



۵-۱ تاریخچه مختصری از تئوری فازی

۱.۵.۱ دهه ۱۹۶۰ آغاز تئوری فازی:

تئوری فازی بوسیله پروفیسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ در مقاله ای به نام «مجموعه های فازی» معرفی گردید. قبل از کار بر روی تئوری فازی لطفی زاده یک شخص برجسته در تئوری کنترل بود. او مفهوم «حالت» که اساس تئوری کنترل مدرن را شکل می دهد توسعه داد. در اوائل دهه ۶۰ او فکر کرد که تئوری کلاسیک بیش از حد بر روی دقت تأکید داشته و از این رو با سیستمهای پیچیده نمی تواند کار کند. سال ۱۹۶۲ چیزی را بدین مضمون برای سیستم های بیولوژیک نوشت: ما اساساً به نوع جدیدی ریاضیات نیازمندیم، ریاضیات مقادیر مبهم یا فازی که توسط توزیع های احتمالات قابل توصیف نیستند. پس از آن وی ایده اش را در مقاله «مجموعه های فازی» تجسم بخشید. با پیدایش تئوری فازی، بحث و جدل ها پیرامون آن نیز آغاز گردید. بعضی ها آنرا تأیید کرده و کار روی این زمینه جدید را شروع کردند و برخی دیگر نیز این ایراد را وارد می کردند که این ایده برخلاف اصول علمی موجود می باشد. با این حال بزرگترین چالش از ناحیه ریاضیدانانی بود که معتقد بودند تئوری احتمالات برای حل مسائلی که تئوری فازی ادعای حل بهتر آنرا دارد، کفایت می کند. بدلیل اینکه کاربردهای علمی تئوری فازی در ابتدای پیدایش آن مشخص نبود، تفهیم آن از جهت فلسفی کار مشکلی بود و تقریباً هیچیک از مراکز تحقیقاتی تئوری فازی را بعنوان یک زمینه تحقیق جدی نگرفتند.

با وجودی که تئوری فازی جایگاه واقعی خود را پیدا نکرد، با این حال هنوز محققینی بودند که در گوشه و کنار دنیا، خود را وقف این زمینه جدید نمودند و در اواخر دهه ۱۹۶۰ روشهای جدید فازی نظیر الگوریتم های فازی تصمیم گیری های فازی و ... مطرح گردید.

۱.۵.۲ دهه ۱۹۷۰: تئوری فازی رشد پیدا کرد و کاربردهای عملی ظاهر گردید:

اگر بگوییم پذیرفته شدن تئوری فازی بعنوان یک زمینه مستقل بواسطه کارهای برجسته پروفیسور لطفی زاده بوده سخن به گزاف نگفته ایم، بسیاری از مفاهیم بنیادی تئوری فازی بوسیله زاده در اواخر دهه ۶۰ و اوائل دهه ۷۰ مطرح گردید. پس از معرفی مجموعه ای فازی در سال ۱۹۶۵ او مفاهیم الگوریتم های فازی در سال ۱۹۶۸، تصمیم گیری فازی در سال ۱۹۷۰ و ترتیب فازی را در سال ۱۹۷۱ مطرح نمود. در سال ۱۹۷۳ او مقاله دیگری را منتشر کرد به نام: «طرح یک راه حل جدید برای تجزیه تحلیل سیستمهای پیچیده و فرآیندهای تصمیم گیری». این مقاله اساسی کنترل فازی را بنا کرد. او در این مقاله مفهوم متغیرهای زبانی و استفاده از قواعد اگر - آنگاه را برای فرموله کردن دانش بشری معرفی نمود. رخداد بزرگ در دهه ۱۹۷۰ تولد کنترل کننده های فازی برای سیستم های واقعی بود. در سال ۱۹۷۵، ممدانی^۱ و آسیلیان^۲ چهارچوب اولیه

^۱ - mamdani

^۲ - Assilian



ای را برای کنترل کننده فازی مشخص کردند (اساساً همان سیستم های فازی در شکل ۱.۵) و کنترل کننده فازی را به یک موتور بخار اعمال نمودند .

