

بیان مفاهیم اساسی سیستم های خبره

به منزله یکی از مهمترین حوزه های کاربردی هوش مصنوعی

در تصمیم گیری مدیران

دکتر شعبان الهی*

علی رجب زاده**

چکیده

در این مقاله، سیستم های خبره، به منزله یکی از مهمترین حوزه های کاربردی هوش مصنوعی، مورد بررسی قرار گرفته است. در مقالات متعددی، تاریخچه، تعاریف و اجزای سیستم های خبره بررسی شده اند، ولی آنچه در این مقاله مورد تأکید قرار می گیرد، مفاهیم اصلی سیستم های خبره، اعم از متدولوژی حل یک مسأله و اجزا و نیازمندی های خاص آن و بعضی مفاهیم مرتبط با این سیستم هاست که با زبانی ساده بیان شده اند. به طور کلی، سیستم های خبره - همان گونه که از نام آن پیداست - با بهره گیری از دانش و روشهای استنتاجی به حل مسایلی کمک می کنند که تخصص انسانی قابل ملاحظه ای را می طلبند. نحوه حل مسایل سیستم خبره، معمولاً ابتکاری است. اجزا، چگونگی تعامل اجزا با یکدیگر و کاربردها، در این مقاله ارائه شده اند.

واژه های کلیدی: هوش مصنوعی، سیستم های خبره، پایگاه دانش، تصمیم گیری.

مقدمه

خبره، در بررسی تفاوت بین دانش و اطلاعات باید گفت که دانش نه داده است و نه اطلاعات. واژه دانش با این دو واژه اساساً متفاوت است. داده ها، ورودی های یک فرآیند تصمیم گیری و یا مواد خام عناصر تصمیم گیری و یا واقعیهایی عینی و مجرد در مورد رویدادها هستند. اطلاعات، دارای مفهوم مشخص و به طور کلی، داده های هدفدار است و دانش، آمیزه ای از تجربیات، ارزشها و اطلاعات و نگرشهای کارشناسی نظام یافته را شامل می شود، که چارچوبی برای ارزشیابی و بهره گیری بهتر از تجربیات و اطلاعات جدید به دست می دهد (داونپورت و پروساک، ۱۳۷۹، صص ۲۴-۲۷). سیستم های خبره، گاه سیستم های مبتنی بر دانش^۱

کامپیوتر های شخصی در دو دهه گذشته تأثیر عمده ای بر فرآیندهای کاری سازمانها گذاشته اند. پردازشگرهای کلمه، صفحات گسترده و پایگاه داده ها، ابزارهای نرم افزاری را برای مدیریت داده ها و اطلاعات فراهم کرده اند.

در این دو دهه، محصولات نرم افزاری خاصی طراحی شده اند که به نام سیستم های خبره^۱ نامیده می شوند و تفاوت کاملاً مشخصی با دیگر نرم افزارها دارند. تفاوت سیستم های خبره با دیگر نرم افزارها در این است که دانش^۲ را پردازش می کنند (دیگر نرم افزارها اطلاعات و داده ها را پردازش می کنند) (دارلینگتون^۳، ۲۰۰۰، ص ۱۲). برای تمیز بهتر مطالب و درک بهتر سیستم های

* استادیار دانشگاه تربیت مدرس و مدیر گروه تکنولوژی اطلاعات پژوهشکده مطالعات مدیریت و بهره وری ایران

** دانشجوی دوره دکتری مدیریت تولید و عملیات دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیأت علمی (مربی) مؤسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی

کار می برد که یک متخصص در تحلیلهای خود از آنها بهره می گیرد. هر متخصص، معمولاً از قوانین سرانگشتی یا قوانین ابتکاری^۶ برای تشخیص دلیل خرابی استفاده می کند. این راه حل ابتکاری ممکن است مواردی مانند موارد زیر را شامل شود که:

اگر لامپ اصلی کامپیوتر شخصی خاموش است، پس کلید اصلی آن را بررسی کنید و ... در نتیجه آشنایی حاصل از تجربه کاری، این فرد کارشناس یاد گرفته است که چه وقت و چگونه این راه حل ابتکاری را به کار گیرد و این فرهنگ^۷ تعریف دانش است.

علاوه بر این، وقتی کارشناس از دانش خود استفاده می کند، ممکن است در نتیجه دانش فرا گرفته، از سؤالات به جوابهای بعدی برسد.

برای مثال، این دانش جدید که لامپ اصلی خاموش است، می تواند به این استنتاج منجر شود که کلید اصلی کامپیوتر خاموش است. این فرآیند به همان صورت برای یک پزشک متخصص نیز اتفاق می افتد که در صدد تشخیص بیماری است، یا برای یک مشاور مالی که می خواهد نحوه سرمایه گذاری صحیح را برای یک مشتری مشخص کند. در سیستم های خبره، تمام دانش کارشناسی، از قبیل دانش تعمیرکار کامپیوتر، دانش پزشک و دانش مشاور به کامپیوتر منتقل می شود.

سیستم های خبره واقعاً چیستند؟

یک سیستم خبره، برنامه ای است که با استفاده از روشهای استنتاجی در زمینه بدنه یک دانش، فرآیند رفتار یک کارشناس را تقلید کند. این بدنه دانش^۸، حوزه^۹ (دامنه) نامیده می شود. تشخیص تفاوت بین داده، اطلاعات و دانش، واقعاً مهم است و به صورت دقیق تر در اینجا بیان می شود. داده ها گروهی از

نیز نامیده شده اند که ریشه اصلی فعالیت و مفهوم آن به بحثهای هوش ماشینی بر می گردد (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱).

بیان مفهوم سیستم های خبره، ارتباط آن با هوش مصنوعی، روش تحلیل سیستم های خبره، جستجوی فضای حالت، معماری و مدل کلی برای طراحی یک سیستم خبره، در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است. برای درک کامل موضوع سیستم های خبره و کاربرد آن در تصمیم گیری ابتدا یک مثال بیان می گردد و به کمک این مثال سعی در درک کلی مفاهیم سیستم های خبره می شود.

یک مثال کاربردی برای درک سیستم های خبره (سناریوی راهنمای کامپیوتر^۵ در حل مسأله خرابی یک کامپیوتر شخصی)

خانمی را در نظر بگیرید که یک کامپیوتر جدید از فروشگاه خریداری کرده است. به محض رسیدن به خانه در می یابد که کامپیوتر کار نمی کند. او ممکن است به یک تعمیرکار برای تعمیر آن تلفن بزند و در آنجا با یک متخصص کامپیوتر صحبت کند.

این کارشناس با طرح سؤالاتی سعی می کند تا دلیل خرابی کامپیوتر را بیابد. سؤالاتی مانند آیا لامپ کامپیوتر روشن می شود یا خیر؟ آیا کابل اصلی کامپیوتر به درستی وصل شده است یا نه؟ و آیا ... ؟

چنین سؤالاتی برای این متخصص یک سری داده ها را آماده می کنند. این جوابها به متخصص مربوط کمک می کنند تا با بهره گیری از دانشی که در این زمینه دارد، درباره علل خرابی کامپیوتر نتیجه گیری کند و با تشخیص علل، راه چاره را بیابد. یک سیستم خبره، قوانینی را برای داده ها به

علایم الفبایی هستند. فهرستی از اقلام داده‌ها در زیر آمده است:

الف - ۶

ب - ۶

ج - ۶-

د - A

فهرست اقلام الف تا د گروهی از علایم را شامل می‌شود که به خودی خود هیچ مفهومی ندارند و تنها وقتی این اقلام مفهوم پیدا می‌کنند که به آنها یک سری توضیحات به نام اطلاعات افزوده شود.

