



انجمن سیستم‌های هوشمند ایران

سیستم‌های هوشمند مصنوعی و طبیعی

(هوشمندی / سیبنتیک و مهندسی پزشکی)

نگارنده: پروفسور سید محمدرضا هاشمی گلپایگانی
استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر - عضو فرهنگستان علوم

یادواره جاویدنامان
پروفسور کارولوکس و
پروفسور کامبیز بدیع

آبان ماه ۱۴۰۳

دبیرخانه انجمن سیستم‌های هوشمند ایران

آدرس دبیرخانه: استان خراسان رضوی-شهر مشهد
میدان آزادی-پردیس دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده مهندسی-قطب رایانش نرم و پردازش
هوشمند اطلاعات

کد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۴۴

تلفن: ۰۵۱۳۸۸۰۶۰۲۷

نمابر: ۰۵۱۳۸۸۰۷۳۸۶

ایمیل: issai@um.ac.ir

سایت: <https://issai.ir/Home/Index>

به نام خداوند جان و خرد

کلیات: کلود شانون (Claude Shannon) نظریه اطلاعات، یا نظریه خبررسانی را با هدف بدست آوردن بهترین بازده ممکن از یک سیستم فیزیکی انتقال که شامل فرستنده-گیرنده می‌باشد پایه گذاری کرد. شانون در اجرای این هدف، اطلاعات را به مانند یک پدیده قابل اندازه‌گیری طوری فرض کرد که هزینه انتقال این اطلاعات در هر حال به حداقل ممکن کاهش یابد.

از نقطه نظر فنی و برحسب تعریف، اطلاعات مشخص کننده یک یا چندین حادثه در میان مجموعه‌ای از حوادث است. از دیدگاه علمی، اطلاعات به هر میزان که عدم قطعیت حادثه را کاهش داده و یا تعداد احتمالات ممکن برای حادثه را کمتر نماید، به همان میزان قابل توجه و قابل استفاده است. شانون در پی مطالعاتش موفق به تعریف کمیتی از اطلاعات شده و آن را لوگون (Logon) نامید.

هارتلی (Hartley) لوگون را توسط رابطه زیر قابل بیان و اندازه‌گیری نمود.

$$\text{Log}(N/n) = (\text{کمیتی از اطلاعات})$$

در این رابطه N تعداد حوادث ممکن و n حوادثی است که سنجش اطلاعات موجود در آن مد نظر است. این فرمول حداکثر اطلاعات مفید را اندازه‌گیری نموده ولی هیچ نشانه‌ای از کیفیت و ارزش واقعی اطلاعات را در اختیار نمی‌گذارد. لایپ نیتس (leiptnitz) نشان داد که هر پیغامی می‌تواند در یک سری سوال قابل جواب با بله یا نه خلاصه شود. متخصصان اطلاعات این واحد پایه را بیت (bit) نامیدند. یک بیت در ارتباط با لگاریتم پایه 2 عبارت از یک عنصر اطلاعاتی یا ذره‌ای از شناخت است. نظریه شانونی اطلاعات تنها شکل پیام را مورد نظر قرار می‌دهد و به محتوای آن که مربوط به حوزه معانی است، نمی‌پردازد.

کارایی یک پیام به تعادل بین اصالت پیام و حشو آن بستگی دارد و یا به عبارت دیگر یک پیام روشن و قابل فهم فقط توسط گیرنده‌هایی که دارای اطلاعات بیشتری بوده و یا برخوردار از انگیزه‌های زیاد هستند فهمیده می‌شوند. برعکس، یک پیام که دارای حشو زیاد است، اطلاعات کمتری دارد و سبب خستگی می‌شود.

اطلاعات شانونی تنها بخش کوچکی از کوه یخی اطلاعات است که ظاهر شده است. نظریه شانونی نمی‌تواند خود را تکمیل نموده و رشد دهد. مگر آن‌که در بطن نظریه پیچیده سازمانی ادغام و پیوند یابد. در واقع نظریه شانونی بایستی راهی را که از اطلاعات به سازمان منتهی می‌شود برگزیند تا قادر باشد به رشد و تکامل خود دست یافته و بخش‌های بزرگتر کوه یخی را ظاهر نماید. اطلاعات شانونی قابلیت خلاقیت و تکامل ندارد زیرا که محصول سیستم بسته و فاقد تعاملات با محیط خود است. آنچه شانون مطرح کرده است، موضوع اطلاع- پاسخ نیست بلکه بیشتر شباهت به اطلاعات پرسش دارد. به عبارت دیگر، در مقوله پنداره ریشه‌ای یعنی در زمینه زاینده‌گی منشاء تمام فراگردهای سازمانی زیستی است که کاملاً متفاوت است با پنداره فرعی که رسالت آن از مقولاتی چون: خوب شنیده شدن برنامه‌های رادیویی، واضح و شفاف دیدن تصاویری که به زحمت دیده می‌شود و مجلاتی که به زحمت خوانده می‌شود می‌باشد. سازمان موجود زنده بسیار پیچیده‌تر از آن است که مقیاس غیرپیچیده شانون بتواند با دقت و صحت و علاقه آن‌را مورد سنجش قرار دهد. شمارش بیت‌های الواح حضرت موسی، قانون مدنی، تفکر پاسکال نه دارای معنایی هست، نه اصالتی دارد و نه مقایسه‌پذیر است.