نتایج در مقاله ای تحت عنوان « آزمایشی در سنتز زبانی با استفاده از یک کنترل کننده فازی » منتشر گردید . آنها دریافتند که ساخت کنترل کننده فازی بسیار ساده بود و بخوبی نیز کار می کند . در سال ۱۹۷۸ هولمبلاد^۳ و اوسترگارد^۴ اولین کنترل کننده فازی را برای کنترل یک فرآیند صنعتی کامل بکار بردند کنترل فازی کوره سیمان .

در مجموع پایه گذاری تئوری فازی در دهه ۱۹۷۰ صورت گرفت . با معرفی مفاهیم جدید ، تصویر تئوری فازی بعنوان یک زمینه جدید ، هر چه بیشتر شفاف گردید. کاربردهای اولیه ای نظیر کنترل موتور بخار و کنترل کوره سیمان نیز تئوری فازی را بعنوان یک زمینه جدید مطرح کرد . معمولاً زمینه های تحقیق دید باید بوسیله مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها حمایت گردد . این امر متأسفانه در مورد تئوری فازی اتفاق نیفتاد. ضمن اینکه بسیاری از محققین ، زمینه کاری خود را بدلیل عدم پیشستیانی تغییر دادند . این مطالب بویژه در ایالات متحده واقعیت داشت .

۱.۵.۳ دهه ۱۹۸۰: کاربردهای بزرگ:

در اوائل دهه ۱۹۸۰ این زمینه از نقطه نظر تئوریک پیشرفت کندی داشت . در این مدت راه حلها و مفاهیم جدید اندکی معرفی گردید ، چرا که هنوز افراد کمی داشتند روی آن کار می کردند . در واقع کاربردهای کنترل فازی بود که هنوز تئوری فازی را سرپا نگاه داشته بود .

مهندسان ژاپنی (با حساسیت که نسبت به فن آوری های جدید دارند) به سرعت دریافتند که کنترل کننده های فازی بسهولت قابل طراحی بوده و در مورد بسیاری مسائل می توان از آنها استفاده کرد . بدلیل اینکه کنترل فازی به یک مدل ریاضی نیاز ندارد . آنرا میتوان در مورد خیلی از سیستم هایی که بوسیله تئوری کنترل متعارف قابل پیاده سازی نیستند بکار برد . در سال ۱۹۸۰ سوگنو شروع به ساخت اولین کاربرد ژاپنی فازی نمود ، کنترل سیستم تصفیه آب فوجی . در سال ۱۹۸۳ او مشغول کار بر روی یک ربات فازی شد . ماشینی که از راه دور کنترل شده و خودش به تنهایی عمل پارک را انجام می داد . در این سالها یاشونوبو^۵ و میاموتو^۶ از شرکت هیتاچی به کار روی سیستم کنترل قطار زیر زمینی سندایی را آغاز کردند . بالاخره در سال ۱۹۸۷ پروژه به ثمر نشست و یکی از پیشرفته ترین سیستم های قطار زیر زمینی را در جهان به وجود آورد . در جولای ۱۹۸۷ دومین کنفرانس سیستم های فازی در توکیو برگزار گردید . این کنفرانس هیروتا^۷ یک روبات

³ - Holmblad

⁴ - Ostergaard

⁵ - Yasunobu

⁶ - Miyamoto

⁷ - Hirota



فازی را به نمایش گذارد که پینگ پنگ فازی می کرد، یاماگوا^۸ نیز سیستم فازی ای را نشان داد که یک پاندول معکوس را در حالت تعادل قرار می داد. قبل از این رویدادها، تئوری فازی چندان را در ژاپن شناخته شده نبود ولی پس از آن موج از توجه مهندسان، دولتمردان و تجار را فرا گرفت به نحوی که در اوائل دهه ۹۰ تعداد زیادی از لوازم و وسائلی که بر اساس تئوری فازی کار می کردند در فروشگاهها به چشم می خورد.

