

نقش منطق فازی در هوش مصنوعی

دکتر حسین کثیری-بهاره عظیمی

مقدمه

منطق فازی شاید بیشترین امید به پیشرفت و شتاب در جامعه هوش مصنوعی در تاریخچه اخیر آن باشد. اما چرا بعضی واژه های نامعلوم به درستی پشت واژه « فازی » قرار می گیرند؟ چرا « فازی » موجب پیشرفت هوش مصنوعی می شود؟ پاسخ این سوالات در مقاله زیر داده شده است.

تاریخچه منطق فازی

Fuzzy logic یک نوع منطق است که روش های متنوع نتیجه گیری در مغز بشر را جایگزین الگوهای ساده تر ماشینی می کند. مفهوم منطق فازی نخستین بار در جهان، توسط دانشمند برجسته ایرانی، پروفسور لطفی زاده، پروفسور دانشگاه برکلی در کالیفرنیا در سال ۱۹۶۵ ارائه گردید و نه تنها به عنوان یک متدولوژی کنترل در حوزه هوش مصنوعی ارائه شد، بلکه راهی برای پردازش داده ها، بر مبنای مجاز کردن عضویت گروهی کوچک، به جای عضویت گروهی دسته ای، ارائه کرد. به عبارتی پروفسور لطفی زاده اینطور استدلال کرد که مغز بشر به ورودی های اطلاعاتی دقیق نیازی ندارد، بلکه قادر است تا کنترل تطبیقی را به صورت بالایی انجام دهد و این در مورد ماشین نیز صادق است.

منطق فازی چیست؟

ساده ترین تلقی برای تعریف منطق فازی این است که " منطق فازی جواب یک سوال را به جای تقسیم به دو بخش درست یا نادرست، در اصل به یک محدوده جواب در این بین توسعه داده است ". نمونه معمول آن، وجود رنگ خاکستری در طیف رنگی بین سیاه و سفید است. اما دایره عمل منطق فازی، از

این هم گسترده تر است و می توان با استفاده از قواعد منطق فازی ، جواب های فازی متناسب با پرسش را ارائه نمود. برای مثال، جمله " زمانی که باران می بارد، شما خیس می شوید" جمله نامفهومی نمی باشد، اما جمله " زمانی که مقداری باران می بارد، شما مقداری خیس می شوید" می تواند از نظر مقدار بارش باران یا مقدار خیس شدن ، واژه های مختلفی را به جای واژه " مقداری " بپذیرد. واژگانی از قبیل { کم ، زیاد، خیلی کم ، خیلی زیاد، قدری و ... } این واژه ها واژه های زبان شناختی نام دارند، یعنی با مقادیر ریاضی نمی توان مقدار مشخصی را به آنها ربط داد. اینجاست که منطق فازی وارد عمل می شود و با استفاده از مجموعه های فازی، برای متغیر میزان بارش باران، مجموعه ای را به شکل زیر صورت می دهد: میزان بارش باران = { کم ، زیاد، خیلی کم ، خیلی زیاد، قدری و ... } باید پذیرفت قواعدی نظیر این زیبا هستند، زیرا این ها قواعد بشری هستند. آنها نمونه خوبی هستند برای اینکه ما چطور فکر می کنیم و چطور نتیجه می گیریم. بیایید به سراغ نمونه دیگری برویم: از شما سوال می شود " آیا شغلستان را دوست دارید؟" پاسخ شما لزوماً بله یا خیر نمی باشد؛ بنابراین مجموعه جواب به صورت زیر خواهد بود: جواب = { تا حدی، نه خیلی، تقریباً، اصلاً، کم و بیش، خیلی و ... } به هر یک از این مقادیر، مقداری به عنوان " درجه عضویت " نسبت داده می شود، بدین معنا که مقدار مربوطه تا چه حد در این مجموعه عضو می باشد.

مجموعه های فازی و زبان طبیعی

لازم به ذکر است، در مجموعه های قطعی، یک شیء قطعاً ، یا عضو مجموعه، می باشد یا نمی باشد:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

اگر x عضو مجموعه A باشد

اگر X عضو مجموعه A نباشد

اما در مجموعه های فازی، یک شیء می تواند تا حدودی به یک مجموعه متعلق باشد:

$$\mu(X): X \rightarrow [0, 1]$$

که در این حالت تابع عضویت، یک عدد حقیقی است:

$$0 \leq \mu_A \leq 1$$

بدین معنا که شیء مورد نظر به طور نسبی در یک مجموعه وجود دارد. همچنین مقدار جزئی تابع

عضویت، درجه عضویت نامیده می شود. از سوی دیگر در نظر داشته باشید: مفاهیم و مجموعه های

فازی، عموماً در زبان طبیعی بکار می روند نظیر :

"جان قد بلند است".