اقلام زیر، اکنون به اطلاعات تبدیل شده‌اند:

الف - ۶ پوند

ب - ۶/۰ بیانگر آگاهی در مورد یک وضعیت کاملاً رقابتی است.

ج - ۶° - سانتیگراد

د - یک گروه خواننده موفق در ایران .

هر قلم در این فهرست که به مجموعه‌ای از نشانه‌های الفبایی (داده‌ها) تبدیل شده است، یک قلم از اطلاعات با معنی محسوب می‌شود. قراردادن علامت پوند در برابر یک قلم، به مجموع پول اشاره دارد. قلم ب نشان دهنده وضعیت رقابتی است. قلم ج به یک دمای خیلی سرد و قلم نهایی به موفقیت یک گروه موسیقی اشاره دارد. حال فهرست اقلام زیر را در نظر بگیرید. اینها اقلامی از دانش هستند که در نتیجه تجربه به دست آمده‌اند.

توجه داشته باشید که هر قلم بیانگر ارتباط بین گزاره‌ها و قوانین مورد بحث آنهاست؛ برای مثال:

الف - باران می‌بارد. بنابراین، من خیس می‌شوم.

ب - دما ۶° سانتیگراد است. بنابراین، سرد است.

ج - موتور ماشین داغ کرده است. بنابراین، باید از آن استفاده شده باشد.

د - گروه الف گروه موسیقی دانان معروف است. بنابراین، باید ثروتمند باشد.

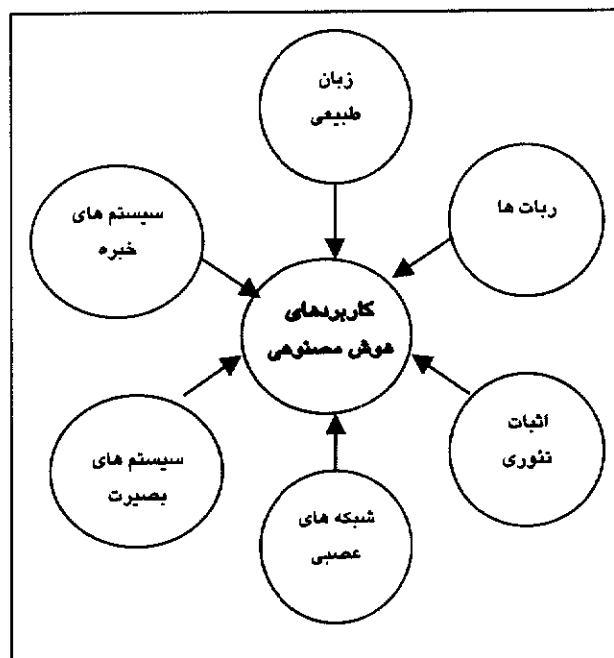
دانش با اطلاعات متفاوت است، زیرا اطلاعات تأثیرپذیر و منفعل است؛ یعنی نمی‌تواند خود تولید کننده اطلاعات دیگر باشد. برعکس اطلاعات، دانش می‌تواند اطلاعات و دانش جدید تولید کند؛ برای مثال، قلم بالایی فهرست ارائه شده (مورد الف)، بیانگر آن است که اگر باران بیارد و ما به بیرون برویم، پس خیس می‌شویم؛ یعنی این اطلاعات که ما خیس می‌شویم، نتیجه دانشی است که از باریدن داریم. دانش اغلب به شکل قوانین ارائه می‌شود، اگر چه همان طور که بعدها خواهیم دید، راههای دیگری برای ارائه دانش وجود دارد. به طور مشابه، قلم د بیان می‌کند که الف یک گروه موسیقی است و استنتاج ما از این تجربه آن است که ما می‌دانیم گروههای موفق موسیقی، معمولاً گروههای بسیار ثروتمند هستند و بنابراین، این گروه نیز گروهی ثروتمند است.

سیستم های خبره و هوش مصنوعی

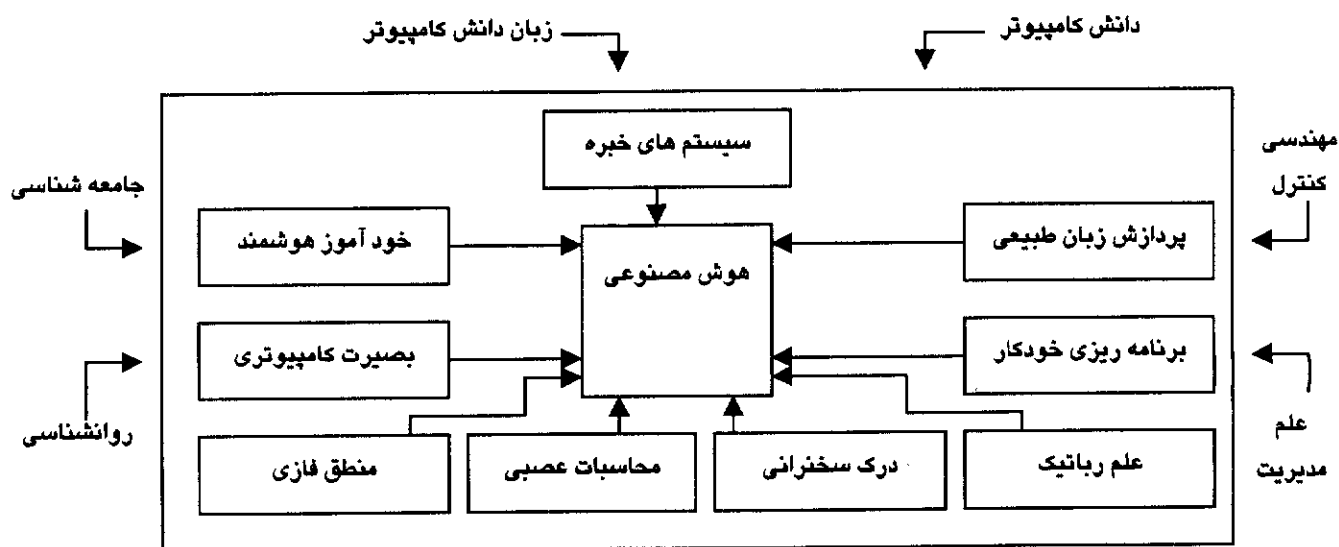
سیستم های خبره، موجودیت خود را مدیون هوش مصنوعی (A.I)^۱ هستند. یکی از بزرگان هوش مصنوعی - ماروین مینسکی - آن را چنین تعریف می‌کند:

«هوش مصنوعی، حوزه مطالعاتی است که سعی در ایجاد سیستم هایی دارد که به نظر افراد هوشمند هستند (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۲).

