گردیده است سوال

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

این است که چرا نمره واحد این کاندیدا تا این حد کاهش یافته است به جدول آخر نگاه کنید مقدار L در ارتباط با فرد خبره ۱ ومعیار دوم حاصل شده است با نگاه به جداول بالا در می یابیم که مقدار L به صورت زیر بدست آمده است:

$$L=\{Neg\ (VH)\vee \quad L\}=\{VL \vee L\}$$

یعنی چون از نظر فرد خبره ۱ معیار دوم دارا ی اهمیت بسیار زیاد (VH) است و از دید این فرد کاندیدای ۱ در ارتباط با این معیار نمره کم (L) را اخذ نموده است نمره واحد این کاندیدا از نظر فرد خبره ۱ تا حد L کاهش یافته است در واقع رابطه u_{ik} را می‌توان به عنوان میزان ارضاء هر گزینه در ارتباط با جمله زیر در نظر گرفت :

" تمام معیار های مهم باید ارضاء گردند "

بنابراین دلیل اصلی عملکرد پایین (L) کاندیدای ۱ از نظر فرد خبره اول آن است که این کاندیدا عملکردی پایین (L) در معیار دوم که بسیار مهم است (VH) اخذ نموده است رابطه U را می‌توان تعمیم میانگین وزنی در نظر گرفت این فرمول بیان می دارد که :

" اگر معیاری مهم است آنگاه یک گزینه باید نمره خوبی از آن بگیرد "

نتیجه مرحله اول فرآیند غربال سازی بدستآوردن نمرات واحد افراد خبره به گزینه های مختلف می باشد :

$$\{u_{ik}\}= \{ u_{i1} , u_{i2}, \dots , u_{ir} \}$$

که در آن U بیانگر ارزیابی واحد گزینه iام توسط فرد خبره Kام می باشد r نیز تعداد کل افراد خبره را نشان میدهد که در مثال ۸-٤ (r=3) است

در مرحله دوم از فرآیند غربال سازی فازی به ترکیب ارزیابیهای انجام شده توسط افراد خبره می پردازیم تا یک ارزیابی کلی از هر گزینه بدست آوریم

اولین قدم در این مرحله آن است که یک تابع اجماع نظر [1] (Q) برای بدنه تصمیم گیری تعیین نماییم این تابع بیان می دارد که توافق چه تعداد از افراد خبره لازم است تا یک گزینه مورد قبول

1 Aggregation Function

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

قرار گرفته و از فرآیند غربال سازی عبور نماید بر این اساس برای هر i(k=1,2,…,r فرد خبره) بدنه تصمیم گیری یک ارزش Q(K) فراهم می نماید Q(K) بیان می دارد که اگر K فرد خبره از گزینه ای راضی باشند آنگاه چگونگی پذیرش یک گزینه چه خواهد بود.

تابع اجماع نظر (Q) برای منطقی بودن باید دارای مشخصاتی باشد که از جمله :

- اگر فرد خبره بیشتری توافق داشته باشند درجه اقناع (ارضاء) تصمیم گیرنده بیشتر خواهد بود :

$$Q(k)\geq Q(k') \qquad k>k'$$

- اگر تمامی افراد خبره راضی گردند میزان رضایت (اقناع) باید در بالاترین مقدار ممکن باشد

$$Q(r)=ou$$

همچنین توجه به اشکال خاصی از تابع اجماع نظر (Q) می تواند مفید باشد که از جمله :

- اگر بدنه تصمیم گیری نیازمند به حمایت تمام افراد خبره باشد آنگاه داریم :

$$\begin{cases} Q(k)=N & ---k<r \\ Q(k)=ou & ----k=r \end{cases}$$

- اگر حمایت فقط یک نفر از افراد خبره برای با ارزش دانستن یکگ زینه (برای توجه بیشتر) کافی باشد آنگاه :

$$Q(k)=ou \qquad k=1\ ,\ 2\ ,\ \dots\ ,\ r$$

- اگر حمایت حداقل m فرد خبره برای مورد توجه قرار دادن گزینه کافی باشد آنگاه:

$$\begin{cases} Q(k)=N & ----k<m \\ Q(k)=ou & ----k\geq m \end{cases}$$

حال فرض کنید که q بیانگر تعداد نقاط در مقیاس انتخاب شده (در مقیاسS, S, …,S تعداد نقاط ۷ است) و rبیانگر تعداد افراد خبره مشارکت کننده در تصمیم گیری باشد آنگاه تابع اجماع نظر بصورت زیر تعریف می گردد :

$$Q_A(k)=S_{b(k)}$$

$$b(k) = \text{int}\left[\ 1 + \left(k\ \frac{q-1}{r}\ \right)\right] \qquad k=0\ ,\ 1\ ,\ 2\ ,\ \dots\ ,\ r$$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

که در آن int بیانگر عدد صحیح می‌باشد و روشن است که در تابع فوق q و r هر چه باشند داریم :

$$Q_A(0) = S_1 \qquad Q_A(r) = S_q$$

اگر تعداد افراد خبره برابر سه نفر (r=3) باشد بر اساس مقیاس $S_1,S_2,\ldots,S_7$

$$b(k) = \text{int}\left[1 + k\,\frac{7-1}{3}\right] = \text{int}\left[1 + 2k\right]$$

آنگاه مقادیرتابع اجماع نظر برابر خواهد بود با :

$$Q_A(0) = S_1 \;,\; Q_A(1) = S_3 \;,\; Q_A(2) = S_5 \;,\; Q_A(3) = S_7$$

بعد از انتخاب مناسب تابع اجماع نظر حال میتوانیم از عملگر OWA برای اجماع نظر خبرگان استفاده کنیم