این مقدار اطلاعات و شمارش تعداد بیت‌ها نیست که مهم است، بلکه این سازمان اطلاعات است که اهمیت معنایی دارد. بایت نمی‌تواند درجه سازمان، درجه نگانترپی، درجه زنده‌بودن و درجه هوش را اندازه‌گیری کند. اطلاعات شانونی همیشه غیرمولد و نازا است و از فرستنده به گیرنده کاهش پیدا می‌کند. پیامی که گرفته می‌شود، هرگز

نمی‌تواند دارای همان تعداد اطلاعات پیام فرستنده باشد. بنابراین اطلاعات شانونی از اصل آنتروپی فزاینده که برای سیستم‌های بسته قابل قبول است پیروی می‌نماید و تنها به کمک حشو زواید (تکرارها) است که احتمالاً می‌توان اثر ناخواسته هیاهو را به تعویق انداخت.

اطلاعات شانونی به مجرد آن‌که وارد حوزه زاینده‌گی (سازمان فگانتروپیک) شود، دچار ابهام می‌گردد. ایده کد و برنامه برای نظریه حیات دو چوب زیربغل خوبی هستند، ولی نظریه اطلاعات بایستی یاد بگیرد که با پرسش درباره پنداره‌های زیستی روی پای خود راه برود. برنامه بدون برنامه‌نویس از کجا پدید می‌آید؟ این چه برنامه‌ای است که می‌تواند پاسخ‌های خود را در یک موقعیت واحد تغییر دهد؟ پس معلوم می‌شود، ورود اطلاعات به زندگی و حیات، بجای آن‌که بر مبنای تنها یکی از کاربردهای اطلاعات شانونی باشد، باید سرآغاز تلاشی برای بازیگری و کامل کردن نظریه اطلاعات موجود شود.

از این منظرگاه اطلاعات شانونی کودن است و معنا و سودمندی و حقیقت اطلاعات را نمی‌بیند و تنها می‌تواند به منزله کمیت‌های بزرگ اطلاعات مرکب از حروف و کلمه که بصورت نامتجانس ولی بسیارمحتمل گرد آمده‌اند، آن‌ها را تلقی و درک نماید. نظریه شانونی جنبه اقتصادی دارد و به چیزی جز هزینه اطلاعات علاقه ندارد. سیرننتیک که نوربرت وینر (Norbert Wiener) در سال 1948 در کتاب خود تحت عنوان "کنترل در حیوان و ماشین" به دنیا معرفی نمود، اطلاعات متولد شده بر مبنای نظریه شانونی را چنگ انداخته و درجهان ماشین‌ها ادغام می‌کند. بدین‌سان آقای وینر سیرننتیک را بر اساس پیوند فرمان به سیستم‌ها به طور قطعی و جدی با اطلاعات بنیاد نهاد. اطلاعات پردازش شده در رایانه‌ها به عامل ایجاد محدودیت و تقلیل درجه آزادی سیستم تبدیل شده و خود را بصورت برنامه و نرم افزار درآورد.

این جا اطلاعات شانونی است که برنامه‌ریزی می‌کند و بدین سبب خصلت نوینی پیدا می‌کند و آن این‌که از این پس اطلاعات دیگر تنها چیزی نیست که داد و ستد و تجارت را سازمان می‌دهد، بلکه خود به سازمان دهنده و تنظیم‌کننده تبدیل می‌شود. بر این مینا مجموعه اطلاعات برنامه انرژی را تحت کنترل و اسارت خود درآورده و انرژی را کنترل، توزیع و ذخیره نموده و بکار می‌گیرد. البته در جایی که مسئله ایجاد سازمان است، اطلاعات با اقتدار کامل می‌آید تا ماده و انرژی را چون برده در اختیار گرفته و پر می‌گشاید تا بر جهان حاکم شود. اطلاعات اگرچه از فیزیک منشأ می‌گیرد، اما نمی‌توان آنرا به مفاهیم بنیادی فیزیک یعنی جرم و انرژی کاهش داد. اطلاعات مثل ماده و انرژی مکان و حجمی ندارد؟ پس چیست؟ همانطور که وینر می‌گوید: اطلاعات نه جرم است و نه انرژی، بلکه اطلاعات اطلاعات است.

در واقع بهتر است بگوئیم بجای بنیادی تلقی نمودن اطلاعات، مفهوم سازمان مفهومی بنیادی است، که اطلاعات را قابل فهم می‌کند و آن را در قلب فیزیک قرار می‌دهد و استقلال نسبی آنرا می‌پذیرد. این‌که اطلاعات برخلاف جرم و انرژی دارای بعد نمی‌باشد (برخلاف بیت شانونی اطلاعات) برای آن است که سرشت آن رابطه‌ای است و خصلت رابطه‌ای، خصلت بنیادی سازمان است که آن هم فاقد بعد است.

در نگاه شانون حتی اطلاعات بدون توجه به موضوع مبنائی سازمان در نظر گرفته شده، لذا مسئله معنا نیز در اطلاعات نادیده انگاشته شده است. از منظر وینر و نظریه سایبرنتیک اطلاعات در سازمان نگانتروپیک آنچنان مشارکت دارد که قادر است با استفاده از حشو زواید در برابر افزایش آنتروپی مقاومت کرده و بویژه می‌تواند خود را به نگانتروپی تبدیل کند و این چیزی است که شانون از آن غفلت کرده است. به ندرت اتفاق می‌افتد که خطا و هیاو باعث افزایش پیچیدگی و استحکام سازمان گردد و این همان جهش زیست‌شناسی تکاملی است. واقعاً هیاو چگونه می‌تواند به جای آن که سازمان را از بین ببرد آن را رشد داده و به آن استحکام بخشد؟ این مسئله حیرت‌آوری

است که تنها با ورود هیاو در قلب زاینده‌گی اطلاعاتی که مستلزم پیچیده شدن نظریه و نوسازی ایده اطلاعاتی شانونی است، می‌توان تحلیل درستی از آن داشت.