هوش مصنوعی، یک حوزه مطالعاتی وسیع است که بسیار کاربرد دارد و بعضی از آنها در شکل (۱) مشخص شده‌اند. در این بحث، فقط به سیستم های خبره می‌پردازیم، ولی کاوسی حوزه های مختلف



شکل ۱- بعضی کاربردهای هوش مصنوعی

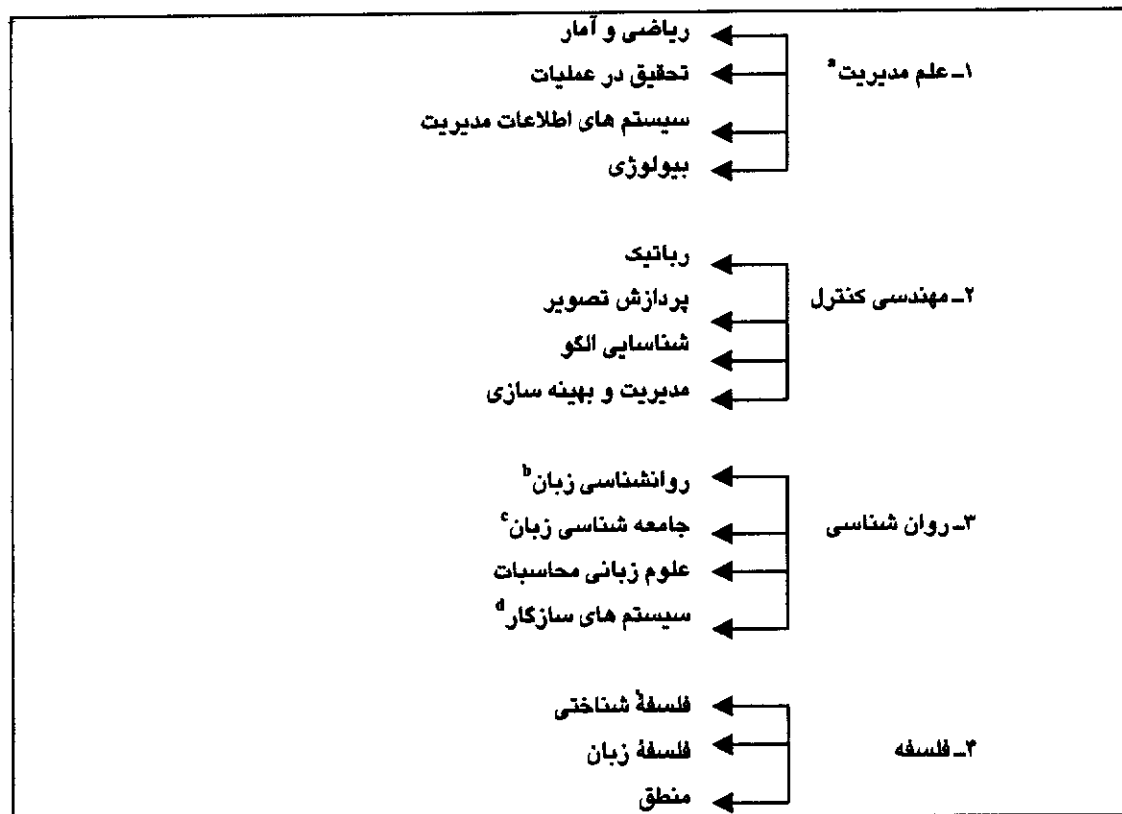


شکل ۲- حوزه های تفصیلی هوش مصنوعی

منبع :

Adapted From Cercone, N. & G. Mc Calba (1990), *Artificial Intelligence: Underlying Assumptions and Basic Objective*, Journal of the American Society for Information Science, Sep. 1984, and from G.S. Tuthill, Knowledge Engineering, Blue Ridge Summit, PA: TAB Books.

شکل ۱-۲. دسته بندی علوم مرتبط با کاربردها و برنامه های هوش مصنوعی



a. Management Science

b. Psychology Linguistic

c. Sociology Linguistic

d. Adaptive Systems

جواب است؛ برای مثال، فرآیندکاری حقوق و دستمزد کارکنان در یک شرکت، که از یک روش الگوریتمی استفاده می‌کند، شامل وارد کردن ورودی هایی، مانند ساعات کاری کارکنان، نرخ اضافه کاری و غیره است که خروجی آن فهرست پرداخت حقوق کارکنان است. گامهای این روش شامل پردازش داده‌های بررسی شده برای تولید اطلاعات است. در بیشتر مسایل و فرآیندها از روش الگوریتمی استفاده می‌شود. روش جستجوی ابتکاری، از طرف دیگر، یک مسأله را با سعی و با توجه به هدف از قبل تعیین شده حل می‌کند. مثال خرابی کامپیوتر که بیان گردید، مثالی از روش جستجوی ابتکاری است. مثالهای بی شمار دیگری وجود دارند که بسیاری از آنها در زندگی روزمره

کاربرد هوش مصنوعی را بررسی کرده است (کاوسی^{۱۱}، ۱۹۹۸). طرح تفصیلی دیگر کاربردهای بخش هوش مصنوعی در شکل شماره ۲ آمده است (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۵؛ تاربن^{۱۲}، ۱۹۹۶، ص ۵۷۶).

روش کلی تحلیل سیستم‌های خبره (روش ابتکاری)^{۱۳}

سیستم‌های خبره، به منزله شاخه‌ای از هوش مصنوعی در نظر گرفته می‌شوند. زیرا روش حل مسایل در آنها بر اساس ابتکار (سعی و خطا) است. این روش رسیدن به جواب، با روش الگوریتمی متفاوت است.

الگوریتم، روش مرحله به مرحله برای رسیدن به

گزینه‌های مختلط است، فضای جستجو می‌تواند به صورت ساختار سلسله مراتبی که درخت نامیده می‌شود، نشان داده شود (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۵). مثال زیر، این موضوع را روشن می‌کند.

مثال: یک فروشنده دوره گرد را که سعی در یافتن مسیر خود دارد، در شکل (۳) در نظر بگیرید. حالات می‌توانند نشان دهنده شهرهای مختلف استان اصفهان باشند. حالت اولیه، شهر A (کاشان) و حالت هدف شهر F (نائین) است. حالات میانی، شهرهایی مثل B، C و غیره (شهرهای در مسیر) را که ممکن است شهرهایی مثل نطنز و غیره باشند، نشان می‌دهند. از دیاگرام شکل (۳) می‌توان دیاگرام درختی در شکل (۴) را ایجاد کرد.

یک درخت، شامل گره‌ها و شاخه‌هایی است که گره‌ها را به هم متصل کرده‌اند.

بنابراین، هر گره در دیاگرام درختی، نشان دهنده یک شهر و هر شاخه، نشان دهنده یک مسیر است. مسیر نهایی و جواب مسأله باید از حالت ابتدایی شروع شده در طول شاخه‌ای درخت ادامه یابد تا به جواب نهایی (هدف نهایی) برسد. توجه داشته باشید که ممکن است بیش از یک مسیر برای رسیدن از حالت اولیه به حالت نهایی وجود داشته باشد.

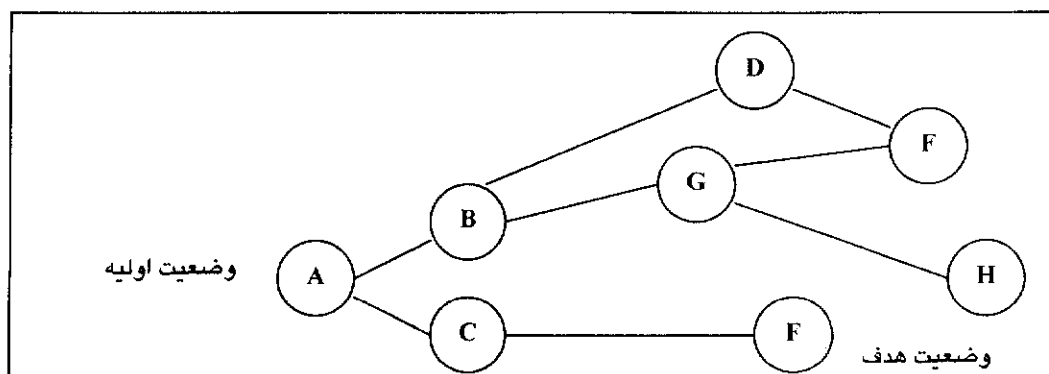
اتفاق می‌افتد؛ برای مثال، راننده یک وسیله نقلیه که به دنبال جایی برای پارک وسیله خود می‌گردد، از روش الگوریتمی استفاده نمی‌کند.

