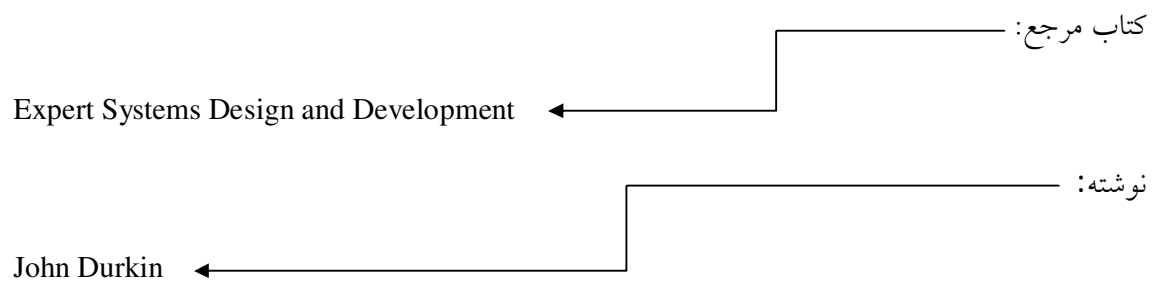


سیستم‌های خبره

Expert systems



مقدمه

معرفی سیستم‌های خبره:

اوایل سال ۱۸۰۰ میلادی آمریکایی‌ها و اروپایی‌ها وسسیله‌ای بنام شطرنج اتوماتیک ایجاد کردند که توانایی آن را داشت که با انسان شطرنج بازی کند. بعد از آن کامپیوتر مکانیکی بنام موتور تحلیلی اختراع نمودند که می‌توانست محاسبات ریاضی را انجام دهد و خروجی را چاپ کند. هم‌چنان این وسیله پیشرفت نموده و می‌توانست بخوبی اطلاعات را پردازش نماید اما توانایی استدلال را نداشت. (مسئله استدلال مختص انسان بود). برای حل این مورد دانشمندان شروع به کد کردن دانش یک مسئله برای کامپیوتر کردند، قوانین و حقایق مسئله به صورت سمبلیک مطرح می‌شدند که توانایی جستجو روی اطلاعات سمبلیک را دارند. از نمونه‌های اولیه زبان‌های سمبلیک می‌توان به LISP, PROLOG اشاره نمود.

هوش مصنوعی:

در سال ۱۹۵۶ گروهی از دانشمندان کامپیوتر که در کارگاه آموزشی که توسط IBM برگزار شد، شرکت کردند. در این کارگاه به دنبال روشی برای کامپیوتر بودند تا بتواند استدلال انسان را شبیه‌سازی نماید که این کنفرانس به عنوان تولد هوش مصنوعی مطرح شد.

تعریف: هوش مصنوعی، دامنه تحقیقاتی در علم کامپیوتر است که به دنبال ایجاد کامپیوتری است که بتواند همانند یک انسان استدلال نماید.

به طور ساده هوش مصنوعی، علم توسعه برنامه‌های کامپیوتری است که چیزی شبیه به هوش انسانی را به نمایش در می‌آورند.

هدف هوش مصنوعی:

✓ ایجاد برنامه‌های کامپیوتری که انسان را در تصمیم‌گیری یاری دهند

✓ جستجوی هوشمند اطلاعات

✓ بکارگیری زبان طبیعی در ارتباط با کامپیوتر

یکی از بهترین کارهای صورت گرفته در این دوره ایجاد حل‌کننده عمومی یا GPS¹ بود، تکنیکی که دامنه وسیعی از مسائل را قابل حل می‌نمود.

¹ General Problem Solving

مثال: در بازی شطرنج هرچیدمان مهره‌های شطرنج در صفحه شطرنج یک حالت محسوب می‌گردد. فاصله بین حالت جاری و حالت هدف (مثل کیش و مات) محاسبه می‌گردد، عملیات مناسب مانند حرکت مهره در صفحه شطرنج انتخاب می‌گردد تا روی حالت جاری اعمال شود و حالت جدیدی ایجاد گردد، این گام‌ها آنقدر ادامه پیدا می‌کنند تا به حالت هدف برسد.

مشکلات GPS:

بدست آوردن فاصله بین حالت‌ها و حرکت مناسب، داشتن حافظه برای مسائل پیچیده و سرعت پردازنده و ...

با وجود این موارد متوجه شدند که این تکنیک GPS مناسب نیست. در سال ۱۹۷۰ به این نتیجه رسیدند که هوش مصنوعی در حل مسائل جهان واقعی ناتوان است.