یاد آوری می نماییم که نتیجه مرحله اول از فرآیند غربال سازی بدست آوردن نمرات واحد افراد خبره به گزینه های مختلف بوده است :

$$\{u_{ik}\} = \{u_{i1}, u_{i2}, \ldots, u_{ir}\} \qquad i = 1, 2, \ldots, m$$

در اینجا برای هر یک از m گزینه یک نمره واحد توسط فرد خبره k ام (k=1,2,…,r) ارائه شده است حال برای هر یک از گزینه ها ارزیابی واحد افراد خبره باید به صورت نزولی مرتب گردد B_{ij} بیانگر j امین بالاترین نمره راهکار iمیباشد که بر اساس آن می توان ارزیابی کلی از راهکار i را به صورت زیر محاسبه نمود :

$$U_i = \max_j \{ Q(j) \wedge B_{ij} \} \qquad i = 1, 2, \ldots, m$$

که در رابطه فوق :

- B بیانگر ارزش j امین نمره خوب راهکار i می باشد
- Q(j) بیانگر آن است که تصمیم گیرنده چقدر احساس میکند که حمایت حداقل j فرد خبره لازم است
- $Q(j) \wedge B$ را می‌توان به عنوان وزن دهی به j امین نمره خوب گزینه i(Bij) بر اساس خواست تصمیم گیرنده (که حمایت j فرد خبره را لازم می داند
- ((Q(j)) در نظر گرفت

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

- عملگر max نقش جمع را در روش میانگین گیری عددی معمولی بازی میکند

با توجه به توضیحات فوق رابطه ui فوق را میتوان تعمیم میانگین وزنی معمولی در نظر گرفت

به مثال زیر توجه کنید :

مثال ۸-۵ نظرات واحد سه خبره را برای کاندیدای ۱ مثال ۸-٤ در نظر بگیرید

داریم :

$$U11=L\ ,\ U12=M\ ,\ U13=M$$

با مرتب کردن نزولی این نمرات داریم :

$$B_{11}=M\ ,\ B_{12}=M\ ,\ B_{13}=L$$

اگر تابع اجماع بدنه تصمیم گیری را به صورت تابع متوسط Q در نظر بگیریم آنگاه با سه خبره (r=3) و مقیاس $S,S,\ldots,S$ داریم :

$$Q_A(k) = S_{b(k)}$$

$$b(k) = \text{int}\left[\ 1 + (k\ \frac{q-1}{r})\ \right] = \text{int}\left[1+2k\ \right]$$

$k=1 \rightarrow Q_A(1) = L \qquad S_3$

$k=2 \rightarrow Q_A(2) = H \qquad S_5$

$k=3 \rightarrow Q_A(3) = ou \qquad S_7$

ارزیابی کلی کاندیدای ۱ به صورت زیر خواهد شد:

$$U_i=\max_j \{Q(j)\wedge B_{ij}\}$$

$$U_1=\max\{\ L\ \wedge M\ ,\ H\ \wedge\ M,\ ou\ \wedge\ L\ \}$$

$$=\text{Max}\ \{L,M,L\}=M$$

بنابراین ارزیابی کلی کاندیدای ۱ با تابع اجماع متوسط برابر" M " خواهد بود این ارزیابی کلی "متوسط" را می‌توان برای دعوت یا عدم دعوت به مصاحبه مد نظر قرار داد مثلا اگر تصمیم گیرندگان تصمیم بگیرند که تمامی افرادی را که در ارزیابی کلی افراد خبره " M " یا بالاتر آورده اند به مصاحبه دعوت شوند این فرد مصاحبه دعوت خواهد شد

حال در نظر بگیرید که تابع اجماع به صورت زیر تعریف گردد :

$$\begin{cases} Q\ (\ k\ )\ =\ N\ \ -\ -\ -\ \ k\ <\ 3 \\ Q\ (\ 3\ )\ =\ ou\ \ -\ -\ -\ \ k\ =\ 3 \end{cases}$$

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

یعنی اجماع نیازمند به حمایت تمام افراد خبره باشد در این صورت داریم :

$$Q(1) = N \qquad Q(2) = N \qquad Q(3) = ou$$

با این تابع اجماع ارزیابی کلی کاندیدای ۱ به صورت زیر خواهد شد:

$$U_{i=} \max_{j} \{ Q(j) \wedge B_{ij} \}$$

$$U_{1=\max} \{ N \wedge M , N \wedge M , ou \wedge L \}$$

$$= \text{Max} \{ N , N , L \} = L$$

براین اساس با توجه به اینکه تصمیم گیرندگان تصمیم گرفته اند تا کاندیداهایی که در ارزیابی کلی افراد خبره از آنها نمره "M" یا بالاتر آورده اند به مصاحبه دعوت شوند این فرد به مصاحبه دعوت نخواهد شد

همانطور که مشاهدهمی شود توابع اجماع مختلف در ارزیابی کلی افراد خبره موثر است بنابراین در هر جا با توجه به موضوع مورد بررسی باید از تابع اجماع متناسب استفاده کرد.

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مغز : پردازشگر نسل جدید

نحوه جدیدی از محاسبه که منطق بولی[1] نامیده می‌شود در قرن نوزدهم تکامل یافت. در این منطق پیشنهاد شد، حساب دودویی جای حساب اعشاری را بگیرد. در طول چند دهه، چنین تصور می‌شد که نمی‌توان برای این روش کاربردی یافت؛ با این وجود همراه با پیشرفت علم مدارهای مجتمع، منطق بولی موجب ظهور ریزپردازنده‌ها و رایانه‌های پیشرفته گردید.

رایانه‌های پیشرفته که اساس کار و برنامه‌هایشان بنا بر منطق دودویی می‌باشد، راهکار ما را در مراودات روزمره و همچنین در تبادل اطلاعات تغییر داده است و در بسیاری موارد حتی روش زندگی و فکر کردن ما را نیز متغیر کرده است.