جستجوی فضای وضعیت، بحثی اساسی

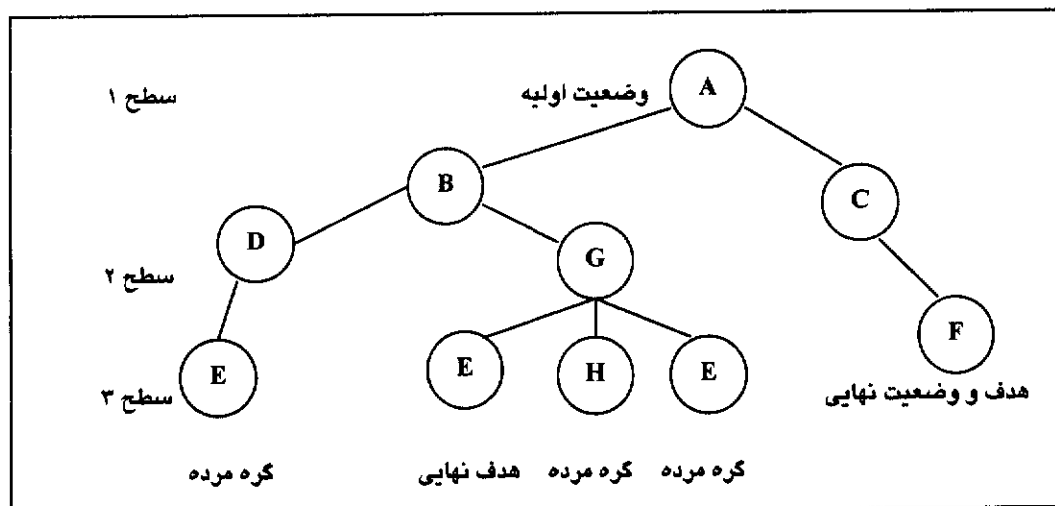
در هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره

برای درک کامل جستجوی فضای وضعیت، این موضوع با مثالهایی بیسان می‌شود. در مثال خرابی کامپیوتر، جستجو برای یافتن دلیل خرابی کامپیوتر بود و در مثال پارک وسیله نقلیه، مسأله مورد نظر به یافتن فضای خالی برای پارک منجر می‌شد. برای جواب به آن مسایل باید بدانیم که چطور از یک وضعیت اولیه می‌توان به هدف نهایی رسید. مثال شطرنج را در نظر بگیرید. در این بازی، یک وضعیت اولیه (مهره‌های چیده شده روی صفحه شطرنج) وجود دارد و وضعیت پایانی طرز قرار گرفتن مهره‌ها به صورتی که یک طرف مات شده باشد، است.

برای موفقیت در چنین موضوعاتی، به دانشی نیاز است که به واسطه آن توالی صحیح انجام حرکات در رسیدن به وضعیت نهایی اتفاق بیفتد. این مورد، جستجوی فضای وضعیت^{۱۴} نامیده می‌شود و خصوصیت طبیعی بیشتر مسایل هوش مصنوعی است. از آنجا که این روش شامل جستجو بین



شکل ۳- دیاگرام شبکه مسیر



شکل ۴ - درخت جستجو برای سفر فروشنده

فنون جستجو

در روش اول عمق، جستجو از ریشه (گره مبدأ) آغاز می شود و در گره های سطوح پایین تر ادامه می یابد و به همین ترتیب، در سطوح پایین تر مورد بررسی قرار می گیرد، تا زمانی که فضای جستجو تمام شود و به گره پایانی (مقصد) برسد. اگر به یک گره کور^{۱۹} (پایان) برسیم، ساز و کار برگشت در جستجو موجود است.

بنابراین، اگر بخواهیم روش اول عمق را در شکل شماره ۴ به کار بگیریم، وقایع دیر اتفاق می افتند: شروع حرکت از گره A است که به سطح پایین تر - یعنی گروه B - می رویم، که جواب اصلی نیست. سپس به گره بعد می رویم که D است. چنانچه دوباره جواب حاصل نشد، به سطح بعدی می رویم که گره پایانی و یا یک گره کور است.

از آنجایی که هیچ جوابی به دست نیامده است، روش جستجو به گره B بر می گردد. فرآیند جستجو با رفتن به سطح بعدی به گره می رود و باز جوابی به دست نمی آید. بنابراین، به گره E و H در سطح بعدی می رویم که جواب نیستند، ولی در همین سطح

بدهی است که با افزایش تعداد گره ها فضای جستجو نیز بشدت افزایش می یابد و همین مورد رسیدن به جواب مناسب در مسایل هوش مصنوعی را بسیار مشکل می سازد (مانند یک بازی شطرنج که مسیرهای فراوانی در آن وجود دارد). این پدیده، انفجار ترکیبی^{۲۰} نامیده می شود. برای بررسی انفجار ترکیبی، بعضی روشهای ابتکاری بیان شده اند. فنون جستجو، به طور کلی، شامل دو بخش است: فن جستجوی کور^{۲۱} و فن جستجوی ابتکاری^{۲۲} (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۵).

فن جستجوی کور

در فن جستجوی کور، یک طرح منظم انتخاب می شود و تا زمانی که یک جواب یافت شود و یا جوابی به دست نیاید، به کار گرفته می شود و این روند تا زمانی که فضای جستجو به طور کامل بررسی شود، ادامه می یابد. دو روش برای اجرای این فن مورد توجه اند: روش اول عمق و روش اول پهنا (عرض)^{۲۳}.

نحوی حرکت داده می‌شوند که بیشترین مهره‌های طرف مقابل از صفحه خارج شوند و تقریباً حالت قانون سرانگشتی دارد که لزوماً هم به جواب نمی‌رسد. در واقع، هدف نهایی در بازی شطرنج داشتن مهره‌های زیاد از حریف نیست، هر چند داشتن مهره‌های بیشترشانس پیروزی را بیشتر می‌کند.

در مسأله فروشندهٔ سیار، از روش پیشرو برای انتخاب مسیرها تابع ارزیابی^{۲۰} استفاده می‌شود. تابع ارزیابی، یک گره را مد نظر قرار می‌دهد و مسیری را که پایین‌ترین هزینه را دارد، دنبال می‌کند. این بحث ممکن است شامل کل هزینهٔ جابه‌جایی از یک گره به گره بعدی باشد. تابع ارزیابی کل، هزینهٔ گره ابتدایی را تا گره خاصی که مورد بررسی است، محاسبه می‌کند و با استفاده از همین روش ابتکاری، هزینه را از این گره تا گره انتهایی برآورده می‌کند و این راهنمایی را به ما می‌دهد که آیا همین مسیر را انتخاب کنیم یا اینکه به مسیرهای دیگر بپردازیم.

مدل کلی سیستم های خبره

مدل کلی سیستم های خبره در چهار جزء اصلی شان به شکل زیر نشان داده شده است:

رابط کاربر^{۲۱}، کاربر را قادر می‌سازد تا با سیستم های خبره ارتباط و تعامل داشته باشد.

پایگاه دانش^{۲۲}، دانش مورد نیاز و خاص آن حوزه را برای حل مسأله ذخیره می‌کند.

موتور استنتاج^{۲۳}، توانایی استدلال را برای تفسیر پایگاه دانش دارد.