در سال ۱۹۷۱ اولین جهش در حرکت هوش مصنوعی در برنامه ایجاد شد که به سفارش NASA هدف فرستادن فضاپیمای بدون سرنشین به ماه بود که بتواند با استفاده از یک برنامه کامپیوتری خاک ماه را آنالیز شیمیایی نمایند. در پی این موارد شیمیدان‌ها توانستن با استخراج دانش مربوطه و اعمال آنها، برنامه‌های کامپیوتری ایجاد نمایند که همانند یک فرد خبیره عمل نماید. بنابراین اولین برنامه موفق به دانش مسئله مربوط شد نه تکنیک جستجوی پیچیده. از آنجا بود که مفهوم سیستم‌های دانش پایه یا سیستم‌های خبیره شکل گرفت.

بخش اول

سیستم‌های خبره:

تعریف: یک برنامه کامپیوتری است و طوری طراحی شده که توانایی یک فرد خبره در حل مسئله را مدل می‌نماید.

تعریف جامع‌تر: یک سیستم خبره برنامه‌ای است که سعی می‌کند از فرد متخصص در روش‌های استنتاج برای یک حوزه معین از دانش تقلید کند.

تفاوت بین داده ، اطلاعات و دانش:

داده: داده عبارت است از یک دسته نشانه‌های الفبایی.

مثال:

12 ، b.7 ، C.-42

اطلاعات: نشانه‌های فوق به تنهایی معنایی ندارند. این نشانه‌ها زمانی معنا پیدا می‌کنند که چیزی یا متنی به آنها اضافه شود. که در این صورت به آنها اطلاعات می‌گوییم.

مثال:

اگر به C.-42 درجه سانتیگراد اضافه کنیم ($^{\circ}\text{C} -32$) به دمای سرد 32- درجه اشاره می‌کند و ...

دانش: دانش در سیستم‌های خبره می‌تواند شامل دانشی باشد که از طریق افراد خبره، کتابها و مجلات قابل دسترسی است.

• کلمه دانش، از آن کلماتی است که همه معنای آن را می‌دانند ولی تعریف آن دشوار است.

دو بخش اصلی سیستم‌های خبره:

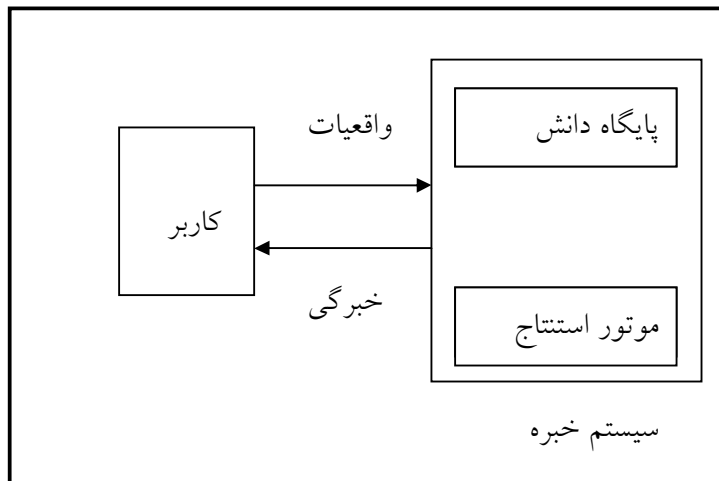
✓ دانش فرد خبره

✓ استدلال

لذا دو ماژول در سیستم در نظر گرفته می‌شود:

✓ موتور استنتاج

✓ پایگاه دانش



سیستم‌های خبره - پایگاه دانش:

پایگاه دانش شامل دانش بسیار خاص مربوط به دامنه مسئله است که توسط فرد خبره ارائه می‌شود که شامل حقایق، قوانین، مفاهیم و روابط می‌باشد.

سیستم‌های خبره - موتور استنتاج:

موتور استنتاج، پردازنده دانش است که مدلی از روش استنتاج فرد می‌باشد. این موتور براساس اطلاعات فراهم شده برای یک مسئله کار خود را آغاز می‌کند و براساس دانش ذخیره شده در پایگاه دانش یکسری نتایج و پیشنهادات را ارائه خواهد کرد.

❖ فردی که دانش لازم در حوزه‌ای محدود و معین داشته باشد، آن فرد یک فرد خبره است.

مفهوم استنتاج:

نتیجه گرفتن از شرایطی است که از پیش تعیین شده و بیان می‌گردد. در واقع استنتاج باعث هوشمند شدن سیستم خبره می‌گردد.