پیشرفت پیوسته علم میکروالکترونیک، اندازه ترانزیستورها را آنقدر کاهش داده که امکان اجتماع مدارات بیشتری (معادل میلیونها ترانزیستور) در فضای کمتری از سیلیکون به وجود آمده است.

تخمین زده می‌شود که طی چند سال آینده، برترین بازده ریزپردازنده‌های امروزی با قدرت عملیاتی ۱۰۰ الی ۱۵۰ میلیون عمل در هر ثانیه، کمترین بازده ریزپردازنده‌ها خواهد بود. یکی از معیارهای ارزیابی، کارایی یک پردازنده SPECint 92 است. بر اساس این معیار، امروزه بالاترین کارایی SPECint 92 از ۱۰۰ تجاوز می‌کند و انتظار می‌رود قبل از پایان یافتن قرن حاضر به ۱۰۰۰ SPECint 92 برسد و همین که سرعت بالاتری حاصل شود، کاربردهای جدیدی با سرعت بالاتر پدیدار می‌شود.

منطق بولی یا دودویی از دو گزاره انتهایی " بله " و " خیر " یا " ۱ " و " ۰ " که نشان دهنده قطعیت می‌باشد، استنتاج می‌شود. منطق " سه ظرفیتی " از سه گزاره " قطعاًخالی، نیمه پر و پر " و یا " ۰ و ۰/۵ و ۱ " تشکیل شده است. این گزاره‌ها نشان دهنده میزان آستانه تعلق کاملاً مشخصی در منطق دودویی و منطق چند ظرفیتی می‌باشند، لکن در مقابل منطق فازی، دارای آستانه‌هایی نامعین می‌باشد.

---

1 Boolean Logic

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

منطق فازی در افزارهای تجسسی نظامی، بازار اوراق بهادارر و حتی ماشینهای ظرفشویی کاربرد دارد. در مخابرات از آن در امور سطح سیستمها[1] و در پردازش سیگنال استفاده می‌شود. در سطوح مختلف عملکرد سیستمها، کاربرد منطق فازی شامل محاسبه بهترین مقدار برای پارامترهای کلیدزنی، تغییر مسیر، نوسازی پیکربندی سیستم و موارد مشابه می‌باشد. در پردازش سیگنال، کاربرد منطق فازی در محاسبه درجه سیگنال فازی دریافت شده (اغتشاشات مربوط به تغییرات محیطی، تداخل امواج الکتریکی، ناهماهنگی رسانه‌ها و غیره) و سپس "غیرفازی کردن[2]" سیگنال می‌باشد. به طور خلاصه، منطق فازی ابزار قدرتمندی برای بهبود هوشمند اطلاعات غیرآماری یا اطلاعات آماری صدمه دیده و کاربردهای سلسله مراتبی و بلادرنگ [3] می‌باشد.

شبکه‌های عصبی و منطق فازی

منطق فازی قادر است از پارامترهای نامعین شبکه‌های عصبی استنتاج کند. توانایی یادگیری سریع شبکه‌های عصبی مصنوعی، آنها را قادر می‌سازد تا از داده‌های فازی و یا پارامترهای فازی، پاسخ قطعی و هوشمندانه استخراج کنند و از محاسبات پیچیده وقت‌گیر اجتناب نمایند.

فازی بودن در این حالت، موجب انعطاف پذیری بیشتر در تعریف سیستم خواهد بود.

شبکه‌های عصبی فازی در چه راستایی هستند؟

مفاهیم فازی از فن آوری پیشرفته " اندیشیدن " خبر می‌دهد. این ادعاها را مدارهای مجتمع متنوع، کنترل کننده‌های فازی برای کاربردهای گسترده عملی، و ابزارهای کنترل کننده در موتور اتومبیل، روباتها، دوربینهای عکاسی و فیلمبرداری، لوازم خانگی و وسایل نظامی، اعتبار می‌بخشند. بعلاوه در زمینه راه‌حلهای سخت‌افزاری، می‌توان از کاربرد تعداد زیادی "راه‌حلهای الگوریتمی فازی" در مخابرات پردازش سیگنال (صوت، تصویر) و در زمینه‌های دیگر نام برد.

---

1 System Level
2 Defuzzify
3 Real Time

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مفاهیم شبکه‌های عصبی مصنوعی

مشخصات[1] نرون

مشخصات اساسی شبکه‌های عصبی را می‌توان توسط ساختار آنها و خصوصیات عملیاتی یا دینامیکی آن تقسیم نمود. شبکه‌های عصبی از تعداد زیادی نرونهای به هم پیوسته یا واحدهای پردازشگر[2] تشکیل شده‌اند که دارای مشخصات اساسی چون سیگنالهای ورودی، قدرت سیناپسی، پیوندهای فعال کننده، سیگنالهای خروجی و آستانه نرون هستند. در واقع نشان می‌دهد که یک شبکه چگونه یاد می‌گیرد، چگونه اطلاعات جدید را با دانش از پیش آموخته، خود مقایسه می‌کند.

شبکه‌های عصبی، اطلاعات را بر اساس الگوریتم سلسله مراتبی[3] پردازش نمی‌کنند. پردازش در شبکه‌های عصبی بر اساس تجزیه موازی[4] اطلاعات پیچیده به عناصر اصلی آنها صورت می‌گیرد.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

طی چند دهه اخیر، تلاشهای بسیار جدی جهت طراحی مدارات الکترونیکی که قادر باشند شبکه‌های عصبی زیستی را همانندسازی کنند صورت گرفته است. شبکه‌های مدل شده که با نام الگوهای[5] شبکه‌های عصبی شناخته شده‌اند، گسترش یافته و مدل سازی شده‌اند.

باز هم ریاضیات !

شبکه‌های عصبی مصنوعی، تلاشهای جدی جهت درک هر چه بهتر عملکرد شبکه‌های عصبی بیولوژیکی و بخصوص روش کار مغز انسان می‌باشند.