مهندس دانش^{۲۴} و کارشناس مربوط، که از موتور ایجاد برای طراحی و ایجاد سیستم های خبره استفاده می‌کنند (ریموند^{۲۵}، ۱۹۹۸، ص ۴۰۱؛

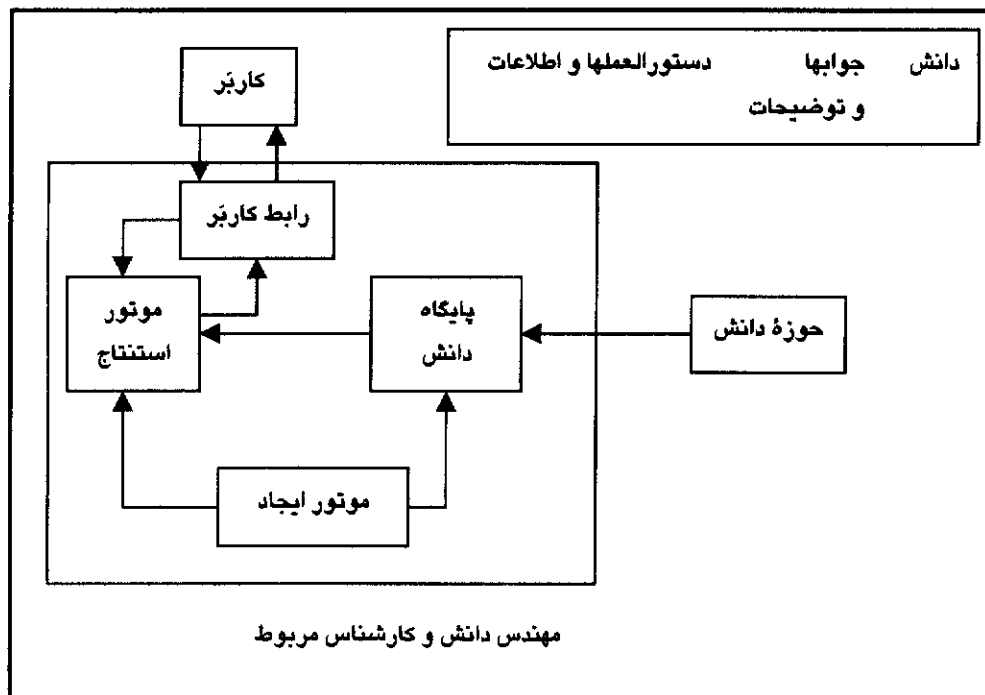
زمانی که از G به F می‌رویم، به هدف مورد نظر می‌رسیم. در این فرآیند، از آنجا که یک جواب به دست آمده است، این حرکت پایان یافته تلقی می‌شود.

روش اول پنهان (عرض) این گونه عمل می‌کند که در گره‌های درخت جستجو به جای بررسی از عمق به عمق به بررسی از عرض به عرض می‌پردازد؛ یعنی ابتدا هر سطح را به طور کامل بررسی می‌کند و سپس به سطح بعدی می‌رود.

در همین شکل (۴)، گره ابتدایی گره A است. گره بعدی مورد بررسی گره B است، ولی گره جواب نیست. پس گره دیگری در همان سطح مورد بررسی قرار می‌گیرد که گره C است و از آنجایی که این گره نیز جوابی نمی‌دهد، گره بعدی - یعنی D - مورد توجه قرار می‌گیرد. تا اینجا جوابی نگرفته ایم. لذا گره G بررسی می‌شود. دوباره نیز جوابی نگرفته ایم. در همان سطح، گره F را مورد بررسی قرار می‌دهیم که جواب نهایی است و روش اول عرض، به این صورت پایان یافته است.

فن جستجوی ابتکاری

در فن جستجوی کور، هیچ استفاده‌ای از دانش مرتبط با مسأله (برای گرفتن راهنمایی هایی در مورد نحوه جستجو) نشده بود. در مسایل پیچیده، چنین جستجوهای موجب صرف منابع زیاد می‌شوند تا بتوان به انفجار ترکیبی رسید. فن جستجوی ابتکاری، از دانش مشخص و مرتبط با مسأله برای پیمودن فضای جستجو استفاده می‌کند. این برخلاف فن جستجوی کور است که از روشهای جانور گونه برای بررسی گزینه‌ها - بدون توجه به دانش آن حوزه - استفاده می‌کند؛ برای مثال، در بازی شطرنج، در روش ابتکاری، مهره‌ها به



شکل ۵- مدل ایجاد سیستم‌های خبره

• آنگاه عملگرها (اقدامات).

فعالیتها اجرا می‌شوند، اگر شرایط قانون فراهم شده باشد. قوانین ایجاد شده در این موارد، به نام پایگاه دانش نامیده می‌شوند. بیشتر سیستم‌های خبره با استفاده از قوانین توسعه پیدا می‌کنند و به همین دلیل، سیستم‌های مبتنی بر قانون^{۲۸} نامیده می‌شوند. ولی همه شبکه‌های خبره با توجه به این قوانین توسعه پیدا نمی‌کنند و لذا شیوه‌های دیگر بازنمایی، نظیر چارچوب‌های^{۲۹} شبکه‌های معنی‌شناسی^{۳۰} یا منطق ممکن است - به منزله راهکارهای دیگر ارائه - به کار روند.

استنتاج در سیستم‌های خبره

نقطه قوت یک سیستم خبره، توانایی استنتاج آن است و این مورد دقیقاً همان چیزی است که یک سیستم خبره را هوشمند می‌سازد. استنتاج، شامل

گیاراتانو و رایلی^{۳۱}، ۱۹۹۴، ص ۲۰۲؛ زیمرمن^{۳۲}، ۱۹۸۷).

استفاده از قوانین برای بازنمایی دانش

تفاوت سیستم‌های خبره با دیگر برنامه‌های متداول این است که سیستم‌های خبره، برخلاف برنامه‌های متداول که پردازش اطلاعات را انجام می‌دهند، به پردازش دانش می‌پردازند. دانش در یک برنامه کامپیوتری به شکل قوانین مشخص شده است. آنها نحوه جستجو را ذخیره کرده‌اند که کارشناس خبره را هدایت می‌کنند (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۲؛ زیمرمن، ۱۹۹۳، ص ۱۳۵).

به طور کلی، قوانین در سیستم‌های خبره به صورت زیر بیان می‌شوند:

• اگر شرایط

بنابراین، نتیجه (۵) از دقت ریاضی بالایی که نتیجه (۳) داشته است، برخوردار نیست. برای اینکه نتیجه (۵) صحیح باشد، ما باید این فرضیه را که کانگورو یک حیوان است، با توجه به دانش حس متعارف^{۳۳} خود از دنیا واقعی داشته باشیم. این استنتاجها استقرایی هستند. این شکل از استنتاج، از دقت بالای ریاضی قیاس برخوردار نیست.

به هر حال، استنتاج استقرایی در سیستم‌های خبره به طور متداول اتفاق می‌افتد، زیرا با استنتاجهای انسانی در دنیای واقعی سازگاری دارد. برنامه‌های حل مسایل سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی معمولاً اعلانی^{۳۴} هستند؛ یعنی خصوصیت اصلی این نوع مسایل، اظهار و اعلان آنچه باید انجام شود، است تا به یک جواب دست یابند. جملات زیر را در نظر بگیرید:

- ۶- علی تنیس بازی را دوست دارد.
- ۷- هر چیزی که علی دوست دارد، محمد نیز دوست دارد.

بر پایه نظریه استنتاج قیاسی، نتیجه «محمد تنیس را دوست دارد»، از قضیه بالابه دست می‌آید. قانون (۷) و حقیقت (۶) به این نتیجه منتهی شده‌اند. این یک پارادیم اعلان است. بدون استفاده از برنامه کامپیوتری خاصی، نتیجه فوق با توجه به آنچه بیان شده است، به دست آمده است. زبانی که از این نگرش در برنامه‌های هوش مصنوعی استفاده می‌کند، پرولوگ^{۳۵} است. این کلمه از کلمات برنامه نویسی منطقی^{۳۶} به دست آمده است و نحوه به کارگیری آن شامل یک منطق ایجاد شده برای استنتاج قیاسی برای مسایلی از نوع اعلانی است.