۱.۵.۴ دهه ۱۹۹۰: چالشها کماکان باقی است:

موفقیت سیستم های فازی در ژاپن تعجب محققان را در آمریکا و اروپا برانگیخت. عده ای هنوز به آن خرده می گرفتند ولی عده ای دیگر از عقیده خود دست برداشته و بعنوان موضوع جدی در دستور کار خود قرار دادند. در فوریه ۱۹۹۲ اولین کنفرانس بین المللی IEEE در زمینه سیستمهای فازی در سان دیگو برگزار گردید. این یک اقدام سمبلیک در مورد پذیرفتن سیستمهای فازی بوسیله بزرگترین سازمان مهندسی یعنی IEEE بود. در سال ۱۹۹۳ بخش سیستمهای فازی IEEE گشایش یافت. از نقطه نظر تئوری سیستم های فازی و کنترل در اواخر دهه ۸۰ و اوائل دهه ۹۰ رشد چشمگیری پیدا کرد و پیشرفتهایی در زمینه برخی مشکلات اساسی سیستم های فازی صورت گرفت. بعنوان مثال تکنیکهای شبکه عصبی برای تعیین و تنظیم توابع تعلق استفاده شدند. با وجودی که تصویر سیستم های فازی شفافتر شده، با این حال کارهای زیادی هنوز باید انجام شود و بسیاری از راه حلها و روشها در ابتدای راه قرار دارد. ما اعتقاد داریم که تنها سرمایه گذاری مراکز تحقیقاتی معتبر بر روی افراد مستعد و خلاق می تواند باعث پیشرفتهای عمده در زمینه تئوری فازی شود.

در نمای نزدیک چیزها فازی هستند. مرزها غیر دقیق بوده و چیزها در کنار ناچیزها با هم هستند. ممکن است به احتمال ۹۰٪ اتومبیلتان را در محل سی و چهارم و به احتمال ۱۰٪ در محل سمت راست آن یعنی محل سی و پنجم پارک کنید. آنگاه عبارت در محل سی و چهارم پارک کردم به تمامی درست نیست و عبارت در محل سی و چهارم پارک نکردم. نیز به تمامی نادرست نیست تا درجه بالایی شما در محل سی و چهارم پارک کرده اید و تا درجه کمتری در آن محل پارک نکرده اید. تا درجه ای شما در کل محلها پارک کرده اید. اما اغلب آن درجات صفر بوده اند. این ادعا فازی و در عین حال دقیقتر است. این واقعیت که شما در محل سی و چهارم پارک کرده اید به صورت فازی بهتر بیان می شود.

زمانی که در یک کلاس فلسفه مثال فازی دیگری یافتیم. استاد سؤالی پرسید. سؤالی را به یاد نمی آورم اما این پیشنهاد را به یاد می آورم که گفت شما یا جواب را می دانید یا نمی دانید. اگر آن را می دانید دستتان را بلند کنید و در زمان مناسب جواب درست را بگویید. کودکان در دوران آمادگی پیش دبستانی یا کودکان برای اولین بار با این فیلتر دو مقداری برخورد می کنند. می دانید یا نه؟ اگر می دانید دستتان را بالا ببرید و اگر نمی دانید نبرید. جوابتان را، چه درست و چه غلط بگویید. اگر درست است ادامه دهید و اگر نادرست است خفه شوید. احساس کردم جوابی ناکامل برای سؤال دارم.