سایبرنتیک و هوشمندی

پاسخ به این سوال لازم است تا به تفاوتی مهم و اساسی میان آن‌چه در کامپیوتر روی می‌دهد و آن‌چه در مغز انسان و یا بطور کلی ارگانیسم زنده روی می‌دهد اشاره کنیم و این تفاوت هوش نامیده می‌شود. اگر بخواهیم قدری تخصصی‌تر به تفاوت‌های میان سیستم هوشمند و سیستم‌های کلاسیک و تکنولوژیک اشاره کنیم باید بگوئیم که از دیگر تفاوت‌های مهم میان این دو نوع سیستم، نحوه ذخیره‌سازی یا بازمانائی اطلاعات و نیز نحوه بکارگیری اطلاعات در راستای تصمیم‌گیری خواهد بود. مبنای اطلاعات در یک سیستم کلاسیک پردازشگر اطلاعات، پایگاه اطلاعات ایستا است که در اصطلاح به آن پایگاه داده (Database) گفته می‌شود. در پایگاه داده‌ها هیچگونه اطلاعات قاعده‌مندی که بتوان بر اساس آن‌ها اطلاعات جدیدی را تولید نمود وجود ندارد. به این ترتیب برای حل یک مسئله پیچیده در یک سیستم کلاسیک نیاز به پایگاه وسیعی از داده‌ها خواهیم داشت. به عبارتی دیگر اصول سیستم‌های کلاسیک صرفاً بر مبنای تجربیات گذشته بنا شده است و لذا این‌گونه سیستم‌ها عمدتاً در برخورد با رویدادهای ناگهانی و اتفاقی پس از مدتی با مشکلات و خطاهای بزرگی روبرو می‌شوند.

اما آن‌چه در سیستم‌های هوشمند (نظیر انسان) به چشم می‌خورد تلفیقی از پایگاه داده‌ای ایستا (Static Database) و پایگاه داده‌ی پویا (Dynamic Database) است که به آن معرفت گفته می‌شود و به همراه فاکتوری به نام استنباط (Inference) که بجای شیوه‌ی محاسبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع باید گفت که معرفت شامل داده‌های ایستا به همراه قواعدی است که موجب تولید داده‌های جدید در فضای حل مسئله می‌شود.

در حالت کلی تفاوت‌های مهم میان سیستم‌های کلاسیک از یک سو و سیستم‌های هوشمند از سوی دیگر را می‌توان در جدول زیر مشاهده نمود.

جدول مقایسه سیستم‌های کلاسیک و هوشمند

سیستم کلاسیک	سیستم هوشمند
اطلاعات ایسنا	معرفت پویا
محاسبات کمی	استدلالات کیفی
شیوه محاسبه (از پیش تعیین شده)	استنباط
پارامترهای از پیش تعریف شده	قابلیت یادگیری پارامترها همراه با تصمیم‌گیری
فاقد قابلیت محاوره با انسان	عمدتاً مجهز به قابلیت محاوره با انسان

واژه ساینرنتیک در نهایت توسط ریاضیدانی به نام نوربرت وینر (Norbert Wiener) در کتابی با عنوان ساینرنتیک و کنترل در ارتباط بین حیوان و ماشین در سال 1948 مطرح و مورد توجه قرار گرفت. او در واقع این لغت را در عملیات کشتی‌های یونان باستان پیدا کرد. این کشتی‌ها در دریا با باد و باران و جزر و مد چیزهائی که به هیچ وجه قابل پیش‌بینی نبودند دسته پنجه نرم می‌کردند و با این همه اگر سکان‌دار چشمان خود را به چراغ دریائی دوردست می‌دوخت، می‌توانست جهت کشتی را مدام تنظیم و آن را به سمت چراغ هدایت کند.

در حقیقت سیستم ساینرنتیک مسائل مشترک و بی‌نظیری را مورد مطالعه قرار می‌دهد که طبق آن ساختار مستقل از نوع عناصری که سیستم را در برگرفته و آن را ساخته است مورد توجه و استفاده قرار می‌دهد. شاید یکی از بنیادی‌ترین وظیفه ساینرنتیک توصیف آن از غایت یا رفتار هدفمند که یکی از مشخصه‌های اصلی زندگی و تفکر است می‌باشد. این وظیفه در قالب عبارات کنترل و اطلاعات صورت می‌گیرد و

از مصادیق آن ربات‌های اتوماتیک و هوشمند، شبکه‌های عصبی، اتوماسیون سلولی، نظریه بازی‌ها و طبقه‌بندی‌کننده‌ها را می‌توان نام برد.

ساینرنتیک علمی است که قواعد مجرد سازمان را در سیستم‌های پیچیده مورد مطالعه قرار داده و اهمیت زیادی به این که سیستم از چه عناصری تشکیل شده است نمی‌دهد، بلکه به عملکرد و روابط اجزاء توجه کرده و بر نحوه استفاده از اطلاعات، مدل‌ها و فعالیت‌های کنترل جهت نیل به هدف و حفظ موجودیت سیستم در روبرو شدن با اغتشاشات گوناگون درونی و بیرونی تمرکز می‌نماید. طبقه‌بندی و مطالعه مسائل خلاق برای تقسیم کارکردهای میان انسان و کامپیوتر به نحوه بهینه نه تنها وظیفه ساینرنتیک است، بلکه همه علوم می‌که با فعالیت خلاق انسان سروکار دارد در این مورد مسئولند.