این روش به نتیجه و جواب رسیدن، با روش الگوریتمی (روش گرایی) که چگونگی رسیدن یک رویه به جوابها را بیان می‌کند، کاملاً متفاوت است.

به دست آوردن نتایج از قضیه‌هاست. بنابراین، برای آنکه یک استنتاج اتفاق بیفتد، باید یک قضیه و نیز نتیجه‌ای وجود داشته باشد که از آن قضیه به دست آمده است. انواع مختلف روشهای استنتاجی وجود دارند که دو مورد از مهمترین آنها استنتاج استقرایی^{۳۱} و قیاسی^{۳۲} هستند (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۵). برای درک استنتاج قیاسی، به جملات زیر توجه کنید:

- ۱- علی یک برنامه نویس است.
- ۲- همه برنامه نویسان شادند.
- ۳- پس علی شاد است.

استنتاج قیاسی

موارد (۱)، (۲) و (۳)، نمونه هایی از استنتاج قیاسی هستند. نتیجه (۳)، ناشی از قیاسی است که از قضایای (۱) و (۲) شده است. در این مثال، نتیجه اطلاعات داده شده به دست آمده است.

این بدان معنی است که اگر قضایا درست باشند، در این صورت، نتیجه به دست آمده نیز صحیح است.

استدلال استقرایی

اکنون جملات زیر را در نظر بگیرید:

- ۴- همه حیوانات غذا می‌خورند.
- ۵- بنابراین، کانگورو هم غذا می‌خورد.

در بررسی اول، ممکن است این تصور ایجاد شود که نتیجه بالا (۵) از فرضیه (۴) به دست آمده است، ولی این تصور غلط است؛ زیرا هیچ اطلاعاتی در این مورد که آیا کانگورو حیوان است یا حیوان نیست، داده نشده است. در این مورد، انسان دانش خود را از دنیای واقعی مورد بررسی قرار می‌دهد که آیا کانگورو حیوان است یا حیوان نیست.

در مثال بالا، این قضایا از داده‌هایی که در نتیجه مشاهدات آزمایشگاه به دست آمده‌اند، حاصل شده‌اند.

در این روش (پسرو)، مراحل استنتاج منتهی به ارزشی برای هدف می‌شوند.

در این استدلال، همان طور که دیده شد، از ابتدای انتها می‌رویم و برعکس، دراستنتاج زنجیره وار پیشرو، واحد استنتاج از انتها شروع می‌شود. در این روش، وضعیت کنونی پایگاه دانش آزمایش می‌شود. سپس کل پایگاه دانش را کامل و فرآیند را تکرار می‌کند، به نحوی که با اطلاعات جدید اضافه شده بتواند فرآیند را پیشرفت دهد. روشهای پیشرو و پسرو، یکسری گامهایی هستند که هر سیستم خبره باید آنها را طی کند. این روشها سیستم خبره را قادر به بیان استدلالهای انجام گرفته می‌سازند.

ابزارهای ایجاد سیستم‌های خبره

زبانهای خاص، مانند لپیس^{۴۰} و پرولوگ برای کاربردهای هوش مصنوعی طراحی شده‌اند. ولی طراحی سیستم‌های خبره در استفاده از این برنامه‌ها نیاز به دانش مفصل تری دارد و به همین دلیل، برنامه‌هایی که به نامهای پوسته‌های سیستم خبره^{۴۱} هستند، برای ایجاد ساختارهای سیستم‌های خبره طراحی شده‌اند. این پوسته‌ها که استفاده از آنها در شروع بسیار ساده است، از قوانین تهی هستند؛ یعنی کسانی که این برنامه‌ها را توسعه می‌دهند، می‌توانند بر ایجاد ساختار سیستم متمرکز شوند، بدون آنکه نگرانی درباره سایر چیزها - مثل واحد استنتاج - داشته باشند. گرچه استفاده از پوشه‌های سیستم‌های خبره بسیار سودمند است، ولی این پوشه‌ها انعطاف پذیری ندارند و تغییر یا تعدیل در نحوه کار آنها و نحوه ارائه دانش و نیز ساز و کارهای استنتاجی شان بسیار دشوار است.

برنامه‌های متداول، از نوع رویه گرایی هستند که پارادیم آنها با پارادایم حل مسایل هوش مصنوعی که اعلانی است، تناقض دارد.

موتور استنتاج

وقتی باز نمایی دانش به شکل قوانین صورت گیرد، یک کارشناس خبره باید نوع قوانین مورد استفاده و ترتیبی را که از قوانین در مسایل خاص استفاده می‌کند، بداند.

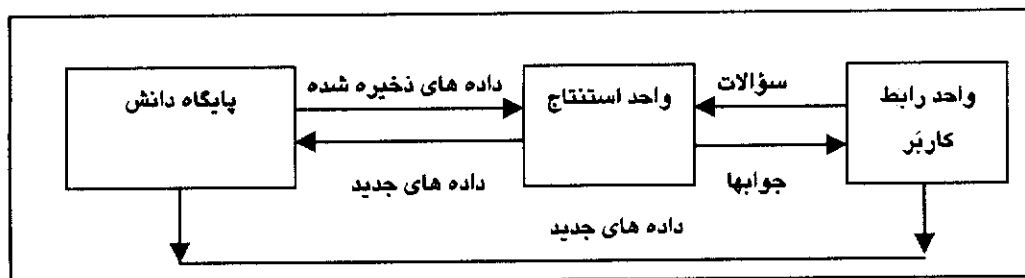
سیستم خبره نیز باید نوع و ترتیب استفاده از قوانین را بداند، که برای انجام این مهم از واحد استنتاج خود استفاده می‌کند.

واحد استنتاج، برنامه‌ای است که قاعده‌ها و دانش انباشته شده در پایگاه دانش را تحلیل و تعبیر می‌کند و به نتیجه‌گیری منطقی راه می‌یابد.

دو راهبرد اصلی که سیستم‌های قانون مدار از آنها استفاده می‌کنند، به نامهای استدلال زنجیره وار پیشرو^{۴۲} و استدلال زنجیره وار پسرو^{۴۳} هستند. واحد استنتاج، از یکی از این دو روش استفاده می‌کند (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۲)؛ برای مثال، قانون زیر را از سیستم خبره مای سین^{۴۴} در نظر بگیرید:

- اگر رنگ ارگانیزم گرم منفی (صورتی باز) باشد،
- اگر ریخت ارگانیزم میله‌ای باشد،
- اگر طرز تنفس آن غیر هوازی باشد،
- پس به احتمال بسیار زیاد (۸۰ درصد)، جزو گروه انترو باکتری ها تلقی می‌شود.

برای اثبات این قانون، از استدلال پسرو استفاده شده است. واحد استنتاج با اثبات هر قضیه‌ای که منتهی به این قانون شود، نتایج آن قانون را اثبات می‌کند. این قضایا ممکن است که خودشان نتیجه قوانین دیگر باشند.



شکل ۵ - ساختار یک سیستم خبره

معمولاً در چنین موردی، این سؤال مطرح می‌شود که چگونه سیستم به این تصمیم خاص رسیده است؛ برای مثال، اگر به کاربر یک سیستم خبره گفته شده است که بیماری مورد نظر مننژیت است، کاربر واقعاً می‌خواهد بداند که سیستم چگونه به این نتیجه رسیده است.