تمام جواب را به طور کامل نمی دانستیم و نسبت به آن کاملاً بیگانه هم نبودم و با احتمال می توانستم تصمیم بگیرم که کدام را برگزینم . درست در همان زمان در حال مطالعه منطق چند مقداری یا فازی بودم و در نتیجه فکر کردم که اگر فقط تا قسمتی دستم را بالا ببرم می تواند نشانگر درجه اطلاع من از پاسخ صحیح باشد . نوآوری من شکست خورد و استاد مرا خواند تا با جواب کامل را بگویم یا هیچ .

از آن زمان از این ترفند برای نمایش یک مجموعه فازی واقعی استفاده کرده ام . چه تعداد از شما مذکر هستید ؟ دستهایتان را بلند کنید . دستهای مذکر بالا می روند و دستهای مؤنث پایین می مانند . این یک مجموعه به دست می دهد که فازی نیست . منطق A یا غیر A ی ارسطو همچنان پابرجاست . چه تعداد از شما مؤنث هستید ؟ دستهایتان را بلند کنید . وارون حالت قبل اتفاق می افتد و مخاطبان به دو دسته سیاه و سفید ، مذکر و مؤنث ، و غیر مذکر یا مؤنث و غیر مؤنث تقسیم می شوند .

آنگاه سؤال سختتری پیش می آید : چه تعداد از شما از شغل خود راضی هستید؟ دستها بالا و پایین می روند و پس از چندی به سکون می رسند ، اما اغلب دستها خمیده می مانند . معدودی از افراد با اطمینان دست خود را راست بالا نگه می داند یا آن را اصلاً بالا نمی آورند . بیشتر افراد بین این دو حلت قرار می گیرند . آنها معرف یک مجموعه فازی هستند مجموعه افرادی که از مشاغل خود راضی هستند ، شاغلان خوشحال . حالا دستهایتان را پایین بیاورید . چه تعداد از شما از مشاغل خود راضی نیستید ؟ بسیاری از همان دستها دوباره بالا رفته ، تزلزل یافته ، پایین و بالا رفته و در حالت خمیده به سکون می رسند . این مجموعه فازی دیگری است که معرف شاغلان ناراضی است . مجموعه مخالف یا نفی مجموعه فازی اول A و غیر A حالا تا درجه ای قانون بودا برقرار است . منطق فازی عبارت است از استدلال با مجموعه های فازی مجموعه های شغلی با مجموعه های مذکر مؤنث تفاوت دارند . مجموعه مذکرها با مجموعه مؤنثها اشتراک و تداخلی ندارند . هیچکس نمی تواند هم مذکر باشد و هم مؤنث (در اغلب مخاطبان) هرکس یا مذکر است یا مؤنث A : یا غیر A . مثال مخاطبان نشان دهنده ی جوهر فازی شدگی است : چیزهای فازی شبیه غیر چیزهای فازی شبیه غیر چیزهای فازی هستند A : شبیه غیر A است . چیزهای فازی مرزهای درهم و نامشخصی با متضاد خود دارند با غیر چیزها . هر چه یک چیز بیشتر شبیه متضاد خودش است: لیوان آب نیمه پر و نیمه خالی، دروغگویی کرتی که می گوید همه کرتیها دروغ می گویند ، که هم دروغ می گوید و هم دروغ نمی گوید مشتری که به همان اندازه که راضی شده است راضی نشده است . در اینجا یین مساوی یانگ شده یا به عبارت دیگر معادل می شود به همان صورتی که در سمبل قدیمی تائوئیستها آمده است .





سمبل یین - یانگ در حقیقت سمبل فازی نیز هست. این سمبل معرف جهانی از متضادها است جهانی است که اغلب آن را با عرفان شرقی همراه می دانیم. این سمبل یین - یانگ زینت بخش پرچم کره ی جنوبی نیز هست. در کالیفرنیا ی جنوبی این سمبل را به عنوان نشان کلوپ موج سواری انتخاب کرده اند.