اگرچه ریاضیات برای ماشینهای ترتیبی بسیار مناسب است، ولی شبکه‌های عصبی به صورت ترتیبی عمل نمی‌کنند : آنها معادلات، سری‌ها، انتگرال‌ها و الگوریتمهایی را که توسط بشر ابداع شده‌اند، می‌شناسند.

---

1 Attributes
2 Processing Elements
3 Sequential Algorithm
4 Parallel Decomposition
5 Paradigms

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

مدل سازی

برای مدل سازی یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، می‌توان از یک مدل ریاضی که خصوصیات یک سیستم بیولوژیکی را توصیف کند، استفاده کرد. سپس با استفاده از یک رایانه، می‌توان این مدل را بسرعت و به نحو مناسبی شبیه سازی کرد.

مدل پایه یک نرون

یک نرون معمولی به طور کلی از n ورودی x_j تشکیل شده است که j نشان دهنده نرون مبداء می‌باشد که از ۱ تا n متغیر است. هر ورودی x_j قبل از اینکه وارد هسته اصلی عنصر پردازشگر شود وزن دار[1] می‌گردد.

مدل کردن شبکه‌های عصبی مصنوعی

مدل کردن شبکه‌های عصبی، تلاش انسان در جهت درک و ارزیابی خلقت طبیعت می‌باشد. منظور از مدل کردن، در واقع بدست آوردن مجموعه‌ای از عبارات تحلیل ریاضی است که بتواند بسادگی نرون و شبکه عصبی را توصیف کند.

تحلیل ریاضی شبکه‌های عصبی مصنوعی، مفاهیم زیر را درباره شبکه بیان می‌کند :

- پیچیدگی[2]؛ شبکه عصبی مصنوعی باید چقدر بزرگ باشد تا بتواند ماموریت محوله را به انجام رساند.
- ظرفیت[3]؛ قدرت ذخیره اطلاعات در شبکه عصبی مصنوعی چه مقدار است؟
- انتخاب الگوی شبکه؛ کدام مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیاده سازی کاربردهای خاصی مناسب است؟
- بازده عملکرد؛ کدام شبکه عصبی مصنوعی دارای بهترین عملکرد است؟
- بازده آموزش؛ میزان سرعت یادگیری شبکه عصبی مصنوعی چه مقدار است؟

---

1 Weighted
2 Compllexity
3 Capacity

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

- پاسخ شبکه؛ میزان سرعت پاسخ شبکه برای رسیدن به خروجی در برابر اِعمال محرک ورودی چه مقدار می‌باشد؟
- قابلیت اطمینان؛ آیا شبکه قادر است برای محرک ورودی اعمال شده، به خروجی مطلوب برسد؟
- حساسیت در مقابل نویز؛ میزان دقت شبکه برای رسیدن به خروجی مطلوب در صورت وجود نویز چه مقدار می‌باشد؟
- حساسیت در مقابل نواقص؛ میزان دقت شبکه در مقابل نواقص جزیی چقدر است؟

برنامه و آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی

توصیف ریاضی تعدیل وزنه‌های w_{ij} که در حین آموزش از شبکه‌های عصبی مصنوعی استنتاج می‌شود؛ الگوریتم آموزش[1] را تشکیل می‌دهد و حالت ماندگار یا مقادیر نهایی این وزنه‌ها، نشان دهنده برنامه[2] ذخیره شده در شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

دو شیوه اصلی آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی، آموزش با نظارت[3] و آموزش بدون نظارت[4] می‌باشند. شیوه آموزش در واقع از علم زیست شناسی استخراج شده است.

در شیوه آموزش با نظارت، اصطلاح معلم یک عامل مصنوعی می‌باشد. منظور از معلم یا سرپرست، وجود یک مدار اضافه جهت مقایسه خروجی مطلوب و خروجی واقعی است. البته خروجی مطلوب از قبل مشخص بوده و وقتی که الگوی محرک به ورودی شبکه اعمال می‌شود خروجی واقعی به دست آمده از شبکه عصبی مصنوعی و خروجی مطلوب به یک مقایسه کننده وارد می‌شود و شبکه بر اساس الگوریتم آموزش یک سیگنال خطا تولید می‌کند. سپس جهت کاهش خطا، وزنه‌های w_{ij} تنظیم می‌شود. این روند به صورت تکراری برای رسیدن به حداقل درجه خطا (مینیمم اصلی) ادامه خواهد داشت. برای پیاده سازی شیوه آموزش با نظارت از روشهای متفاوتی استفاده می‌شود که متداول‌ترین آنها بر مبنای تعیین معلم یا سرپرست توسط

---

1 Learning Algorithm
2 Program
3 Supervised
4 Unsupervised

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

ریزپردازنده‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه شیوه آموزش با نظارت یک فرایند ترتیبی همراه با تکرار می‌باشد لذا این روشها، بسیار مناسب است. یک شبکه عصبی ساده با سرپرست در شکل زیر نشان داده شده است.

در این شکل :

$w_{ij} = [w_{i1}, w_{i2}, ..., w_{in}]$ = بردار وزن برای ورودی‌های نرون i

$x_{ij} = [x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{in}]$ = بردار ورودی برای نرون i

$R_i = w^T x$ = خروجی نرون i قبل از تابع تبدیل غیرخطی

O_i = خروجی از نرون i بعد از تابع تبدیل غیرخطی

که در آن $O_i = f(\Sigma_{j=1}^{n} w_{ij}.x_{ij})$

T_i = سیگنال معلم یا هدف که در حین آموزش، سیگنال خطا را تولید می‌کند.