آقای دکتر لوکس که در کارهای علمی اعم از تدریس و تحقیق نظریه ساینرنتیک درجه اول را دنبال می‌نمود مدیریت پژوهشکده سیستم‌های هوشمند را در وابستگی به مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات به عهده گرفت که طبق اساسنامه آن پژوهشکده اساس فعالیت اش بر مبنای موارد زیر تعریف شد:

* سیستم‌های هوشمند و علوم‌شناختی

* سیستم‌های معرفتی و معنائی

* تکنولوژی اطلاعات و اتوماسیون

* ساینرنتیک و سیستم‌های رابط انسان-ماشین

* شبکه‌های عصبی، سیستم‌های استدلالی-منطقی و حسابگرهای بیولوژیک

بر این مبنا ایشان پروژه‌هائی را خصوصاً در زمینه سیستم‌های انسان-ماشین تعریف و به کمک هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی-فازی) در مسیر اجراء قرار داد. در نشست پژوهشی تحت عنوان، ریاضیات هوشمند که با حضور دکتر بدیع و لوکس و تعدادی

دیگر از اساتید و دانشجویان در سال‌های ۷۸-۷۹ برگزار می‌شد، نمونه‌ای از اظهارنظرهای تالیفی زیر مطرح شده است:

- در مواردی که نمی‌توان معکوس سیستم (Inverse Plant) را پیاده‌سازی کرد، می‌توان توسط قطار پالس و با تنظیم فواصل موجود بین اسپایک‌ها، معکوس هر سیستمی را به دست آورد.

- در بحث شبکه عصبی، حالت‌های داخلی (Internal State) نرون‌ها را می‌توان به عنوان یک Cellular Automata در نظر گرفت که با اعمال هر ورودی، از یک حالت به State دیگر می‌رود (وزن‌های آن تغییر می‌کند) و در نتیجه برای شبکه‌های عصبی Sequential و برای نرون‌های آن Internal State در نظر گرفت، این نکته در بحث State Consciousness در انسان چنین مطرح می‌شود که وقایع بصورت همزمان در برخی از قسمت‌ها ایمپالس تولید می‌کنند که باعث ایجاد Resonance در شناخت می‌شود. خوب است از این نکات ارزشمند علمی-تحقیقاتی که در سال ۱۳۷۸ تولید و تالیف شده در پژوهش‌های سیستم‌های هوشمند بهره‌برداری می‌شد و در آینده نیز مورد استفاده قرار گیرد.

دکتر بدیع از زمانی که دکترای خود را دریافت نمود، جسورانه به چشم‌اندازهای پیچیده "یادگیری ماشین"، "مدلسازی شناختی هماهنگ شده با هوش انسانی" و "قابلیت‌های پردازش و تحلیل هوشمندانه اطلاعات در سیستم‌های پیشرفته سایبرنتیک و هوش مصنوعی" توجه نموده و نوآوری و کارائی را در حوزه‌های مختلف علمی و تکنولوژیکی (مانند پروژه دست سیبرنتیک تهران) ارتقاء داد. ایشان با باور ارزشمند فلسفی خود مبنی بر این که واقعیت از طریق تعامل (Interaction) بین فرآیندهای ذهنی عامل ناظر و جهان بیرونی ساخته می‌شود کمک عمیقی به دانش علمی نمود. او چارچوب‌هایی مانند "استدلال قیاسی"، "مدلسازی تحلیلی معنایی"، "تحلیل پدیدارشناسانه" و "استدلال برپایه طرحواره‌های شناختی" را الگوی تفکر

و تحقیقات خود قرار داده و در واقع این چارچوب‌ها، مظهر روح خلاق او بودند و بینش‌های عمیقی را ارائه می‌کردند که از مرزهای فعالیت‌های علمی فراتر می‌رفت و حتی به دنیای فلسفه ورود می‌کردند.

در جلسه‌ای که در منزل اینجانب با حضور جمعی از اساتید و دانشجویان (خصوصاً اعضاء پروژه دست سیبرنتیک) برگزار شد دکتر بدیع پاسخ‌سوال‌ات حضار خصوصاً در مقوله شناخت و هوش را بر مبنای اصل وجود، آنچنان عالمانه و مقتدرانه پاسخ داد که بنده از نوبت ام‌گذشته و آن را به دکتر بدیع واگذار نمودم تا سخنان حکیمانه ایشان را ادامه دهند. چرا بزرگداشت چنین دانشمندی این نباشد که راه او را ادامه داده و حداقل در کاربرد سیستم‌های هوشمند و مسئله شناخت در تدریس و تحقیق‌مان بکار نگیریم؟! روحش شاد و یادش گرامی باد.

نظریه سیبرنتیک، نظریه دستگاه‌های خودگرا است. اندیشه بازخورد، با پیش کشیدن اصل حلقه علی (علت و معلول دورانی یا Circular Causality) اصل علیت خطی (علت و معلول زنجیره‌ای) را به کناری نهاد. مطابق اصل علت و معلول دورانی، علت بر معلول تاثیر می‌گذارد و معلول بر علت و در نتیجه چنین سازوکاری به دستگاهی خودگردان مبدل می‌شود. اینجا است که یکی از تفاوت‌های بنیادین هوش مصنوعی و سیستم و سیبرنتیک مطرح می‌گردد. در هوش مصنوعی و در تمام روش‌ها و مدلسازی الگوریتمی که بر مبنای جزءنگری و جمع اثرها است اثری از خلاقیت و آینده‌نگری وجود نداشته بلکه بر مبنای علیت زنجیره‌ای عملکرد و دینامیک آن‌چه را که از قبل معین و تجربه شده است طبق الگوریتم به اجراء در آورده و در مقابل اغتشاشات و خصوصاً تغییر شرایط محیطی نمی‌تواند از خود خلاقیت و اختیاری نشان دهد و حال آن‌که در روش‌های کل‌نگر و سیبرنتیکی سیستم قادر است در فضای عدم قطعیت و وجود اغتشاشات مختلف بصورت خودسازمانده عمل نموده و سیستم را به هدف و بستر جذب مناسب برساند.