"هوا گرم است".

کلمات مشخص شده، به اسامی مقداری و مجموعه های فازی اشاره دارند. به عبارتی دیگر گزاره فازی

که شامل لغاتی نظیر "بلند" و "گرم" است، نشان دهنده مجموعه فازی مربوطه است. برای روشن

شدن مفهوم ، مجموعه فازی بلند می تواند از تابع عضویت زیر بهره بگیرد:

پایین	قدری	تقریباً
متوسط	کم	بین
بالا	زیاد	به مقدار زیاد
خیلی	بیشتر	
اصلاً	بیشترین	
کم و بیش	در حدود	

در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع $U(X)$ مشخص می شود که X نمایانگر یک عضو مشخص و U تابعی فازی است که درجه عضویت X در مجموعه مربوطه را تعیین می کند و مقدار آن بین صفر و یک است:

$$A = \{ (X, \mu_A(X)) \mid X \in X \}$$

متغیرهای زبانی

"متغیرهای زبانی، متغیرهایی هستند که مقادیرشان اعداد نیستند، بلکه لغات یا جملات یک زبان طبیعی یا ساختگی هستند".

به طور کلی، متغیرها به ۲ دسته تقسیم می شوند: زبانی: مانند کلمات و عبارات مربوطه به یک زبان طبیعی می باشد. عددی: که متغیرها دارای مقادیر عددی هستند که متغیر زبانی در واقع، یک عبارت زبان طبیعی است که به یک مقدار کمیت خاص اشاره دارد و اصطلاحاً مانند مترجم عمل می کند و به کمک تابع عضویت، نشان داده می شود. مانند واژه "سرد" در جمله "هوا سرد است". در اینجا سردی خود متغیری است برای دمای هوا که می تواند مقادیر مختلفی به خود اختصاص دهد و در واقع یک تابع عضویت برای آن تعریف می شود. در عین حال متغیرهای زبانی می توانند از الحاق

$$u = u^1, u^2, u^3, \dots, u^n$$

تشکیل شوند که هر کدام از u_i ها، عبارتی تجزیه ناپذیر است. مانند " تا حدی سرد"، که در مجموع به ۴ دسته زیر تقسیم می شود:

عبارات اصلی: که به عنوان برچسب هایی برای مجموعه های فازی در نظر گرفته می شوند و مانند " سرد" در عبارات بالا، یا عباراتی از قبیل : کوتاه، بلند و ... که هر کدام تابع عضویت مخصوص خود را دارند. حروف ربط: مانند و، یا... پیراینده: که روی عبارات اولیه اعمال شده و اثر تشدید یا تضعیف در مفهوم آن عبارت را به همراه دارد. مانند تا حدی، اندکی ، بسیار و... حروف نشانه: مانند پرانتز و.. بنابراین از مجموعه های فازی و متغیرهای زبانی، می توان برای کمیت بخشیدن به مفاهیم زبان طبیعی استفاده کرد. چند متغیر زبانی و مقادیر نوعی که ممکن است به آنها اختصاص یابد:

متغیر زبانی	متغیر قابل پذیرش
ارتفاع قد	کوتوله، کوتاه، متوسط، بلند، خیلی بلند
تعداد	تقریباً، هیچ، چند تا، کمی ، تعداد زیاد،
مراحل زندگی	نوزاد، نوپا، کودک، نوجوان، بالغ
رنگ	قرمز، آبی، سبز، زرد، نارنجی
روشنی	تاریک، تیره، معمولی، روشن، سیر
دسر	کلوچه، کیک ، بستنی

اما چگونه منطق فازی به کار گرفته می شود؟

منطق فازی معمولاً از قوانین " اگر و آنگاه (IF/THEN)" استفاده می کند، اما این بررسی، به صورت بررسی مقادیر خشک منطق کلاسیک نمی باشد، بلکه این بررسی توسط متغیرهای معنایی صورت می گیرد. این قوانین معمولاً به شکل زیر بیان می شود:

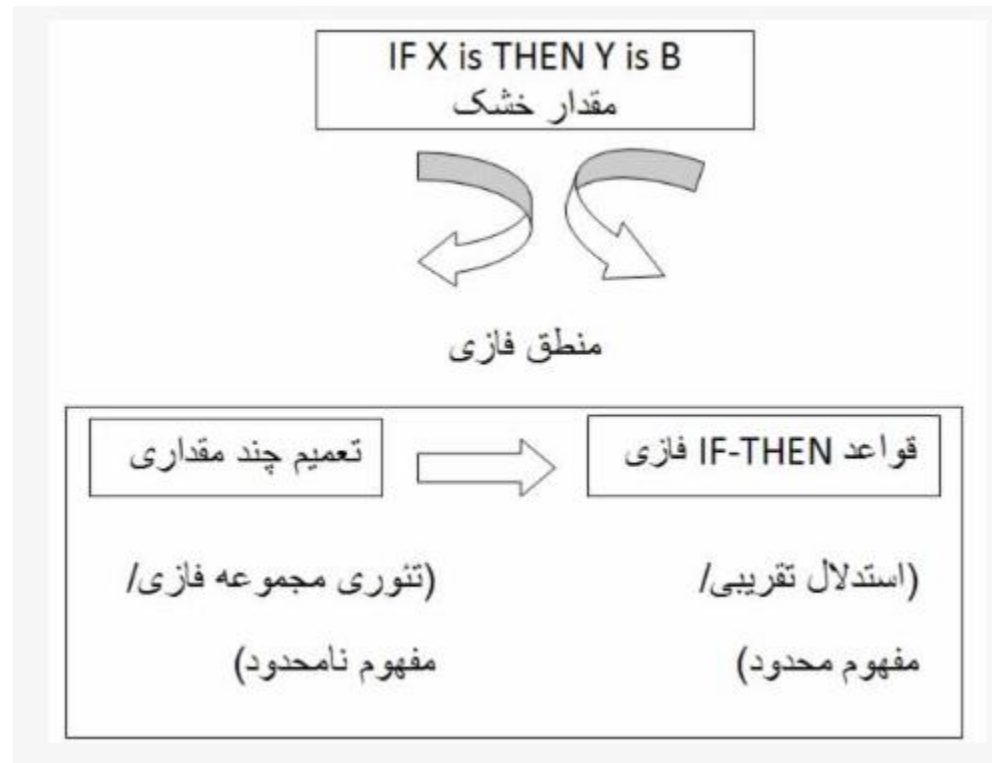
اگر (متغیر) (حالت) است، آنگاه (عملکرد). برای مثال ، یک دستگاه تنظیم کننده درجه حرارت را در نظر بگیرید که قانون منطق فازی را می توان اینگونه برایش تعریف کرد:

● اگر (درجه حرارت) (بسیار سرد) است، آنگاه (فن را متوقف کن

● اگر درجه حرارت سرد است، آنگاه سرعت فن را کم کن.

● اگر درجه حرارت متعادل است، آنگاه همین سرعت فن را حفظ کن.

به طور کلی روش کار منطق فازی را می توان به شکل زیر نشان داد:



کاربرد هوش مصنوعی

هدف هوش مصنوعی، نزدیک نمودن رفتار و پاسخ یک سیستم کامپیوتری به الگوهایی است که انسان بر اساس آن ها رفتار می کند و پاسخ می دهد. در حقیقت گاه سیستم های طراحی می شوند که قدرت تجزیه و تحلیل آنها از انسان بیشتر است، ولی همچنان از الگوی ما استفاده می کنند. بر همین مبنا، هوش مصنوعی، با سیستم فازی یا سیستمی که انسان بر طبق آن تصمیم می گیرد، رابطه تنگاتنگی دارد.

قاعده Soft Computing

این قاعده کلیدی، عبارت است از بهره گیری از خطای مجاز به خاطر عدم دقت، نامعلومی، حقایق جزء به جزء برای دست یابی به قدرت و سهولت و یافتن راه حل با هزینه کم. البته ایده اساسی این قاعده، با بسیاری از توانایی های اولیه تئوری مجموعه های فازی، پیوند دارد.