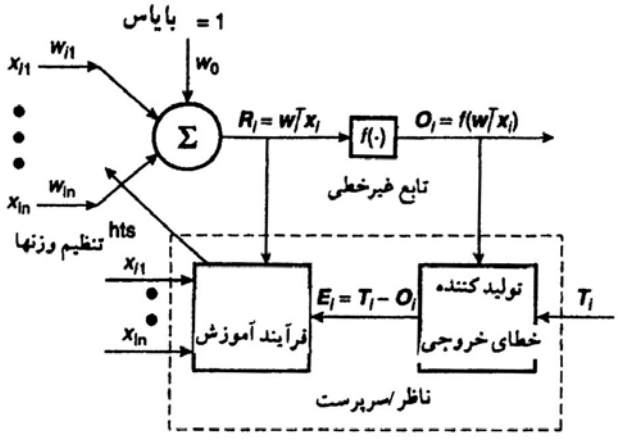
$E_i = T_i - O_i$ = خطای خروجی که در حین آموزش استفاده می‌شود.

Δw_{ij} = تغییرات وزنه‌ها در حین آموزش (وقتی که این مقدار به صفر یا حداقل خود برسد فرایند آموزش کامل شده است)

معمولاً تغییرات وزنه‌ها یا یک سیگنال ورودی که محرک ورودی نرون است، متناسب می‌باشد.

بنابراین، آموزش نرون i با معادله زیر بیان می‌گردد :

$$\frac{\delta w_{ij}(t)}{\delta t} = \mu E_i(O_i, T_i) x_i(t)$$



مدل یک نرون مصنوعی با معلّم یا سرپرست

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

در اینجا μ برابر مقداری مثبت و کوچک است و سرعت آموزش[1] نامیده می‌شود. به علت محاسبه وزنه‌ها در یک رایانه دیجیتالی، معمولاًمعادله بالا در فرم گسسته زمانی مطابق معادله زیر نوشته می‌شود :

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \mu E_i(O_i(k), T_i(k))x_i(k)$$

سپس قانون آموزش به صورت زیر نشان داده می‌شود :

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + correction\ \ term$$

در اینجا k شماره پله تکرار می‌باشد. آموزش، زمانی کامل خواهد شد که عبارت اصلاحی برابر صفر شود.

شیوه آموزش بدون نظارت که شیوه آموزش خودساز[2] هم گفته می‌شود، نیاز به معلم یا سرپرست ندارد. در قسمتهای بعدی آموزش با نظارت و بدون نظارت با هم مقایسه خواهد شد.

در علوم رفتاری، شیوه‌های مختلف یادگیری به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند :

- یادگیری رقابتی
- یادگیری یارانه‌ای[3]
- یادگیری تقویت یافته
- یادگیری اصلاح خطا
- یادگیری اتفاقی معروف به مارکوین[4]
- سیستم Hard-wired

1 Learning Rate
2 Self-Organizing
3 Cooperative
4 Markovian

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

تابع عضویت

برای هر متغیر، رابطه‌ای برای بیان توزیع صحت[1] آن متغیر تعریف می‌شود.

از نظر تئوری، یک مجموعه فازی F از یک مجموعه مرجع $X = \{x\}$ به صورت یک نگاشت $\mu_f(x): X \to [0,\alpha]$ تعریف می‌شود که در این نگاشت، به ازای هر X یک عدد در محدوده $[0,\alpha]$ تخصیص داده می‌شود و بیانگر مقداری است که اختصاص داشتن x را به مجموعه F نشان می‌دهد. بنابراین، اگر x، تعداد وسایل نقلیه در یک ردیف از این وسایل باشد، و از طرف دیگر بخواهیم مفهوم "کوچک" را به صورت یک مقدار اختصاصی از متغیر فازی "ردیف وسایل نقلیه" تخصیص دهیم، آنگاه هر x (با مجموعه مقادیری در محدوده صفر تا بی‌نهایت) با مقدار عضویت $\mu_{small}(x) \in [0,\alpha]$ مشخص می‌شود. این مقدار، نشان دهنده حدی است که متغیر x را می‌توان "کوچک" در نظر گرفت. مجموعه $\mu_{small}(x) \in [0,\alpha]$ را یک تابع عضویت[2] می‌نامند. در صورتی که تابع عضویت، نرمال باشد (به عبارت دیگر $\alpha = 1$) آنگاه تابع عضویت، به شکل $\mu_F(x) \in [0,1]$ خواهد بود و در این حالت، منطق فازی را نرمال[3] می‌گویند.

در بدترین حالت که توزیع با دامنه " صفر " باشد، تابع عضویت به یک تابع عضویت یکتا[4] (منحصر به فرد) خلاصه می‌شود. به عبارت دیگر، منطق فازی، تبدیل به منطق قطعی خواهد شد. اگر یکتا بودن به صورت دو حالت ممکن باشد، منطق باینری را خواهیم داشت.

نرمال کردن یک مجموعه فازی $\widetilde{F}$ به صورت زیر بیان می‌شود :

$$\sup_{x \in X} \mu_{\widetilde{F}}(x) = 1$$

نرمال کردن مجموعه‌ای از اعداد (با مجموعه‌ای از یک تابع) به وسیله تقسیم کردن هر عدد از این مجموعه بر بزرگترین عدد آن مجموعه به دست می‌آید. سپس بزرگترین عدد مجموعه را مساوی ۱ قرار می‌دهیم که این موضوع، بیانگر رابطه فوق می‌باشد.

$$\widetilde{F} = [(x_1\ \mu_{\widetilde{F}}(x)) | c \in X\ ]$$

---

1 Distribution of Truth
2 Membership Function
3 Normal
4 Singularities

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

که $\mu_{\tilde{F}}$ تابع عضویتی است که مجموعه X را به فضای عضویت M نگاشت می‌دهد و $M_F(x)$ درجه عضویت (یا درجه درستی) متغیر x را در مجموعه $\tilde{F}$ نشان می‌دهد.