نوربرت وینر در ارائه نظریه سایبرنتیک مثال ناخدا و چراغ دریائی را در مسئله کنترل و هدایت کشتی مطرح نموده و عنوان نمود که در شرایط تلاطم دریا و وقوع اغتشاشات مختلف، هدایت کشتی از سوی ناخدا با بهره گرفتن و نگاه به چراغ دریائی و مستقل از تلاطمات امواج دریا صورت می گیرد.

اصل تکرار سازمانی از اصل بازخورد فراتر می رود و از انگاره تنظیم به سوی انگاره خودسازمان دهی پیش می رود. در یک حلقه مولد، محصول ها و معلول ها، خود تولیدکننده و علت مولدشان اند. در هوش مصنوعی نه تنها چنین خاصیتی وجود ندارد بلکه با روش ها و اصول فعلی هرگز نمی تواند اصل تکرار سازمانی را همراه داشته باشد مگر آن که مثلاً در نظریه فازی که خود نوعی هوش مصنوعی است از تابع عضویت سخت (Crisp) دست برداشته باشد و مثلاً به جای آن تابع عضویت آشوب گونه قرار داده یا فضای توابع فازی را توأم با عدم قطعیت نمود. همچنین در شبکه های عصبی به نحوی عدم قطعیت را وارد نموده و دینامیک پویا را برای آن مهیا نمود.

اصل کل در جزء و جزء در کل (هولوگرامتیک) اصل دیگری است که تناقض ظاهری نظام هائی را آشکار می کند که در آن ها نه تنها دو جزء در کل حضور دارد. بلکه کل نیز در جزء حاضر است (موضوع فراکتالی بدون جهان) کل میراث ژنتیک در تک تک یاخته های فرد حضور دارد. این اصل جزء در کل و فراکتالی بودن بعد سیستم ها نه تنها در سیستم های هوش مصنوعی وجود ندارد بلکه نمی توان آن را به وجود آورد.

اصل عدم قطعیت (Uncertainty) اولین بار توسط هایزنبرگ (Heisenberg) به صورت رسمی در مقاله ای در سال 1927 میلادی توسط خود او انتشار یافت. این اصل که توسط آلبرت انیشتین (Albert Einstein) و در تبیین نظریه نسبیت او نیز مورد توجه قرار گرفت موجب گذار از دنیای فیزیک کلاسیک به سمت دنیای فیزیک نوین و نگرش های واقع گرایانه و منطبق بر حقیقت پدیده ها شد.

از جمله ویژگی های سیستم های هوشمند این است که باید قادر باشند تا مسائل موجود در فضای عدم قطعیت را حل کنند. مثلاً در نظر بگیرید که با مسئله ای روبرو هستیم که تنها 10٪ از اطلاعات آن را در اختیار داریم. حال آنکه بخواهیم مقایسه ای میان کامپیوتر (به معنای متداول امروزی یعنی سیستم هوش مصنوعی) و مغز انسان به عنوان یک سیستم هوشمند واقعی در فرآیند حل این مسئله انجام دهیم. مسلم است که حتی اگر کامپیوتر 90٪ اطلاعات لازم برای حل مسئله را داشته باشد باز هم به دلیل در اختیار نداشتن 10٪ باقیمانده هرگز نخواهد توانست مسئله را آن طور که انتظار داریم حل کند و حال آن که مغز انسان با بهره گیری از همان اطلاعات محدود و ناقص قادر به حل مسائلی بعضاً بسیار پیچیده تر خواهد بود. (مثال برد کاسپاروف در بازی شطرنج از کامپیوتر) این عدم قطعیت در انسان شبیه تصور و خیال است و البته خیالی که از پشتوانه هوش برخوردار است. نتیجه آن که یکی از برتری های هوش طبیعی بر هوش مصنوعی در کار کردن و پاسخ دادن در فضای عدم قطعیت و در کارکردن با امر ناکافی و مبهم است.

امکان بروز خطا در رفتار انسان به واسطه عدم حقیقت وجود دارد، زیرا انسان معمولاً فاقد اطلاعات جامع و همه جانبه از محیط پیرامون خود است و برای بقاء و ادامه حیات خود اصولاً با اموری نظیر تصمیم گیری، جمع آوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل اطلاعات و پیش بینی امور و حوادث مواجه است. در تمام امور انسان از اطلاعات گذشته و حال برای رسیدن به اطلاعاتی که در دسترس نیست استفاده می کند. انسان بر مبنای اختیار و بواسطه هوش تصمیم می گیرد و اصولاً در همین فضای عدم قطعیت و نایقینی است که هوش، نبوغ و خلاقیت فرصت بروز و ظهور پیدا می کند.

یکی از معیارهای مهم به منظور سنجش هوش این است که عدم قطعیت مسئله را تا حد ممکن افزایش داد تا بتوان هوشمندی را ارزیابی و مقایسه نمود. در این میان سرعت تصمیم یکی از معیارهای سنجش کمی هوش خواهد بود.

دکتر کارولوکس در این باره معتقد است که: "در دنیای پر از نایقینی شاید بهتر باشد به جای تصمیم بهینه تصمیمی بگیریم که با نسبه خوب باشد ولی متکی بر پیش فرض‌های زیادی نباشد. در این حالت نسبت به چیزهائی که نمی‌دانیم، قوام بیشتری خواهد داشت. بطوری که با تغییر چیزهائی که نمی‌دانیم درستی تصمیم‌ها، خیلی خدشه دار نشود". در مقایسه هوش مصنوعی با هوش انسانی می‌توان گفت که انسان قادر به مشاهده و تجزیه و تحلیل مسائل در جهت قضاوت و اخذ تصمیم می باشد، در حالی که هوش مصنوعی مبتنی بر قوانین و رویه هائی از قبل تعبیه شده بر روی کامپیوتر می‌باشد (روش الگوریتمیک) یعنی بجای تصمیم‌گیری، انتخاب تصمیم می کند، پس از خود اختیار خلاقیت و اعمال تصمیم ندارد.