بیشتر سالهای جوانی خود را با تصویری آشکار از جهانی که علم آن را سفید و سیاه کرده بود، جنگیدم. دانشمندان همه خاکستریها را به سفیدها و سیاه ها گرد می کنند و پس از آن گرد کردنها را فراموش می کنند و فقط جهانی از سفیدها و سیاهها را می بینند. جهانی که دقیقاً به دو بخش تقسیم شده جهان بسیار ساده تری خواهد بود و این در صورتی است که بتوان قاعده «A یا غیر A» را همواره برقرار کرد. دانشمندان و فیلسوفان مدرن به جای آنکه همه جا به دنبال کسری از حقیقت یا درستی بین دو حالت جدی باشند در کنار هر جمله از این کتاب یک صفر یا یک، درست یا نادرست قرار داده اند. مردان و زنان اهل علم ملتسمانه به دنبال نظریه دو مقداری بوده اند. سپس مبنا را از همان ابتدا بر ارزش گذاری دو مقداری گذاشته، از نردبان دو مقداریها بالا رفته اند و فراموش هم کرده اند که بر آن ایستاده اند. این شیوه ی عملکرد شبیه اندیشه های علمی نیست. آنها پذیرش فرضیه دو مقداری را همچون شرط قبولی در امتحان ورودی می دانند و کسانی را که این شرط را نپذیرند مردود می شمارند و با تمام خشم ستیزه جویانه یی که علم مدرن می تواند از خود نشان دهد تحریم و طرد می کنند و عباراتی از این قبیل را به کار می برند: استدلالی ضعیف و بی پایه، اندازه گیری غیر علمی، بینش تربیت نشده، طراحی ضعیف و تجربی، غیر قابل انعطاف با رایانه، عوامانه، روانشناسی عامیانه، عدم آشنایی کافی با ریاضیات.

ایمانم به مبانی علم را از دست دادم و خود را متمایل به نوعی افکار مخالف یافتم. امتحانات ورودی دو ارزشها را گذرانده بودم اما در قلب و مغزم آنها را رد می کردم.

یاد گرفته بودم چگونه قوانین علمی را به کار ببرم اما اعتقادی به درستی آنها نداشتم. یاد گرفتم که چگونه با احتمالات کار کنم، اما به آن اعتقادی نداشتم. بخش اعظم جهان سیاه و سفید علم برایم نامستدل جلوه می کرد، درست مانند هنگامی که دادستان یا قاضی بخواهد بر اساس قوانین مکتوب عمل کند و با روح قانون کاری نداشته باشد.

در نتیجه اگر در پیاده رو آب دهان بیندازیم یا هزینه های غذای غیر اداری را در فرم مالیاتی خود وارد کنید، یا مجله ای اشتباهی را سفارش دهید. سر و کارتان با زندان خواهد بود. زبان، به ویژه زبان ریاضی علم، مرزهایی مصنوعی بین سیاه و سفید ایجاد می کند. استدلال یا احساس انسان آنها را هموار می سازد.

استدلال با طیف های خاکستری کار می کند. به دنبال جایگزینی می گشتم که بتواند با علم دو ارزشی با زبان خودش در افتد. اگر علم به ریاضیات تکیه می کند، پس جایگزین آن نیز باید چنان کند. نقادی بدون داشتن جایگزین کار امکان پذیری نیست. منطق فازی آن جایگزین را فراهم آورد روح ریاضی حاکم بر منطق فازی همانند حساب احتمالات است، در



منطق فازی هم نظیر احتمالات با درصدهای بین صفر و صد کار می شود. اما در منطق فازی رخدادها به صورتی درجه بندی شده توصیف و تشریح می شوند برخلاف رخدادهای اتفاقی که یا تماماً واقع شده یا اساساً واقع نمی شوند.