در مجموع می‌توان گفت، هنگامی که μ، فقط شامل مقادیر (۰ و ۱) باشد، آنگاه $\tilde{F}$ غیرفازی است و $\mu_{\tilde{F}}$ تابع مشخصه یک مجموعه غیرفازی است. بنابراین، منطق‌های باینری و چند مقداری (مثل منطق قطعی) زیرمجموعه‌های متعددی از منطق فازی هستند.

منطق فازی

در منطق بولی، تابع عملگرهای بولی (یا دریچه‌ها[1]) AND، OR و INVERT به خوبی مشخص است. به عنوان مثال، با استفاده از عملگر AND می‌توان مقدار دو متغیر را به دست آورد که در حالتهای مختلف، نتایج ۱ ← ۱و۱ ، ۰ ← ۰و۱ ، ۰ ← ۱و۰ ، ۰ ← ۰و۰ ، حاصل می‌شود.

عبارت منطق فازی $\mu_A(x_1) AND \mu_B(x_2)$ را در نظر بگیرید. فرض کنید که در نقاط x_1=۲ و x_2=٤ مقادیر توابع عضویت به صورت $\mu_A(x_1$=۲) = ۰/۷۲ و $\mu_B(x_2$=٤) = ۰/٤٥ باشد. بنابراین، خروجی عبارت مذکور برابر ۰/٤٥ = (۰/٤٥ و ۰/۷٥)min می‌گردد. به طور مشابه اگر عبارت فازی به صورت $\mu_A(x_1) OR \mu_B(x_2)$ باشد، آنگاه خروجی این عبارت به صورت ۰/۷۲ = (۰/٤٥ و ۰/۷۲)max است. همچنین متمم عبارت $\mu_A(x_1$=۲) برابر ۰/۲۸ = ۰/۷۲ − ۱ می‌باشد.

ایجاد قاعده فازی

در مسایل مورد علاقه‌ای که به صورت کنترل فازی[2] یا ماشین فازی[3] بررسی می‌شود، طراح باید تمام روابط ممکن بین ورودی ـ خروجی را (حتی به صورت جملات فازی) بداند.

---

1 Gates
2 Fuzzy Control
3 Fuzzy Engine

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

شبکه عصبی مصنوعی ـ فازی (FANN[1])

در شبکه عصبی مصنوعی ـ فازی، ابتدا قسمت شبکه عصبی، برای یادگیری آن و طبقه‌بندی کردن توانایی‌ها و به منظور پیوند الگو[2] و اصلاح الگو[3] به کار می‌رود. در مجموع، حتی پس از یادگیری، شبکه عصبی به اصلاح توابع عضویت و قواعد منطق فازی ادامه می‌دهد؛ به گونه‌ای که از سیگنالهای ورودی آن، بیشتر و بیشتر یاد می‌گیرد. از طرف دیگر، منطق فازی برای استنباط و مهیا نمودن یک خروجی قطعی یا غیرفازی شده (وقتی که متغیرهای فازی ایجاد می‌شوند) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مثال عصبی ـ فازی

فرض کنید که در موقعیتی هستیم که، الف) یک خروجی باید بر پایه یک مجموعه وزن‌دار شده از یک تعداد ورودی‌ها تولید شود، ب) هر ورودی، خروجی ممکن از یک مجموعه ورودی‌های فازی خارجی است. نتیجه به صورت قواعدی به شکل " اگر ... آنگاه ... " درمی‌آید (if…then…). اگر ورودی‌های خارجی، x_1 , x_2 , … x_w باشند و مجموعه‌ای از قواعد به صورت زیر تعریف شده باشند :

$$\text{قاعده K}: \text{if } x_i \; AND \; x_j \; then \; F_K$$

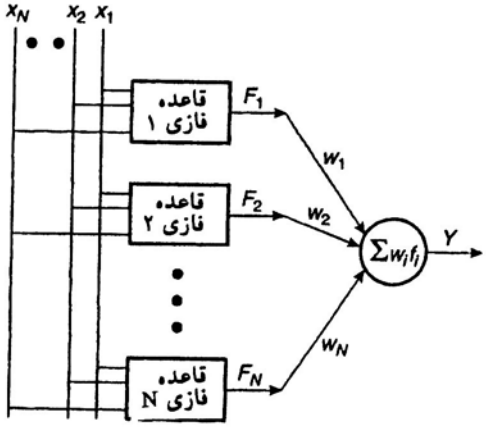
آنگاه یک شبکه عصبی فازی (از نوعی که در شکل زیر نشان داده شده است) بیانگر مساله ما خواهد بود. در اینجا، شبکه عصبی می‌تواند یکی از نمونه‌های توصیف شده باشد. برای مثال، پرسپترونهای نشان داده را در نظر بگیرید (بخصوص اکثریت پرسپترونها را) که تابع آن می‌تواند به صورت جملات " اگر ... آنگاه ... " و به شکل قسمتی از قواعد مساله بیان شود. برای تعیین وزنهای مشخص شده در شکل زیر، از همه مقادیر ممکن از ورودی‌های پدیدار شده شروع کنید و همه خروجی‌های ممکن را بر پایه قواعد فازی تعیین کنید (با استفاده از قواعد مشخص، به طور

1 Fuzzy Artificial Neural Network
2 Pattern Association
3 Pattern Retrieval

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

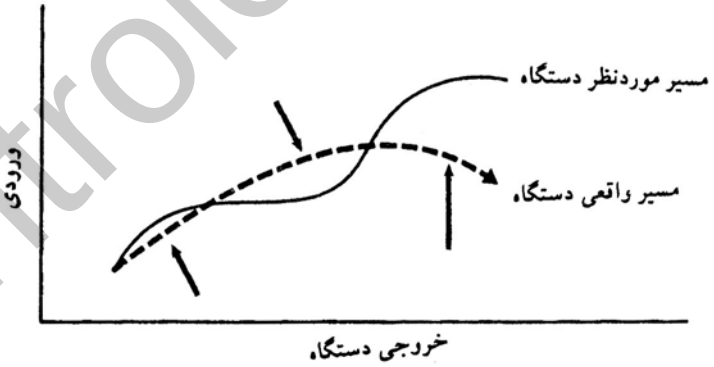
موثری تعداد داده‌ها را کاهش دهید). سپس این خروجی‌ها به صورت ورودی‌هایی برای شبکه عصبی به کار برده می‌شوند.