مسئله دیگری که مطرح می‌شود این است که لازمه‌ی حرکت و تصمیم‌گیری در فضای عدم قطعیت وجود نگرش کیفی به مسائل و احتراز از کمی‌نگری است. هوش و هوشمندی برای حرکت در فضای عدم قطعیت نیازمند دانش شناختی کیفی و سمبولیک از مسائل و پدیده‌ها می‌باشد، زیرا اطلاعات فقط در کمیات وجود ندارد.

اما سئوالی که اکنون مطرح می‌شود این است که برخلاف قطعیات که همگی به وسیله انتگرال و دیفرانسیل مدل می‌شوند، برای مدل‌کردن عدم قطعیت از چه ابزاری باید بهره جست؟ بیان احتمالات به منظور مدل‌کردن عدم قطعیت نمی‌تواند گزینه مناسبی تلقی شود و لذا انیشتین به سردمداران مدل‌کنهائی و در قبال معادله شرودینگر در نگرش کوانتومی به اتم گفته است " خداوند هیچگاه تاس نمی‌اندازد" یعنی این که در عالم چیزی به عنوان شانس وجود ندارد بلکه هر چیز علت و معلولی دارد و از نظم و قانونی سرچشمه می‌گیرد.

از مهمترین ابزاری که در قرن بیستم به منظور مدل‌کردن عدم قطعیت شناسائی و به دنیا عرضه شد توسط آقای زاده (Lotfi A. Zadeh) دانشمند برجسته ایرانی اولین بار در سال 1965 میلادی در مقاله‌ای با عنوان مجموعه‌های فازی مطرح گردید و

امروزه به عنوان یکی از اساسی‌ترین زمینه‌ها در علوم جدید و حتی هوش مصنوعی مطرح است. دکتر بدیع آگاهی ریشه‌ای و عمیقی نسبت به کارهای آقای زاده داشت و در فعالیت‌های تدریسی و تحقیقی آن را بکار می‌گرفت.

باید بگوئیم اصولاً عدم قطعیت در مقابل نگرش قطعی‌گرایی و احتمالاتی (Possibility Versus Probability) بستری است که تمامی مبانی مهم و حیاتی چون هوش، مغز، قلب و ... در آن متولد و متبلور می‌شوند.

در کوانتم مکانیک و در معادله شرودینگر برای عدم قطعیت، از احتمالات استفاده شده و حال آن که در حال حاضر جهت‌گیری به سمت کوانتم-کیاس بجای کوانتم مکانیک است. آشوب که با کارهای ادوارد لورنتس به عنوان مدل آب و هوا و با خصوصیات اثر پروانه (Butterfly Effect) و حساسیت به شرط اولیه در شناخت و مدلسازی سیستم‌های طبیعی و حیاتی کاربرد فراوان و قابل توجهی پیدا کرده در واقع واجد نظمی پایدار است که از دل بی‌نظمی و رفتار راندم گونه به دست می‌آید، اما از هوش مصنوعی چنین نظم حاصل از آشوب حاصل نمی‌گردد!!

در سال 1970 میلادی اولین گروه از دانشمندان سیرنیتیک با بهره‌گیری از مفاهیمی همچون استقلال (Autonomy)، خودسازماندهی، شناخت و نهایتاً نقش ناظر (Observer) در مدلسازی سیستم به این نیاز پی بردند که باید به ترسیم مرزهای به منظور جداکردن خود و تفکرات خود از رویکردهای مکانیستی و مبتنی بر دانش کلاسیک و جزءنگر جداً اهتمام ورزند. درنهایت، این تلاش آن‌ها به عنوان سیرنیتیک مرتبه دوم شهرت یافت.

محققان و دانشمندان سیرنیتیک مرتبه یک، سیستم را به عنوان یک پدیده منفعل (Passive) و در واقع شیئی تلقی می‌کردند که به راحتی قابل مشاهده و قابل دستکاری (Manipulate) می‌باشد و حال آن که دانشمندان سیرنیتیک مرتبه دوم نشان دادند که سیستم و پدیده را باید به عنوان عاملی (Agent) در نظر بگیریم که

فهرست مراجع

1. K. Badie, M. Kermani, R. M. Hashemi, "A Rule-Based Model for Automating The Human Operatory of Tracking Task", IEEE International Workshop on Advanced Motion Control, March 29-31, 1990.
2. A. Posner, "Foundations of Cognitive Science", 1990.
3. Holland, J.H., Adaptation in Neural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence, MIT Press, Cambridge MA., 1992.
4. M.Z. Kermani, K. Badie and Reza Hashemi: A Hybrid Myoprocessor for Controlling the Cybernetic Arm, 6th International Conference on Biomedical Engineering, 1990.
5. Francis Heylighen, Cliff Joslyn, "Cybernetics and Second-order Cybernetics".
6. Wiener, N., "Cybernetics or Control and Communication in The Animal and Machines, MIT Press, 1948.
7. WR Ashby, "An Introduction to cybernetics" Second edition, Chapman Hall, 1999.