معماری و طرح یک سیستم خبره

ارتباط بین مفاهیم مختلف سیستم‌های خبره در شکل شماره ۵ بیان شده است. این دیاگرام، معماری اصلی یک سیستم خبره را نشان می‌دهد. ارتباط تفصیلی آن در شکل شماره ۶ نشان داده شده است.

توانایی یادگیری، مشخصه اصلی سیستم خبره

مشخصه اصلی دیگری که سیستم خبره را از سایر سیستم‌های متداول متمایز می‌سازد، توانایی یادگیری سیستم است. این سیستم، توانایی یادگیری را - حتی بدون دخالت کاربر - دارد و فرآیندی است که استقرار قانون نامیده می‌شود. این نحوه از تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، یک مسأله را برای ایجاد قوانین جدید امکان پذیر می‌سازد. این فنون، به طور مؤثر، در حوزه مسایلی که خوب تعریف شده‌اند، به کار می‌روند.

AM ویندوز ۹۸ (که قبلاً کریستال^{۴۲} نامیده می‌شد) و شیء سطح^{۴۳}، دو پوسته اصلی از سیستم‌های خبره هستند که در انگلستان مورد استفاده ابزارهای دیگر در ایجاد سیستم‌های خبره محیط‌های هوش مصنوعی^{۴۴} یا مجموع برنامه‌ها^{۴۵} نامیده می‌شوند. اینها ابزارهای هیبریدی^{۴۶} هستند که برنامه نویسان با تجربه آنها را طراحی کرده‌اند.

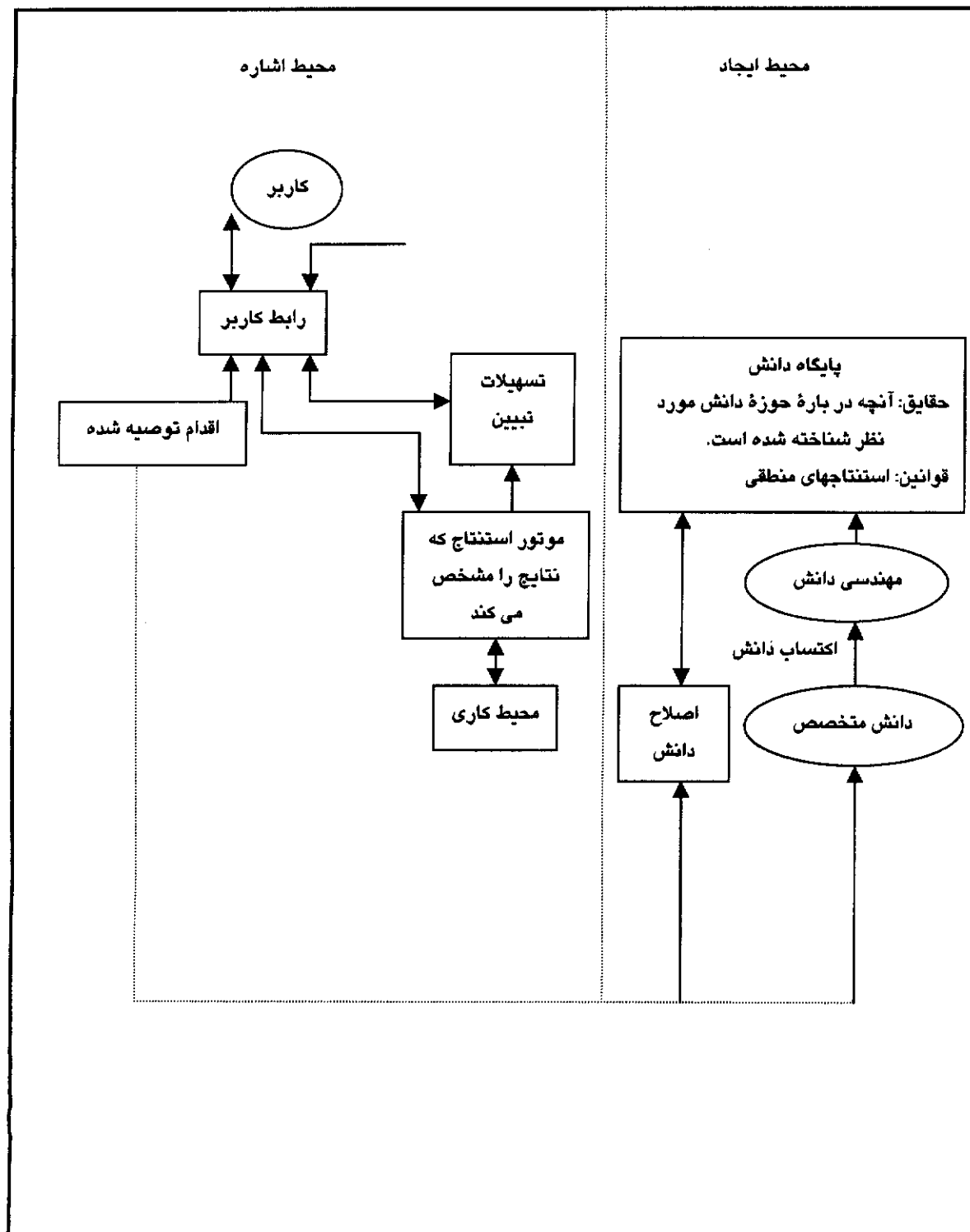
واحد رابط کاربر

این بخش از سیستم خبره، تنها بخشی است که برای استفاده کننده قابل رؤیت است و بیشترین تعامل را با او دارد و نحوه ارتباط بین یک مشتری و یک کارشناس خبره را مشخص می‌کند.

واحد رابط کاربر سیستم‌های خبره، نه تنها کاربر را قادر می‌سازد تا به سؤالات سیستم جواب دهد، بلکه به او توانایی قطع عملیات را نیز می‌بخشد، با این هدف که توضیحات بیشتری را بدهد.

بنابراین، هر گاه سیستم خبره از کاربر سؤالی می‌پرسد، کاربر می‌تواند سیستم را قطع کند، با این هدف که توضیحاتی درباره علل سؤالات سیستم به او بدهد.

برای مثال، یک کاربر سیستم خبره پزشکی ممکن است بخواهد بداند که چرا سیستم، عمر بیمار را از او می‌پرسد. این نوع سؤالات، علت را مدنظر قرار می‌دهند. نوع دیگر سؤالات چگونگی را می‌پرسند و



