

جزوه درس:

سیستم‌های خبره  
Expert systems

کتاب مرجع:

Expert Systems Design and Development

نوشته:

John Durkin

مانی عابدینی

تورج بنی‌رستم

## فصل اول - معرفی سیستم های خبره

### ۱- ماشین هوشمند

خلاصه تاریخچه جستجو برای ماشین هوشمند را در نظر بگیریم: در اواخر سالهای ۱۷۰۰ و اوایل سالهای ۱۸۰۰، گروهی از آمریکایی ها و اروپایی ها وسیله ای بنام "شترنج اتوماتیک" ایجاد کردند که توانایی آن را داشت که با یک انسان شترنج بازی کند. در سال ۱۸۳۴ چارلز بابیج اولین کامپیوتر مکانیکی را بنام "موتور تحلیلی" ایجاد کرد. این ماشین می توانست محاسبات ریاضی را انجام داده و خروجی چاپ کند. بابیج توسعه سیستم را تا حد ایجاد یک ماشین قوی که توانایی رقابت شترنج با انسان را داشته باشد، دیده بود. تا نیمه این قرن ساخت ماشین هوشمند رویایی بود که منوط به پیشرفت تکنولوژی بود. این تکنولوژی با پیدایش کامپیوترهای امروزی به حقیقت پیوست.

کامپیوترهای اولیه، پردازنده های سریع داشتند که به آنها این امکان را می داد که با داشتن برنامه، عملیات مشخصی را بر طبق الگوریتمی مشخص انجام دهند. برنامه هایی نوشته شده بود تا معادلات را حل کنند، یا لیستی از داده ها را پردازش کنند، یا در پایگاه داده ها را برای یافتن اطلاعات مورد نیاز جستجو کنند. اگرچه، به همان خوبی که اطلاعات را پردازش می کردند، اما در مورد همان اطلاعاتی توانایی استدلال نداشتند. لذا مسئله استدلال هنوز مختص انسان بود. نقطه تغییر مسیر زمانی بود که دانشمندان شروع به کد کردن دانش یک مسئله برای کامپیوتر کردند. قوانین، حقایق و ساختارهای یک مسئله به صورت سمبلیک در می آمدند، از نمونه های اولیه زبانهای سمبلیک LISP و PROLOG است، که توانایی جستجو روی اطلاعات سمبلیک ارائه شده را دارند.

### ۲- هوش مصنوعی

در راه رسیدن به ماشین هوشمند و از طریق زبانهای برنامه نویسی سمبلیک، علم هوش مصنوعی شکل گرفت. در سال ۱۹۵۶ گروهی از دانشمندان کامپیوتر در یک کارگاه آموزشی که توسط IBM برگزار شد، شرکت کردند. در این کارگاه در مورد روشی برای آنکه کامپیوتری ایجاد شود که استدلال انسانی را شبیه سازی کند بحث شد. این کنفرانس به عنوان تولد هوش مصنوعی شناخته شد.

تعریف: هوش مصنوعی، دامنه تحقیقاتی است در علم کامپیوتر است که هدف ایجاد کامپیوتری را دنبال می‌کند که بتواند همانند یک انسان استدلال کند.

در معنای خیلی ساده، هوش مصنوعی علم توسعه برنامه‌های کامپیوتری است که چیزی شبیه به هوش انسانی را به نمایش در می‌آورند. این مفهوم هدف را کاملاً مشخص می‌کند بدون آنکه وارد بحث هوشمندی بشویم که کار بسیار سخت می‌شود.

دو معیار هوش انسانی:

- توانایی استدلال

- دانش مرتبط با یک موضوع خاص

از دیدگاه کاربردی، هدف هوش مصنوعی آن بود که کامپیوترها برای انسانها کارا تر شوند:

- ایجاد برنامه‌های کامپیوتری که انسان را در تصمیم‌گیری یاری دهند

- جستجوی هوشمند اطلاعات

- بکارگیری زبان طبیعی در ارتباط با کامپیوتر

## ۲-۱- رشد هوش مصنوعی

اغلب کارهای جدید صورت گرفته در هوش مصنوعی، جنبه تحقیقات دانشگاهی داشت، مانند ایجاد بازی شطرنج. نمونه‌ها:

برنامه بازی شطرنج ۱۹۵۵ توسط Shanon

برنامه چکرز ۱۹۶۳ توسط Samuel

یکی از بهترین کارهای صورت گرفته در این دوره، ایجاد حل‌کننده مسائل عمومی یا GPS (General Problem Solving) بود. GPS تکنیکی بود که دامنه وسیعی از مسائل را قابل حل می‌کرد. این تکنیک اولین قدم در راه جدا سازی روش‌های حل مسائل از دانش مسائل بود. در GPS، مسئله در غالب state های مختلف بیان می‌شود. برای مثال در بازی شطرنج هر چیدمان مهره‌های شطرنج در صفحه شطرنج یک حالت است. سپس فاصله بین حالت جاری و حالت هدف (مثلاً کیش و مات) محاسبه می‌شود. عملیات مناسب (مانند حرکت مهره در صفحه شطرنج) انتخاب می‌شود تا روی حالت جاری اعمال شود و حالت جدیدی ایجاد کند که امیدواریم به حالت نهایی نزدیک تر شده باشد. این قدمها آنقدر ادامه پیدا می‌کند تا به حالت هدف برسیم.

## مشکلات GPS:

- بدست آوردن فاصله بین حالتها و بدست آوردن حرکت مناسب برای مسائل پیچیده مشکل است.
- برای مسائل پیچیده حافظه و سرعت پردازنده کامپیوتر نمی‌تواند جوابگو باشد.
- لذا به سرعت فهمیدند که، این تکنیک (GPS) برای مسائل پیچیده مناسب نیست.
- در سال ۱۹۷۰ این مفهوم قالب شد که اصولاً هوش مصنوعی در حل مسائل جهان واقعی ناتوان است.

## ۲-۲- تولد مجدد هوش مصنوعی

از سال ۱۹۷۱ تا این دوره جدید، اوایل ۱۹۸۰ دوره افول هوش مصنوعی بود. پیشرفت تکنولوژی موجب شد تا مجدد هوش مصنوعی ظهوری فعال داشته باشد. اولین جهش در حرکت هوش مصنوعی در برنامه DENDERAL ایجاد شد. این برنامه از سال ۱۹۶۵ مقدماتش در دانشگاه استندفورد به سفارش NASA آغاز شد.

هدف این پروژه آن بود که ناسا بتواند فضا پیمای بدون سرنشینی به ماه بفرستد و توسط یک برنامه کامپیوتری در آن بتواند خاک ماه را آنالیز شیمیایی کند و با بدست آوردن داده‌های طیف نگار جرمی خاک نوع ساختار مولکولی آن را تشخیص دهد.

روش سنتی برای تشخیص ساختار مولکولی "تولید و تست" بود، ساختارهای مولکولی ممکن ابتدا ایجاد می‌شوند و بعد تست می‌شوند که آیا می‌توانند با داده‌های طیف نگار جرمی مطابقت داشته باشند یا خیر. مشکل آنجا بود که در ابتدا میلیون‌ها ساختار ممکن بود ایجاد شود تا بررسی گردد آیا ساختار مناسبی هست یا خیر. لذا تیم تحقیق بدنبال روشی جهت کنترل تعداد تولید ساختارهای ممکن افتاد.

در این بین تیم تحقیقاتی متوجه شدند که شیمیدان‌ها ماهر و زیرک، از یک روش ابتکاری کمک می‌گیرند و همان ابتدا تعداد زیادی از ساختارها را سریعاً حذف می‌کنند. در نتیجه با استخراج آن دانش و اعمال آنها برنامه‌ای کامپیوتر ایجاد شد که همانند یک فرد خبره عمل می‌کرد. اولین برنامه‌ای بود که موفقیتش مرهون دانش مرتبط با مسئله بود، نه تکنیک جستجوی پیچیده.

کار انجام شده دانشمندان را بر این داشت که رفتار هوشمند آنقدری که به دانش استدلالی، وابسته است به تکنیک های استدلال متکی نیست.

لذا گفتند: "در دانش قدرت نهفته است". "In the Knowledge lies the power"

از آنجا بود که مفهوم سیستم‌های دانش پایه یا سیستم‌های خبره ظهور کرد.