شبکهٔ عصبی مصنوعی-فازی

کنترل سنتی

در اینجا جمله "کنترل سنتی" به معنای سیستمهای کنترل پیوسته (آنالوگ) و گسسته‌ای (دیجیتال) است که قابلیت یادگیری را ندارند. در حالت کلی، کنترل کننده‌های سنتی به دو دسته سیستمهای حلقه بسته و حلقه باز تقسیم‌بندی می‌شوند. وظیفه یک سیستم کنترلی، ایجاد تطبیق است که به وسیله فلشها در شکل نشان داده شده است.



مسیر واقعی و مورد نظر دستگاه

اگر خروجی ماشین از مسیر پیش بینی شده به یک مسیر پیش بینی نشده منحرف شود، آنگاه سیستم، قابلیت کنترلی خود را از دست داده، ناپایدار می‌گردد. سیستم کنترل حلقه بسته، خروجی خود را فیدبک می‌کند تا تابعی از خروجی و ورودی، برای کنترل خروجی واقعی استفاده

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

می‌گردد. بنابراین، اگر خروجی واقعی، منجر به منحرف شدن از مقدار مورد نظر خود شود، آن انحراف، آشکار شده و یک عمل اصلاحی بر روی خروجی واقعی انجام می‌شود.

کنترل فازی

به منظور استفاده از روش فازی، باید قواعد کنترل دستگاه، متغیرها و توابع عضویت معلوم باشد. در این روش، برخلاف شبکه‌های عصبی، هیچ یادگیری اتفاق نمی‌افتد. بر این اساس، حس کننده‌های دستگاه، ورودی‌ها را برای سیستم فازی مهیا می‌کند و بر پایه قواعد، سیستم فازی، یک خروجی را برای کنترل دستگاه تولید می‌کند.

کنترل عصبی ـ فازی

شبکه‌های عصبی ـ فازی به بهترین نحوی این دو سیستم را (سیستم عصبی و سیستم فازی) ترکیب می‌کند. این شبکه‌های ترکیبی، ورودی‌های فازی را در نظر می‌گیرند و در عین حال، قابلیت یادگیری را هم دارند. در اینجا، شبکه پیش خورد[1]، فازی است و شبکه فیدبک، یک شبکه عصبی خواهد بود. شبکه عصبی، ورودی‌ها و خروجی‌های واقعی را دریافت می‌کند، سپس طبقه‌بندی‌های جدید، و ارتباطات ورودی ـ خروجی را فراهم می‌کند و در نهایت، قواعد جدید را تولید می‌کند. همچنین شبکه عصبی، شبکه پیش خورد را با این قوانین جدید، اصلاح می‌کند.

یکی NeuFuz4 (که توسط گروه National Semiconductor ارائه شده است) و دیگری برنامه Neure Fuzzy (ارائه شده توسط Inform Software) است.

برنامه NeuFuz4 یک وسیله نرم افزاری بر پایه Windows است که به طور اتوماتیک، از آموزش شبکه عصبی برای ایجاد قواعد منطق فازی و توابع عضویت بر پایه روابط مطلوب و درخواستی ورودی ـ خروجی استفاده می‌کند.

برنامه NeuFuz4 ، چهار ورودی و یک خروجی با ۵ تابع عضویت را برای هر کدام، و در مجموع کل قواعد فازی ممکن را به تعداد ۳۱۲۵ پشتیبانی می‌کند. برای حذف قواعد غیرمفید، برنامه NeuFuz4 یک برنامه بهینه کننده و تشخیص دهنده دارد تا یک مکانیزم و معیار خوش بینانه

1 Forward Network

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

قواعد فازی را تقویت کند. معیار خوش بینانه، بیانگر آستانه‌ای است که نشان دهنده حداقل مشارکت یک قاعده فازی است تا به منظور نگاه داشتن آن قاعده برای ایجاد حل به کار رود. کاربر (اپراتور) یک مقداری را بین صفر تا یک برای معیار خوش بینانه تعریف می‌کند.

برنامه‌Neure Fuzzy، ضمیمه‌ای است که به محیط گسترش یافته Fuzzy TECH اضافه می‌شود. این برنامه با داده‌های مشابه که در ابزار Fuzzy TECH نمایش داده می‌شود، کار می‌کند و یک شبکه عصبی را برای یادگیری پس انتشار[1] یا دیگر تکنیکهای یادگیری (برای تولید قواعد منطق فازی به طور خودکار) استفاده می‌شود. فایلهای ایجاد شده توسط برنامه Neure Fuzzy، توصیف کننده سیستم منطق فازی هستند که به وسیله همه قسمتهای دیگر سیستم طراحی، می‌تواند در دسترس قرار گیرد. برنامه Neure Fuzzy شامل قسمت ویرایش[2] متغیرهای زبانی، قسمت ویرایش قواعد، قسمت تحلیل کننده گرافیکی، و خطایاب فعال[3] است.