اگر بگویید احتمال آنکه سیبی در یخچال باشد ۵۰٪ است، تصویری از جهان داریم که با تصویر حالتی که بگوییم نصف سیب در یخچال است متفاوت است: همان عدد اما جهان هایی متفاوت. نظریات فازی را از مجراهای علمی و آکادمیک پیش بردم. مقالاتی پیرامون نظریه فازی خواندم و نوشتم. راجع به آن سخنرانی کردم و درس دادم و دوره های درسی و سمینارهایی در رابطه با آن در قالب فیلمهای ویدیویی انتشار دادم. آن را در دوره های درسی احتمالات که در USC تدریس می کردم وارد کردم. برای سازماندهی کنفرانسهایی پیرامون آن در ایالات متحده و ژاپن همکاری کردم و کتابی درسی در مورد آن نوشتم. می خواستم و می بایست بدانم که حالت فازی وجود دارد یا خیر.

شبهه عالمی دینی بودم که می بایست بدانم خدا وجود دارد یا خیر. اگر چنان می شد در مذهب فازی کشیش می شدم. اگر نه، در رأس مخالفان قرار می گرفتم. به دنبال حالت فازی گشتم و آن را در خانواده ای از قضایای جدید ریاضی یافتیم، قضایایی که همه در هندسه مکعب روبیک جای گرفته اند، البته راجع به این موضوع بحث خواهیم کرد. این ریاضیات به حدی ساده بود که نمی توانستم باور کنم کس دیگری آن را ندیده باشد. اما بزودی دریافتم چرا حتی نظریه پردازان اولیه فازی نیز این نوع ریاضیات را در نظر نگرفته یا در صورت آگاهی از وجودش، آن را به اشتباه ساده پنداشته بودند. این برداشت من حاوی نکاتی عجیب نظیر کلی که در جزء گنجانده شده بود. چیزهای بزرگ در درون چیزهای کوچکتر گنجانده می شوند. می توانستم بفهمم چرا دانشمندان غربی نمی خواستند فازی شدگی را در جهان بدوی مفاهیم مطلق سیاه و سفیدی که در طول قرنها ساخته اند، اجازه ی آزادی نشر بدهند. می توانستم ترس آنها را از تناقضها و واکنشهای دیوانه وارشان در مواجهه با «چیزها» و «نه چیزها» و «از مواجهه با A» و غیر «Aها» بفهمم.

پیش داوری فرهنگی و واکنشهای احساسی را که همه به زبان فنی و منشیهای علمی ملبس شده اند درک می کنم اما نمی توانم آنها را ببخشم. حالت فازی تناقض های کهنه تفکرات غربی را حل کرد و درهای جدیدی را در بیکرانه ریاضی گشود و ریاضیات سیاه و سفید را تا حد حالت خاصی از ریاضیات خاکستری تنزل داد.

از همه مهمتر آنکه حالت فازی، ماشین ها را هوشمند ساخت. حالت فازی هوشمندی ماشین در دهها نوع محصول، از جمله لوازم مصرفی الکترونیکی و در تولید و ساخت، را افزایش داد: دوربینها، دوربینهای ویدیویی کوچک، تلویزیونها، ماکروفرها، ماشین های لباسشویی، جاروهای برقی، خطوط انتقال، تجهیزات کنترل موتورها، تجهیزات کنترل مترو. اما حالت فازی هوشمندی ماشین ها را در سرزمینی که قانون «A» یا غیر «A» برقرار است. مانند ژاپن افزایش داد. جایی که در اوایل دهه ۱۹۹۰ منطق فازی در داخل کشور و در تلویزیون ها مطرح شد و حتی گویندگان اخبار و سیاستمداران نیز راجع به مفهوم فازی بحث می کردند. فکر کردم به یقین این پول است که با دانشمندان سخن می گوید زیرا که پول



محرك همه چیز در علم و مجامع آکادمیک است. اما دانشمندان و مهندسان غربی در قبال اخبار موفقیت‌های تجاری فازی در ژاپن فقط به متلک پرانی و بیاناتی نظیر « ما هم می توانستیم » اکتفا کردند. آنها بیشتر به نظریه فازی تحت این عنوان که کاربرد ندارد تاخته بود. حالا آنها به کاربردهای فازی می تازند زیرا در نظرشان این کاربردها فاقد پشتوانه نظری است .