❖ برای استنتاج باید شرایطی وجود داشته باشد و نتیجه آن نیز موجود باشد. اگر مقدمات یا شرایط

درست باشد می‌توان گفت نتیجه نیز درست است.

تفاوت بین فرد خیره با سیستم خیره:

سیستم خیره	فرد خیره	فاکتور
همیشه	روزکاری	زمان در دسترس
در هر کجای ممکن	محلی	جغرافیای محل
قابل جایگزینی	غیرقابل جایگزین	امنیت
خیر	بله	فناپذیری
ثابت	متغیر	کارایی
ثابت و معمولاً سریعتر	متغیر	سرعت
قابل تهیه	زیاد	هزینه

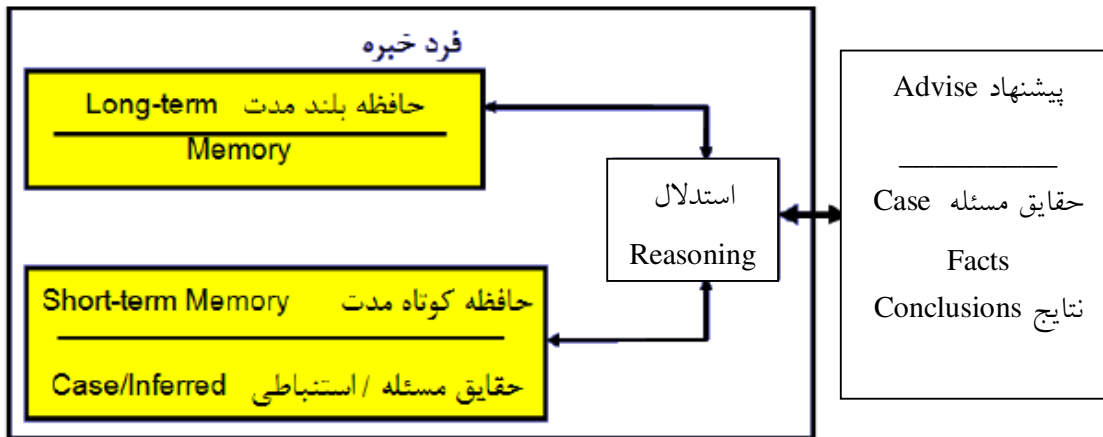
بخش دوم

ویژگی های سیستم های خبره:

همانطور که می دانیم یک فرد را زمانی خبره به مسئله ای می گوئیم که او دانش خاصی در مورد آن مسئله داشته باشد. در فیلد سیستم های خبره به اینگونه دانش محیط کاربرد می گویند یعنی اشاره دارد که دانش مربوط به یک مسئله، مشخص و محدود شده است.

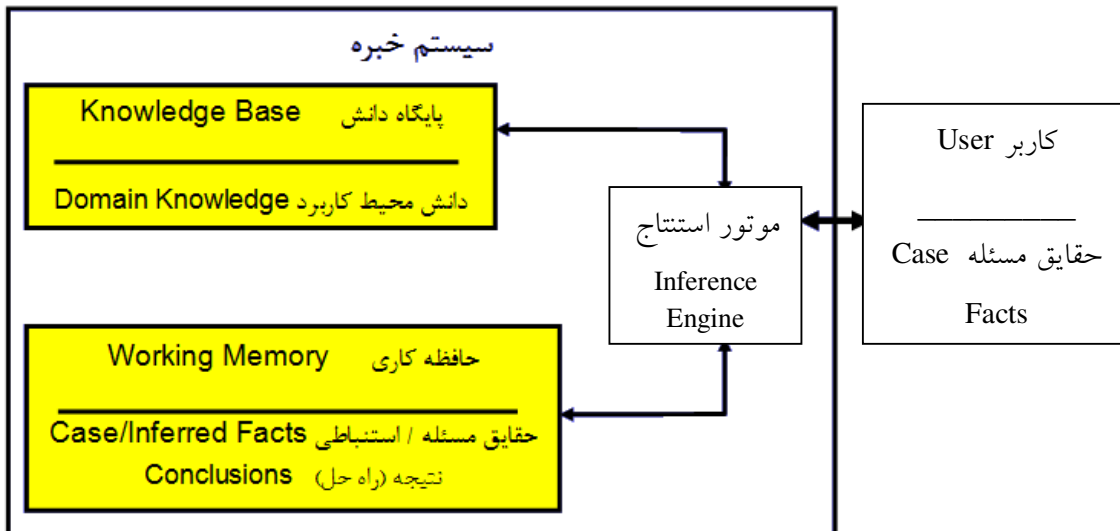
برای بیان کارکرد یک فرد خبره و یک سیستم خبره به طور جداگانه روش استدلالی آن ها مورد بررسی قرار می گیرد.