کاربردها

در قطارهای مترو، از منطق فازی برای تعیین بهترین زمان راه‌اندازی و توقف و تعیین مناسب‌ترین سرعت چرخش قطار استفاده می‌شود؛ منطق فازی در ماشینهای لباسشویی، میزان آب و تعداد دفعات آبکشی را تعیین می‌کند؛ در دوربینها و وسایل تصویربرداری، میزان رنگ، وضوح، روشنایی، تمرکز و ... را تعیین می‌کند؛ در جاروبرقی‌ها قدرت مکش را بسته به میزان و اندازه ذرات کنترل می‌کند؛ در اتومبیلهای با قدرت انتقال خودکار، بهترین دنده را تعیین می‌نماید؛ در سیستمهای کنترلی هوشمند، بهترین فرمان را پیدا کرده و به صورت خودکار یک اتومبیل را هدایت می‌کند؛ و در سیستمهای مخابراتی، سیگنالها را پردازش کرده، کانالها را تنظیم و با فرمان مناسب خود، سیستم را کنترل می‌کند. در مثالهای بعدی، به وسیله آنها یک تغییر در سیستم ایجاد می‌شود. در مهندسی مالی به کمک آنها مشخصات میزان موجودی می‌تواند پیشگویی شود.

---

1 Back Propagation
2 Editor
3 Interactive Debugger

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

در سیستمهای امنیتی، اثرانگشت و یا صدا را برای تشخیص اعتبار و تایید فرد به کار می‌برد و در علم روباتیک، منطق فازی حرکت را هدایت و کنترل کرده، الگوهای نوری را تشخیص داده و وظایف مربوطه را انجام می‌دهد.

در اینجا به پردازش سیگنال[1] (یکنواخت و یکدست کردن و حذف انعکاس صدا)، تجزیه و تحلیل داده‌ها[2] (صدا و تصویر)، سیستمهای مخابراتی (کنترل امواج رد و بدل شده و سوئیچینگ) و کنترل (کنترل کننده‌ها و روباتیک) توجه خاصی می‌شود.

در این مدارها از تقویت کننده‌های عملیاتی[3] استفاده می‌شود، لذا می‌بایست بر نظریه تقویت کننده‌های عملیاتی که شامل تکنیکهای جبران سازی[4] و مقیاس گذاری[5] است، تسلط داشته باشیم.

یک میکروپروسسور (نوعاًیک نوع CPU همه منظوره) به صورت مجتمع با یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC[6]) و یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC[7])، همین طور حافظه‌های RAM و ROM و گاهی اوقات با یک پردازشگر دیجیتال سیگنال (DSP[8]) و یا با یک واحد محاسباتی برای انجام دادن سریع محاسبات ریاضی، ساخته می‌شود.

یک موضوع در طراحی شبکه‌های عصبی، ساخت وزنهای اتصالی می‌باشد. انعطاف پذیر بودن شبکه به این مطلب اشاره دارد که این وزنهای اتصالی قابل تغییر است. با این وجود، مقاومت نمی‌تواند انعطاف پذیری لازم را برآورده سازد.

مجتمع کردن شبکه‌های عصبی بر روی یک تراشه، هدف اصلی بسیاری از محققان در دانشگاهها و شرکتها بوده است. با مجتمع کردن این شبکه‌ها، اندازه‌ها کوچک، قدرت مصرفی مدار، کم و امکان استفاده از شبکه‌های عصبی در کاربردهای واقعی حاصل می‌شود.

---

1 Signal Processing
2 Data Processing
3 OP-AMP & Operational Amplifier
4 Compensating
5 Scaling
6 Digital to Analog Converter
7 Analog to Digital Converter
8 Digital Signal Processor

controlengineers.ir

اختصاصی مهندسی کنترل
controlengineers.ir
@controlengineers

اگرچه شبکه‌های عصبی مجتمع VLSI همه منظوره پیشرفت کرده‌اند، با این وجود، پیشرفت اساسی در اکثر مدارات VLSI با کاربرد خاص صورت گرفته است؛ همانند پردازش اطلاعات واقعی خاص، تشخیص دستنوشتها و کاربردهای دیگر.

پردازش سیگنال

لوکی در شبیه‌سازی، یک خط با خصوصیات تاخیری و سرهای باگین قابل تنظیم را به کار برد (فیلتر عرضی[1]).

یک خط تاخیری کنترل شده[2] و یک شبکه پرسپترون ۱-۱۲-۱۲-۸ (کلاًیک شبکه عصبی تاخیری) در یک تراشه به صورت VLSI مجتمع شده، برای شبیه سازی کانالهای مخابراتی دیجیتالی به کار گرفته می‌شوند.

کلیدزنی (سوئیچینگ)

یک سویچ در یک شبکه ارتباطی، سیستمی است که کانال مخابراتی را تعیین می‌کند. با تماس گرفتن (شماره گرفتن) یک مسیر مخابراتی تقاضا می‌شود. سوئیچ، که عملکرد آن بر مبنای مسیرهای آزاد قابل دسترس است، یک مسیر برای تلفن مبدا انتخاب می‌کند.

کنترل ترافیک

در شبکه‌های ارتباطاتی با پهنای باند وسیع، لازم است که عملکرد کلی ترافیک سیستم ارزیابی شود. در حالت کلی، این مساله، صف در شبکه می‌باشد. همانند پخش تقریبی[3] و درون‌یابی تقریبی. وقتی بار ترافیک سنگین باشد، روش اول بخوبی عمل می‌کند و زمانی که ترافیک سنگین نیست، عملاً دقت زیادی ندارد. در روش دوم، با تغییر تعداد ورودی‌های وارد شده به سیستم و تعداد دفعات سرویس‌دهی، دقتش کاهش می‌یابد. در این رابطه، روشی که از یک شبکه عصبی ساده سه لایه پیش خوردی[4]، که از الگوریتم پیش انتشار استفاده می‌کند، پیشنهاد شده است.

---

1 Transveral Filter
2 Tapped Delay Line
3 Diffusion Approximation
4 Three-layer Feed Forward Neural Network