### ۳- سیستم‌های خبره

تعریف سیستم‌های خبره: یک برنامه کامپیوتری است و طوری طراحی شده که توانایی یک فرد خبره در حل مسئله مدل می‌کند. دو بخش اصلی در مدل سیستم باید در نظر گرفت:

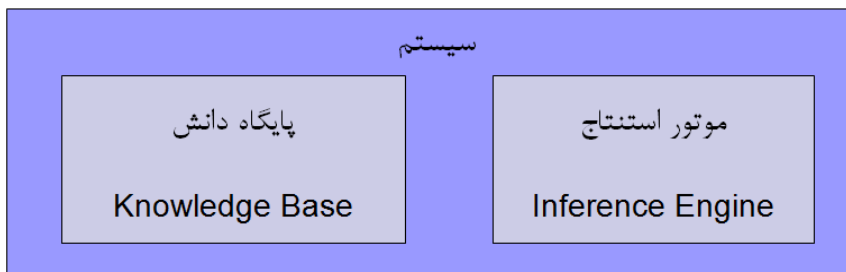
- دانش فرد خبره

- استدلال

لذا دو ماژول در سیستم دیده می‌شود:

پایگاه دانش

موتور استنتاج



شکل (۱) مدلی ابتدایی از سیستم خبره

### ۳-۱- سیستم‌های خبره - پایگاه دانش

پایگاه دانش شامل دانش بسیار خاص مربوط به دامنه مسئله است که توسط فرد خبره ارائه می‌شود. شامل حقایق، قوانین، مفاهیم و روابط می‌باشد. برای مثال، ممکن است شامل قوانینی باشد که توسط پزشک متخصص جهت تشخیص بیماریهای خونی ارائه می‌شود، یا دانش برنامه‌ریزی سبد سهام باشد که توسط مشاور سرمایه‌گذاری ارائه می‌شود.

نحوه کد کردن دانش و وارد کردن آن به پایگاه دانش مربوط به ارائه دانش ( Knowledge Representation) می‌شود که در ادامه بحث خواهد شد.

### ۳-۲- سیستم‌های خبره - موتور استنتاج

موتور استنتاج، پردازنده دانش است که مدلی از روش استنتاج فرد می‌باشد. موتور استنتاج بر اساس اطلاعات فراهم شده برای یک مسئله کار خود را آغاز می‌کند و بر اساس دانش ذخیره شده در پایگاه دانش، یکسری نتایج و پیشنهادات را ارائه خواهد کرد. نحوه طراحی و پیاده‌سازی اینگونه موتورها در بحث تکنیک‌های استنتاج مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۳-۳- چرا سیستم‌های خبره

افراد خبره منابع ارزشمند یک سازمان هستند. آنها می‌توانند ایده‌های خلاق و ارزشمندی ارائه کنند، مسائل سخت را حل کنند، یا وظایف روزمره را بصورت موثر انجام دهند. همکاری آنها می‌تواند بطور موثری در سودمندی سازمان موثر شود.

اما چرا می‌خواهیم فرد خبره را در یک سیستم خبره مدل کنیم؟

جدول (۱) مقایسه مزایای فرد خبره نسبت به سیستم خبره

سیستم خبره	فرد خبره	فاکتور
همیشه	روز کاری	زمان در دسترس
در هر کجای ممکن	محلی	جغرافیای فعالیت
قابل جایگزینی	غیر قابل جایگزینی	امنیت
خیر	بله	فنا پذیری
ثابت	متغییر	کارایی
ثابت و معمولاً سریع تر	متغییر	سرعت
قابل تهیه	زیاد	هزینه

مانند هر ماشینی، یک سیستم خبره می‌تواند بعد از روز کاری فرد خبره به طور پیوسته و بی وقفه به فعالیت ادامه دهد. مانند هر برنامه کامپیوتری، به ارزانی می‌توانیم سیستم خبره را کپی کرده و به هر کجایی که کمبود فرد خبره احساس می‌شود ارسال کنیم. می‌توان سیستم خبره را به محیط‌های خطرناک فرستاد بدون آنکه نگران آن باشیم که منبع اصلی دانش را به خطر انداخته ایم.

فرد خبره فناپذیر است. بر اثر مرگ، بازنشستگی، تغییر شغل و غیره سازمان از مزایای دانش فرد خبره محروم خواهد شد. اما اگر بتواند در یک سیستم خبره دانش فرد خبره را کسب کند، می‌تواند بطور پیوسته و بدون محدودیت از آن دانش بهره مند شود. همچنین از این سیستم جهت آموزش کارشناسان جدید می‌توان بهره برد.