۸. بهبود مکانیسم‌های بازشناخت حرکت در دست مصنوعی سیبرنتیکی با استفاده از تفسیر هوشمندانه سیگنال‌های بیولوژیکی، مهیار زردشتی کرمانی، پایان نامه دکترا

۹. ارزیابی کیفی و کمی تغییرات هوشیاری و عمق هیپنوتیزم به کمک پردازش هوشمند EEG، علی مطیع نصرآبادی، پایان نامه دکترا ۱۳۸۲

۱۰. کاربرد روش های جدید پردازش هوشمند سیگنال‌های حیاتی EEG، EOG، EMG در طراحی ارزیاب کمی پدیده خواب، محمد میکائیلی، پایان نامه دکترا

۱۱. توسعه سیستم‌های کنترل فازی-عصبی و کاربرد آنها در دست سیبرنتیکی و تزریق دارو، محمدحسن مرادی، پایان نامه دکترا ۱۳۷۴

۱۲. درآمدی بر اندیشه پیچیده، ادگار مورن، ترجمه افشین جهان دیده، نشر نی، ۱۳۷۹

با عاملی دیگر که ناظر آن سیستم است در تعامل می‌باشد، درست همانطور که مکانیک کوانتم نیز به ما آموخت که ناظر و پدیده‌های مورد مشاهده نمی‌تواند از یکدیگر جدا باشند. فرانسیس های لیگن (Francis Heylighen) در این رابطه این گونه می‌گوید " ناظر همچون پدیده مورد مشاهده خود یک سیستم سیبرنتیکی است که می‌خواهد مدلی از پدیده مورد مشاهده ارائه دهد. برای درک این فرایندها به " سیبرنتیک سیبرنتیک " و به عبارت دیگر به سیبرنتیک مرتبه دو نیازمند خواهیم بود."

در مجموع می‌توان این گونه نتیجه گیری نمود که اصولاً فرآیند تولید مدل کاملاً جهتدار است، به این صورت که دانش و نیت از پیش تعیین شده مدلسازی کاملاً جهتدار دار بوده و این که او از مدلسازی چه می‌خواهد و هدفش چیست یقیناً در درک و استنباط پدیده موثر خواهد بود.

تعامل و پویایی در سیستم از نگاه مولانا جلال‌الدین محمد بلخی (مولوی)

هیچ چیزی ثابت و سیار نیست	جمله در تغییر و سیر سرمدی است
ذره‌ها پیوسته شد با ذره‌ها	تا پدید آمد همه ارض و سما
ذره‌ها بینم که از ترکیبشان	صد هزاران آفتاب آید عیان
صد هزاران نظم و آئین خدا	علت صوری این خورشیدها

با امید به توفیقات الهی
سید محمدرضا هاشمی گلپایگانی
آبانماه ۱۴۰۳



يادواره جاويدنامان

پروفسور کارولوکس

پروفسور کامبیز بدیع



استاد دکتر کارو لوکس

استاد فقید دانشگاه تهران، فارغ التحصیل دبیرستان کوشش، کارشناسی ارشد را در مهندسی کنترل از دانشگاه تهران و دکترای خود را در رشته کنترل سیستم ها و با گرایش فرعی اقتصاد مالی از دانشگاه برکلی، آمریکا دریافت نمودند. ایشان از بدو بازگشت به ایران در سال ۱۳۶۴ تا پایان عمر شریفشان در سال ۱۳۸۹، در دانشگاه تهران، در سمت های مختلفی نظیر ریاست گروه برق و کامپیوتر و... خدمت کردند.

پروفسور لوکس همواره به همکاری های بین المللی علاقه زیادی داشتند. ایشان در مراکز علمی مختلفی محقق مدعو بوده اند: دانشگاه UCLA، دانشگاه گاریونیا، بنقازی، لیبی، دانشگاه برکلی کالیفرنیا، آمریکا، دانشگاه تورنتو، کانادا، موسسه ریاضیات کاربردی، موسسه علوم چین، بژینگ، چین، موسسه تکنولوژی برق هاربین، چین، مرکز بین المللی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، تربست، ایتالیا، موسسه فیزیک ایروان، ارمنستان، موسسه پردازش داده و الکترونیک، فورشانگزنتروم کارلروش، آلمان، دانشگاه پیشرفت پرسنل، برنامه تربیت مدرس دانشگاه جورج-آگوست گوتینگن، آلمان، دانشگاه آمریکایی ارمنستان، ایروان.

ایشان پژوهش های خود را در علوم و مهندسی سیستم شروع کرد، اما در خلال دهه های هشتاد به تدریج تمرکز پژوهش های خود را به سمت سیستم های هوشمند انتقال داد و جزو نخستین پژوهشگران بین المللی بود که ارتباط میان شبکه های عصبی، منطق فازی و الگوریتم های ژنتیک را محقق کردند. در خلال دهه های نود و اوایل قرن بیست و یکم،



استاد دکتر سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی

دکتر سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی در سال ۱۳۲۵ به دنیا آمد. تحصیلات دبیرستان خود را در تهران گذراند، ایشان اولین دوره کارشناسی ارشد خود را در دانشگاه امیرکبیر در سال ۱۳۴۷ گذراند و دومین دوره کارشناسی ارشد خود را در دانشگاه دیتون در ایالت اوهایو و دکترای خود را در دانشگاه ایالتی اوهایو واقع در کلمبوس در سال ۱۳۵۶ به پایان رساند.

دکتر هاشمی گلپایگانی در سال ۱۳۴۷ بعنوان دستیار آموزشی دانشگاه امیرکبیر مشغول به کار و در سال ۱۳۷۰ موفق به اخذ رتبه استادی شد.

دکتر هاشمی گلپایگانی در طول خدمت رئیس گروه فنی مهندسی ستاد انقلاب فرهنگی و سپس سالها دبیر شورای عالی انقلاب فرهنگی بود. مدتی معاون آموزشی و پژوهشی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، رئیس مرکز کامپیوتر دانشگاه و وزیر فرهنگ و آموزش عالی از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۶ بوده است.

از دکتر هاشمی گلپایگانی بیش از ۱۰۰ مقاله علمی در نشریات و کنفرانسهای متعدد خارجی و داخلی و همچنین ۷ عدد کتاب به چاپ رسیده است. ایشان موفق به اخذ جوایز جشنواره خوارزمی در سالهای ۱۳۶۶ و ۱۳۶۸ شده اند. همچنین استاد ممتاز دانشگاه امیرکبیر در سال ۱۳۷۰ و استاد نمونه کشوری ۱۳۷۱ و چهره ماندگار سال ۱۳۸۳ هستند.



