

فصل 1

قطعیت، ابهام و فازی

14 تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن

در اولین فصل این کتاب به بیان توضیحی مختصر در مورد مفاهیم قطعیت^۱، ابهام^۲ و فازی^۳ خواهیم پرداخت.

در زندگی روزمره، وقایع و حوادث را توسط گزاره‌هایی مثل "امروز هوا ابری است"، "فردا به مسافرت خواهیم رفت"، "احتمالاً امشب باران می‌آید" و ... بیان کرده، با استفاده از این گزاره‌ها در معادلات منطقی "اگر - آنگاه"^۴ برای کارهای روزمره تصمیم‌گیری می‌کنیم. در منطق صریح و قطعی ارزش هر گزاره می‌تواند درست یا نادرست باشد که کامپیوتر آن را با صفر و یک نمایش می‌دهد. به عنوان مثال اگر گزاره "چراغ شماره دو روشن است" یک گزاره درست باشد آنگاه ارزش آن برابر با یک بوده و در این صورت، گزاره "چراغ شماره دو روشن نیست" گزاره‌ای نادرست با ارزش صفر خواهد بود.

در رابطه با منطق گزاره‌ها، نظریه مجموعه‌ها نیز مطرح می‌شود که در آن، هر مجموعه به‌طور کامل با اعضایش شناخته خواهد شد. یعنی هر مجموعه هنگامی به‌طور کامل معرفی می‌شود که بتوان هر عنصر را به‌طور قطعی یا عضوی متعلق به آن مجموعه دانست یا خارج از آن مجموعه معرفی کرد.

هر مجموعه یک صفت مشخص‌کننده مربوط به خود را داراست. معیار عضویت عناصر در یک مجموعه، صفت مشخص‌کننده آن مجموعه است. هر عنصر اگر دارای آن صفت باشد عضو مجموعه بوده، در غیر این صورت خارج از مجموعه شناخته می‌شود. این معیار عضویت را تابع عضویت نیز می‌نامیم که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\mu_X = \begin{cases} 0 & x \in A \\ 1 & x \notin A \end{cases}$$

به عنوان مثال فرض کنید چهار چراغ داریم که سه چراغ اول روشن بوده و چهارمی خاموش است. اگر مجموعه مفروض ما "چراغهای روشن" باشد خواهیم داشت:

$$\mu_{(1)} = 1, \quad \mu_{(2)} = 1, \quad \mu_{(3)} = 1, \quad \mu_{(4)} = 0$$

¹ Certainty

² Vagueness

³ Fuzziness

⁴ IF-THEN

قطعیت، ابهام و فازی 15

حال اگر روزهای هفته گذشته را در نظر بگیریم و مجموعه مفروض را روزهای ابری قرار دهیم، آیا می‌توان مقدار $\mu_{\text{ابر}}$ را مشخص نمود؟ مقدار آن صفر است یا یک؟! اگر آسمان در روز شنبه کاملاً پوشیده از ابر باشد، $\mu_{\text{ابر}}$ مقدار یک را خواهد داشت و اگر کاملاً صاف باشد مقدار آن صفر خواهد بود. ولی اگر در روز شنبه ابرها نصف آسمان را فرا گرفته باشند خواهیم گفت آسمان 50٪ ابری است. این ارزش‌گذاری غیرصریح و فازی است یعنی ما به $\mu_{\text{ابر}}$ مقدار 50٪ را نسبت می‌دهیم.

ممکن است این تصور پیش بیاید که این همان علم احتمالات است که به جای منطق قطعی درست یا نادرست که در کامپیوتر به شکل صفر و یک نمایش داده می‌شود، مورد استفاده قرار گرفته است. باید توجه داشت که علم احتمالات براساس آنالیزهای آماری شکل می‌گیرد که میزان احتمال یک رویداد را با شمارش دقیق موارد اتفاق افتاده در گذشته محاسبه می‌کند. اما در این مورد، اقدامی برای شمارش تعداد ابرهای آسمان یا اندازه‌گیری دقیق سطح پوشیده شده از ابر، صورت نگرفت و تنها با یک نگاه ساده به آسمان یا سنجش روشنایی داخل اتاق، نسبت 50٪ برای ابری بودن آسمان در نظر گرفته شد. عدد 50٪ بیانگر *احتمال* میزان ابری بودن آسمان نیست بلکه *مکان* میزان ابری بودن آسمان است که بدون آنالیزهای آماری و صرفاً براساس آنالیزهای انجام شده در مغز انسان، حاصل شده است.

با دقت در زندگی روزمره و گزاره‌هایی که روزانه در گفتار خود بیان می‌کنیم خواهیم دید که طریقه ارزش‌گذاری گزاره‌ها در مغز انسان فازی بوده، اکثر جملاتی را که در زبان گفتاری به کار می‌بریم، ذاتاً مبهم می‌باشند.

به عنوان مثال با دوستان رأس ساعت چهار بعدازظهر روز پنجشنبه قرار ملاقات می‌گذاریم. واضح است هیچ‌یک از ما دو نفر دقیقاً رأس ساعت چهار بعدازظهر در محل ملاقات حاضر نخواهیم شد. ممکن است حتی برای یک ثانیه دیرتر یا زودتر در محل حاضر شویم که این مقدار تاخیر یا تعجیل احتمالاً تا چند دقیقه هم افزایش می‌یابد، ولی این اختلاف قطعاً به ساعت یا روز نمی‌رسد. مثلاً این طور نخواهد بود که در روز چهارشنبه یا جمعه در محل ملاقات حاضر شویم.

16 تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن

این میزان اختلاف، اندازه فازی بودن فکر و زبان ما را مشخص می‌کند. ابهام و عدم دقت در کلام و تفکر ما همچنان باقی است و مسلماً کسی که در ساعت چهار و یک دقیقه در محل ملاقات حاضر شده باشد را بدقول ندانسته، ارزش منطقی صفر را برای او در نظر نمی‌گیریم. منطق فازی به ما اجازه می‌دهد برای شبیه‌سازی و به دست آوردن مدل ریاضی برای منطق زبانی موجود، به تابع عضویت μ مقداری بین صفر و یک را نسبت داده، ابهام را جایگزین قطعیت نماییم. منطق صریح مفهومی معادل با "Yes or No" را به ذهن تداعی می‌کند درحالی‌که منطق فازی مفهومی معادل با "More or Less" دارد.

در بخشهای بعد در مورد مدل ریاضی منطق فازی و کاربردهای آن در علوم فنی و مهندسی بحثهای مفصلی ارائه می‌شود که موجب آشنایی بیشتر خواننده با این منطق خواهد شد.