شکل ۶ - ساختار کلی یک سیستم خبره و تحلیل های دانش آن

جدول ۱- مقایسه سیستم‌های خبره و برنامه‌های متداول

سیستم‌های متداول	سیستم خبره	خصوصیت
الگوریتمی: مراحل رسیدن به جواب به طور صریح به وسیله طراح برنامه نوشته می‌شود. جواب به صورت کاملاً صحیح و بهینه داده می‌شود. روش حل مسایل رویه‌ای است.	ابتکاری: معمولاً از جستجو استفاده می‌کند. مراحل جواب مشخص نیستند (یعنی به وسیله طراح برنامه معلوم نشده‌اند). جواب به دست آمده معمولاً بهینه نیست و روش حل مسایل اعلانی است.	پارادایم مورد استفاده (روش کاری مورد حالت استفاده)
به دستکاری و تغییر داده‌ها می‌پردازد؛ برای مثال، ذخیره، محاسبه و مجدداً ذخیره داده‌های پردازش شده برای ایجاد اطلاعاتی خاص - مانند پرداختی‌ها در یک سیستم حقوق و دستمزد یک شرکت - را انجام می‌دهد.	ذکر دلایل باعلایم آنها؛ برای مثال، نتایج از قضیه‌های شناخته شده استنتاج می‌شوند، به این منظور که بیماری یک بیمار شناخته شود. موتور استنتاج برای تصمیم‌گیری در این مورد به کار می‌رود که قضیه‌ها ارزیابی شوند.	روش عملیات
داده‌ها، نوعاً به شکل موارد ثبت شده‌ای در زبانهای برنامه نویسی، مانند C یا کوپل وجود دارند. داده‌ها به گونه‌ای نیستند که با توجه به آنها بتوان داده‌های جدید دیگری تولید کرد.	دانش ممکن است به شکل قوانین بیان شود. یک بخش فعال در حال تغییر است که با استنتاج از آن ممکن است دانش جدید دیگری با استفاده از داده‌های جدید ایجاد شود.	واحد پردازش گردانش
داده یا اطلاعات و کنترل، معمولاً با یکدیگر جمع شده‌اند.	موتور استنتاج از حوزه دانش جداست.	ساز و کار کنترل
الگوریتم داده‌ها	استنتاج و دانش	اجزای اصلی
متغیر	تعامل زیاد - شامل فرمهای سؤال و جواب است.	رابط کاربر
خیر	توانایی تبیین، این توانایی به کاربر این امکان را می‌دهد تا دریابد که چگونه سیستم به این جوابها رسیده است و یا چرا سیستم این جواب را به سؤال خاص داده است.	توانایی تبیین
خیر	بله - ولی محدود	توانایی یادگیری

شماره ۱ ارائه شده اند (دارلینگتون، ۲۰۰۰، ص ۱۲؛ واتسون^{۴۷}، ۱۹۹۷).

در بسیاری از سیستم‌های خبره نرم‌افزار موتور استقراء وجود دارد که قادر به ایجاد قوانین بسیاری از میان مثالهای داده شده به آن است.

نتیجه گیری و تحلیل‌های کلی در مورد سیستم‌های خبره

۱- سیستم‌های خبره در علوم مختلف، کاربردهای متفاوت دارند. بیشترین کاربرد آنها در رشته‌های پزشکی، مسایل محاسباتی و ریاضیات،

خلاصه مقایسه سیستم‌های خبره با برنامه‌های متداول

خصوصیاتی که یک سیستم خبره را از سایر سیستم‌های متداول مجزا می‌کند، در جدول

تجزیه و تحلیل های کیفی به فرد تصمیم گیرنده کمک می کنند.

۵- سیستم های خبره (سیستم های مبتنی بر دانش) سیستم های مبتنی بر قانون (قانونمدار) نیز نامیده می شوند. تحلیلها و برنامه های این سیستم ها براساس اگر-آنگاه^۵ می باشند. الگوریتم طراحی شده برای سیستم های خبره قابل برنامه نویسی است و یا در قالب پوسته هایی طراحی شده است (نرم افزارهای E.S.) که باید قوانین و دانش در آنها ایجاد و اجرا شوند.

۶- دانش مدیریت، متکی به علم تصمیم و علم مدیریت است که اساس و خروجی اش تصمیم گیری است. سیستم های خبره در تمام فعالیتها برای تصمیم گیری به کار می روند و قابل استفاده در سطح گسترده در این زمینه می باشند. سیستم های خبره، همچنین، در مسایل مدیریتی، مالی، حسابداری و بخشهای فناوری به طور گسترده ای قابل استفاده اند. □

پی نوشتها

1. Expert Systems (E.S)
2. Knowledge
3. Darlington
4. Knowledge-based Systems (K.B.S)
5. Help Desk Computer
6. Rules of Thumb or Heuristic
7. Dictionary
8. Body of Knowledge
9. Domain
10. Artificial Intelligence (A.I)
11. Cawsey
12. Turban
13. Heuristic
14. State Space Search (S.S.S.)
15. Combination Exploitation
16. Blind Search
17. Heuristic Search
18. Depth First & Breadth First
19. Deed- end

ساختارهای اصلی کامپیوتر و زمین شناسی و غیره بوده است؛ برای مثال، سیستم MYCIN در طراحی یک سیستم پزشکی انتخاب آنتی بیوتیک ها (۱۹۷۶)، PROSPECTOR در کمک به زمین شناسان در استخراج مواد معدنی (۱۹۷۴) و سیستم های خبره تجاری - مانند GPSS که جداول عملیات سفرهای فضایی شاتل را برنامه ریزی می کند (۱۹۹۳) - و DART سیستم های خبره برنامه ریزی لجستیک در جنگ خلیج فارس (۱۹۹۰) به کار گرفته شده اند (هاندسن و کولن^{۴۸}، ۱۹۹۶، صص ۶۹۸-۶۹۳).

۲- در سیستم های خبره، تخصص و دانش فرد متخصص، به کامپیوتر منتقل می شود و بعضی مشکلات مرتبط با دانش انسانی (برای مثال، در دسترس نبودن انسان متخصص، احساسات مختلف انسانی، بیماری و بازنشستگی فرد متخصص) نیز در آنها وجود ندارد.

۳- سیستم های خبره موجب حفظ دانش در سازمان، افزایش بهره وری، افزایش کیفیت محصولات، حل مشکل کمیابی تخصص، انجام کار و فعالیتها در محیط کاری خطرناک، قابلیت اعتماد بالا، تصمیم گیری با اطلاعات ناقص، رفع نیاز برای تجهیزات گرانقیمت و انعطاف پذیری، توزیع دانش از طریق انتقال سریع آن از یک سایت به سایت دیگر، آموزش (از طریق شرح و تبیین یک مسأله)، تأثیر رقابتی و کاهش هزینه می شوند.

۴- سیستم های خبره، به منزله مشاور در تحلیل های مدیریتی و تصمیم گیری به کار گرفته می شوند و در بیشتر موارد نیز جایگزین تخصص انسان یا خود متخصص می گردند. سیستم های پشتیبان تصمیم گیری^{۴۹}، اغلب با

20. Evaluation Function
21. User Interface
22. Knowledge Base
23. Inference Engine
24. Knowledge Engineer
25. Raymond
26. Giarratano & Riley
27. Zimmerman
28. Rule- based systems
29. Frames
30. Semantic Networks
31. Inductive
32. Deductive
33. Common Sense
34. Declarative
35. Prolog
36. Programming Logic
37. Forward Chaining
38. Backward Chaining
39. Mycin
40. Lips
41. Expert System Shells
42. Crystal
43. Level 5 Object
44. AI Environments
45. Toolkits
46. Hybrid
47. Watson
48. Hundson D.L. Colen
49. Decision Support Systems (D.S.S)
50. IF-THEN

منابع

- داونپورت، تامس و پروساک، لارنس (۱۳۷۹)، *مدیریت دانش*، ترجمه دکتر حسین رحمان سرشت، تهران: نشر ساپکو.
- Cawsey, (1998), *The Essense of Artificial Intelligence*, Hamel Hampstead: Prentice-Hall.
- Darlington, K. (2000), *The Essense of Expert Systems*, Prentice-Hall.
- Giarratano, J. & Riley, G. (1994), *Expert Systems: Principles and Programming*.
- Hundson D.L. & Colen M.E. (1992), *Fuzzy Logic in Medical Expert System*, IEE Engineering in Medicine and Biology.
- Raymond, M. (1998), *Management Information System*, Prentice-Hall.
- Turban, E. & Melean, E. & Westherbe, J. (1996), *Information Technology for Management*.
- Watson H.J. & Hondeshel, G.E. (1997), *Including Artificial Intelligence*, Building Extensive Information Systems and Other Decision Support Application.
- Zimmerman, H.J. (1993), *Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert System*, Kluwer Academic Publisher, 4th.Ed.
- Zimmerman, H.J. (1987), *Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert System*, Kluwer Academic Publisher.