زمانی که دانشمندان و مهندسان غربی منطق فازی را نادیده انگاشته یا به آن می تاختند رقبای شرقی آنها مشتاقانه به کارش بسته و در حوزه ی تجاری ماشینهای هوشمند ، که مدتها همه چشم انتظار آن بودن ، از آن استفاده کردند . من اغلب این موضوع را نزد خود ثابت شده می دانستم که هر چه موی دانشمندان غربی ، بخصوص ارشدها ، و از جمله استادان دوره ی مهندسی خود من در USE ، خاکستری تر است ، استدلال آنها بیشتر به سیاه و سفید متمایل است . اما در ژاپن عکسهای امضا شده ی خود را به بسیاری دادم و در کنفرانسها کرسی گرفتم و در مقابل دوربینهای تلویزیونی دست تکان دادم . زمانی که ما نظریه پردازان فازی اولین کنفرانس فازی آمریکا را در شهر استین تکزاس ، در ژوئن ۱۹۹۱ (در MCC یا شرکت تکنولوژی ریز الکترونیک – میکرو الکترونیک – و رایانه) برگزار کردیم . ژاپنی ها از مرز یک میلیارد دلار فروش سالانه محصولات فازی گذشته و در تدارک جهشی جدید در تداوم رهبری خود در عرضه تولید لوازم مصرفی الکترونیکی فنون مهندسی و ساخت و تولید با تکنولوژی بالا بودند . ترجیحات فرهنگی هزینه بردار هستند .

در اینجا به منظور سنجش ضریب هوشی برای درجه تردید نظریات فازی آزمایشی می آورم : آیا می توانید چگونگی کار کرد تراشه های فازی را توضیح دهید ؟ در جهان تکنولوژی ، این سؤال مردم را به دو گروه آنهایی که می دانند و آنهایی که نمی دانند تقسیم می کند . اطلاعات ، توجهی به مقام یا دارایی یا افتخارات ندارد . منطق به مردم کمک می کند تا آن اطلاعات را مدیریت کنند . منطق فازی به ماشین ها کمک می کند تا با اطلاعات کار کنند .

فکر نمی کنم هیچ مغزی بشری با منطق ارسطو یا با دقتی مشابه رایانه کار کند . مسأله پیچیده تر از اینهاست . زمان استدلال سمبلیک در برنامه های رایانه یی « هوش مصنوعی » به سر آمده است . ارتباط آنها با « هال » رایانه ی فیلم اودیسه فضایی ۲۰۰۱ (۱۹۶۸) قطع شده است . آرنولد شوارتزینگر در نقش « سایبرگ در فیلم ترمیناتور ۲ به ما می گوید که قادر است رفتارهای جدید را بیاموزد . او می گوید : « واحد پردازش مرکزی من پردازشگری است دارای شبکه عصبی ، یک رایانه آموزش پذیر است » . این بدان معنی نیست که اساساً برای ارسطو جایگاه مستقلی قائلیم . چنانکه خواهیم دید ، ارسطو در یک کادر بسته به انتها نمی رسد . بلکه در گوشه های یک مکعب منطق فازی یعنی در لحظات نادر سیاه و سفید در جهان خاکستری متوقف می شود . اگر استدلال ما منطقی است در بهترین حالتش فازی است . ما فقط یک قاعده ی تصمیم گیری داریم : اگر احساس کنم درست است ، انجامش خواهیم داد . منطقی رسمی که ابتدا در کلاس هندسه سال دهم فرا می گیریم چندان ارتباطی با آن ندارد . به همین دلیل هم آن را برای کلاس دهم گذاشته ایم . منطق فازی در جایی آغاز می شود که منطق غربی به انتها رسیده است .