همچنین هوش مصنوعی کلاسیک، بر روی دقت ارائه سیستم های مصنوعی متمرکز شده بود، اما با عملی کردن و رشد این سیستم ها، مشخص شد که نمی توان منطق محض را در کاربردها به کار بست.

در واقع بر همین مبناست که منطق فازی به خوبی نشان می دهد که چرا منطق دوارزشی <صفر و یک> در ریاضیات کلاسیک، قادر به تبیین و توصیف مفاهیم نادقیقی همچون <گرم و سرما> که مبنای بسیاری از تصمیم گیری های هوشمند را تشکیل می دهند، نیست.

این در حالیکه نحوه استنتاج سیستم های هوشمند با استفاده از منطق فازی، به سرعت باعث پیشرفت این علم شد و باعث شد تا هوش مصنوعی، حقیقتاً در جهشی فوق العاده، به هوش انسانی نزدیک تر گردد.

زمینه های کاربرد منطق فازی در هوش مصنوعی

● هوش مصنوعی رویداد گرا: در این نوع، سیستم بر اساس هر رویدادی که انجام می شود، یک واکنش هوشمندانه انجام می دهد. در این حالت با استفاده از قواعد IF/THEN فازی، می توان برای حالات و رویدادهای جزء شده و طبقه بندی شده، عکس العمل مناسبی تعیین کرد.

● هوش مصنوعی هدف گرا: این نوع هوش مصنوعی، هدف با ارزش بیشتر را بر می گزیند و آن را با تقسیم به زیرهدفهای کوچکتر، پردازش می کند. در این نوع هوش نیز با کمک منطق فازی می توان با توجه به درجه عضویت، هدف مورد نظر را انتخاب کرد.

نمونه هایی از کاربرد عملی منطق فازی در هوش مصنوعی

جهت ملموس شدن بحث منطق فازی، در این بخش به تعدادی از ادوات و ماشین هایی که بر اساس منطق فازی طراحی و به بازار عرضه شده اند اشاره می شود. ناگفته نماند در حال حاضر در بازار، نمونه هایی از این دستگاه ها، از نوع فاقد منطق فازی وجود دارد که به آنها صفت انواع عادی را اطلاق می کنیم، ضمن اینکه در اینجا قطعاً بحث بر سر نمونه های دارای منطق فازی و نحوه عملکرد این ماشین ها در طیف و محدوده این منطق می باشد.

● ماشین لباسشویی که استراتژی شستشو را براساس تشخیص میزان چرک، نوع پارچه، اندازه

بارگیری، و میزان آب تنظیم می کند.

● دستگاه های تهویه مطبوع

● سیستم تشخیص گلف که چوب گلف را براساس فیزیک بدنی و ضربات گلف باز انتخاب می کند.

● شبکه عصبی برای تنظیم علایق و چشایی کاربران.

● سیستم کنترل کامپیوتر از طریق مغز

● هوش مصنوعی بازی های تصویری و جلوه های ویژه سینمایی

● قطارهای هوشمند

● ربات های هوشمند از جمله ربات ظرف شو

نتیجه

در یک کلام، منطق فازی معتقد است که ابهام همیشه و همواره در جوهره و ماهیت علم بوده و می توان از آن بهره جست. برخلاف آنچه اکثراً معتقدند که باید تقریب ها را دقیق تر کرد تا در نتیجه آن بهره وری افزایش یابد. ضمن اینکه در منطق فازی باید به دنبال ساختن ماشین آلات و مدل هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم، هضم نموده و مدل کند. زیرا تنها در این صورت است که می توان در سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی، رفتار و عکس العمل این گونه سیستم ها را به رفتار انسانی نزدیک نموده و به نتیجه دلخواه دست یافت. بر همین اساس کاربرد منطق فازی در حل مسائل هوش مصنوعی، بیش از پیش در حال گسترش است. البته باید توجه داشت که مسائل بسیاری وجود دارند که حل آنها جز با انجام محاسبات دقیق ریاضی و پردازش حجم زیادی از داده ها ممکن نیست. در نتیجه چنین به نظر می رسد که تلفیق منطق "دو ارزشی و منطق فازی" بتواند توان عملیاتی کامپیوترها و بسیاری از تجهیزات و ادوات مورد استفاده بشر را، به میزان چشمگیری افزایش دهد و سهم مهمی در پیشرفت هوش مصنوعی تا حد نزدیک به هوش انسان، داشته باشد.