استاد دکتر کامبیز بایع

استاد فقید پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، فارغ التحصیل رتبه اول دبیرستان البرز و پذیرفته شده ممتاز در دانشگاه صنعتی شریف، با دریافت بورسیه نخبگان دولت ژاپن، درجات کارشناسی تا فوق دکترا را در زمینه مهندسی برق و الکترونیک با گرایش هوش مصنوعی و بازنشاسی الگو از انستیتو تکنولوژی توکیو دریافت نمودند.

ایشان از بدو بازگشت به ایران در سال ۱۳۶۳ تا پایان عمر شریفشان در سال ۱۴۰۲، در پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (مرکز تحقیقات مخابرات سابق) اشتغال داشتند و در این مدت، علاوه بر برنامه ریزی و هدایت پروژه های تحقیقاتی کلیدی، مسئولیت های اجرایی متعددی را نیز عهده دار گشتند: معاون طرح آزمایش ها و طراح الگوهای هوشمندانه آزمون در آزمایش های میزان، عضو کمیته خبرگان تغییر مأموریت وزارت پست و تلگراف و تلفن به وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، مدیر گروه های پژوهشی جامعه اطلاعاتی و کاربردهای فناوری اطلاعات، رئیس پژوهشگاه فناوری اطلاعات، معاون پژوهش و توسعه ارتباطات علمی، مشاور عالی رئیس و سردبیر مجله بین المللی پژوهشگاه و همزمان، افتخارات متعددی را کسب کردند: رتبه سوم ابتکار در جشنواره خوارزمی، جایزه اول تحقیق کاربردی در جشنواره خوارزمی، پژوهشگر برتر وزارت در سطح ملی، برگزیده جشنواره شهید رجایی، استاد پیشکسوت وزارت و پژوهشگر پیشکسوت پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات.

یک بُعد جدید به فعالیت هایش اضافه کرد: پژوهش در سیستم های پیش بینی هوشمند در ایران. شخصیت میان رشته ای و نبوغ و نوآوری های ایشان منجر به ارائه دروسی خاص مانند حسابداری زیستی، سیستم های اقتصادی-اجتماعی و غیره برای دانشجویان رشته های متنوع دانشگاهی شد که در دانشگاه های بین المللی مشهور نیز ارائه چنین دروسی بسیار نادر بود.

پروفسور لوکس در فرایند تأسیس مجدد IEEE بخش ایران پس از انقلاب نقش بسیار موثری داشت و به عنوان رئیس آن نیز دو سال خدمت کرد. وی به عنوان مشاور معاون وزیر فرهنگ و آموزش عالی ایران، در تأسیس مراکز متعدد پژوهشی مرتبط با سیستم های هوشمند در ایران مؤثر بود. به طور خاص، او پژوهشکده های سیستم های هوشمند را در پژوهشگاه دانش های بنیادی (IPM)، تهران، ایران، بنا نهاد (که امروز پژوهشکده های علوم شناختی نامیده می شود) و به عنوان رئیس آن از ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۸ خدمت نمود. وی عضو کمیته ای بود که «قطب های علمی» را در دانشگاه های ایران شناسایی، برنامه ریزی و پشتیبانی می نمود و مدیر مؤسس قطب علمی کنترل و پردازش هوشمند در دانشگاه تهران بود. پروفسور لوکس عضو هیئت موسس انجمن سیستم های هوشمند ایران و چندین دوره عضو هیئت مدیره این انجمن بودند. ایشان جوایز متعددی نیز در سطح ملی و بین المللی دریافت نمودند از جمله چهره ماندگار مهندسی ایران در سال ۱۳۸۵.

روحش شاد و راهش پر رهرو باد

پروفسور کامبیز بدیع از نخستین پژوهشگران فعال کشور در حوزه هوش مصنوعی و مطالعات میان‌گستره‌ای و تراگستره‌ای بودند که انگیزه فراوانی برای کاربست مدل‌های هوشمند و شناختی در زمینه‌های مرتبط با فناوری اطلاعات داشتند و در زمره نخستین استادان در تدریس دروس مبتنی بر هوش مصنوعی در دانشگاه‌های مطرح کشور قرار دارند. ایشان در عین حال، عضو مدعو شاخه مهندسی برق و کامپیوتر و عضو اتاق فکر هوش مصنوعی فرهنگستان علوم، استاد وابسته در دانشکده علوم مهندسی دانشگاه تهران بودند. پروفسور بدیع عضو هیئت مؤسس انجمن سیستم‌های هوشمند ایران و چندین دوره عضو هیئت مدیره این انجمن بودند. همچنین عضو هیأت مؤسس یا هیأت مدیره انجمن‌های علمی متعدد دیگر منجمله انجمن کامپیوتر ایران و انجمن یادگیری الکترونیکی ایران بوده و همکاری فعالانه با انجمن عصب-روانشناسی ایران، به ویژه در سمینارهای مغز، شناخت و رفتار نیز داشتند.

ایشان عضو کمیته‌های علمی و اجرایی بسیاری از کنفرانس‌های بین‌المللی و همچنین، هیأت تحریریه برخی از مجلات علمی- پژوهشی در سطح ملی و بین‌المللی بودند و خود نیز در تدوین بالغ بر سیصد مقاله علمی و پژوهشی در حوزه‌های پردازش و بازشناسی الگو، هوش مصنوعی و رایانش نرم، سیستم و سیبرنتیک و ... پذیرفته شده در مجلات علمی-پژوهشی و کنفرانس‌های معتبر داخلی و خارجی مشارکت داشتند.

روحش شاد و راهش پر رهرو باد