یک سیستم خبره نتایج پایدارتری نسبت به فرد خبره ارائه می‌کند. ممکن است مشکلات شخصی در کارایی فرد خبره تاثیر گذار باشد. در شرایط بحران ممکن است فرد خبره تحت تاثیر استرس و کمبود زمان بخشی از دانش مهم را از خاطر ببرد. اما سیستم خبره احساساتی نمی‌شود و همیشه کارایی آن

یکسان است. سرعت حل مسئله در فرد خبره متاثر است فاکتورهای زیادی است. در مقام قیاس، سیستم خبره همیشه با سرعت یکنواختی و در برخی موارد با سرعت خیلی بهتری نسبت به فرد خبره می‌تواند مسائل را حل کند. افراد خبره معمولاً گران قیمت هستند، درخواست حقوق بالا و سرویسهای مجانی زیادی دارند. معمولاً افراد خبره کمیاب هستند.

در مقابل سیستم های خبره نسبتاً گران هستند. هزینه ایجاد یک سیستم ممکن است در بسیاری موارد بالا باشد اما این هزینه پس از اجرای سیستم به سرعت جبران می‌شود.

#### ۴- جایگزینی افراد خبره

حالتی که یک سیستم خبره برای جایگزینی یک انسان ایجاد می‌شود عواقب نامطلوبی را نیز در بردارد. این مسئله همان تصویری ناخوشایندی را می‌سازد که انسان‌ها سالها پیش با مشاهده پیشرفت انقلاب صنعتی (جایگزینی ماشین به جای انسان) با آن مواجه شدند. هرچند که امکان ایجاد چنین تصویری وجود دارد اما در عمل استفاده از سیستم خبره به جای انسان تاکنون تاثیر نامطلوب نداشته است.

چند دلیل عمده ایجاد سیستم‌های خبره برای جایگزینی انسان عبارتند از:

- قابل دسترس بودن تجربه در زمان و مکان‌های مختلف
- مکانیزه کردن یک کار روزمره که انجام آن نیاز به فرد خبره دارد
- فرد خبره بازنشسته می‌شود یا محل را ترک می‌کند
- فرد خبره گران قیمت است
- خبرگی در محیط‌های خطرناک مورد نیاز است

برای شرح اینکه چگونه برخی سازمانها از سیستم‌های خبره جهت جایگزینی افراد خبره استفاده کرده‌اند مثال‌های زیر آورده می‌شود:

#### ۴-۱- مشاور حفاری

در حفاری‌های شرکت Elf زمانیکه مته حفاری با مشکل برخورد می‌کرد، باید چندین روز و حتی هفته حفاری را متوقف می‌کردند تا فرد خبره به سایت حفاری برسد. هزینه هر روز ۱۰۰/۰۰۰ دلار بود.

علل مشکل تعداد مشخص و ساده‌ای هستند ولی به هر حال فرد خبره بر اساس تجربیات و سنگها و گل ولایی که در طول حفاری بدست آمده، علت مشکل را تشخیص می‌داد. سیستم خبره‌ای نوشته شد که کار فرد خبره را انجام می‌داد و نیاز ضروری به حضور فرد خبره در سایت نبود.

#### ۴-۲- مشاور اجاق خوراک‌پزی

شرکت Campbell دارای اجاق خوراک‌پزی بزرگ و گران قیمتی در کارخانجات مختلف است که در سراسر جهان توزیع شده‌اند. در مواجهه با مشکل معمولاً خود پرسنل اقدام می‌کنند ولی در برخی شرایط مجبور می‌شوند منتظر فرد خبره بمانند که ضرر بسیار زیادی به شرکت تحمیل می‌شود. آقای Aldo Cimino فرد متخصصی است که در شرکت با حدود ۴۴ سال سابقه کار می‌کرد و اغلب مشکلات اساسی کارخانجات منوط به کمک ایشان بود. با نزدیک شدن دوره بازنشستگی ایشان شرکت به فکر ذخیره دانش ایشان به فرم یک سیستم خبره افتاد تا هم در رفع نقص اجاقها و هم در آموزش پرسنل جدید کمک بگیرد.