نمایش روش استدلالی در یک فرد خبره:



یک فرد خبره دانش محیط کاربرد خود را در حافظه بلند مدت (LTM) خود نگهداری می کند. در زمان ارائه پیشنهاد به کسی، فرد خبره ابتدا حقایق مربوط به مسئله را جمع آوری می کند و در حافظه کوتاه مدت (STM) خود نگهداری می نماید. فرد خبره بر مسئله یا مشکل با ترکیب حقایق موجود و دانش خود استدلال می کند. با بکارگیری این فرآیند، فرد خبره به استنباطهای جدیدی و در نهایت به نتیجه (راه حل) مسئله خواهد رسید.

سیستم‌های خبره مسائل را با فرآیندی خیلی مشابه با روش فرد خبره حل می‌نمایند و از ساختار زیر تشکیل شده‌اند.



پایگاه دانش: یک سیستم خبره دانش محیط کاربرد یک فرد خبره را در ماژولی بنام پایگاه دانش نگهداری می‌کند.

❖ تعریف: پایگاه دانش بخشی از یک سیستم خبره است که شامل دانش محیط کاربرد است.

وظیفه یک مهندس دانش آن است که دانش را از فرد خبره بدست آورده و در پایگاه دانش کد کند که تکنیک‌های مختلفی برای این فرآیند وجود دارد.

یکی از روش‌هایی که می‌توان دانش را در یک سیستم خبره ارائه کرد، با کمک قوانین (Rules) است. یک قانون از ساختار اگر/ آنگاه (IF/ Then) پیروی می‌کند و به طور منطقی اطلاعاتی که در قسمت اگر می‌آیند، با اطلاعاتی که در قسمت آنگاه ظاهر می‌شوند، مرتبط هستند.

مثال:

اگر ماشین روشن نشود

آنگاه مشکل ممکن است در سیستم الکتریکی آن باشد.

حافظه کاری: حافظه کاری شامل حقایق در مورد مسئله است که در طی اجرا بدست آمده است.

❖ تعریف: حافظه کاری، بخشی از یک سیستم خبره است که حقایق مسئله که در طی اجرا بدست آمده است را در خود دارد.

برخی سیستم‌های خبره توانایی بهره‌گیری از پایگاه داده‌های خارجی، صفحه‌های گسترده و سنسورها را دارند که همه اطلاعات به حافظه کاری منتقل می‌گردد و در جریان فرآیند استنتاج قرار می‌گیرد.

موتور استنتاج: پردازنده‌ای در یک سیستم خبره است که حقایق موجود در حافظه کاری را با دانش محیط کاربرد موجود در پایگاه دانش تطبیق می‌دهد تا در مورد مسئله به نتیجه برسد.

رابط کاربری: تعامل بین یک سیستم خبره و یک کاربر باید به فرم خیلی طبیعی باشد همانند گفتگوی بین انسان‌ها، برای این منظور در مورد رابط کاربری سیستم خبره باید توجه لازم انجام گیرد. یکی از نیازهای اصلی در رابط کاربری نحوه سوال پرسیدن است. برای آن‌که اطلاعات قابل اعتماد از کاربر بدست آید باید در نحوه طراحی سوالات دقت کافی شود.

ویژگی‌های یک سیستم خبره:

- داشتن دانش خبره
- تخصص متمرکز
- استدلال با سمبل‌ها
- استدلال به صورت ابتکاری
- تنها به مسائل قابل محدود می‌شود
- باید پیچیدگی معقول قابل توسعه باشد
- می‌تواند اشتباه کند.
- جدایی دانش از کنترل

مراحل ایجاد سیستم خبره:

فاز اول: ارزیابی «سنجش» (Assessment)

در این مرحله امکان‌پذیری انجام پروژه بررسی می‌شود که از مراحل مهم و اولیه است. در این مرحله نیازهای انجام پروژه مانند تعداد پرسنل و منابع مورد نیاز بدست می‌آید.

فاز دوم: اکتساب دانش (Knowledge Acquisition)

هدف این فاز استخراج دانش مورد نیاز است، این دانش معمولاً از فرد خبره بوجود می‌آید. این فاز شامل انجام جلسات با افراد خبره جهت مشخص شدن ابغاد مسئله، مفاهیم اصلی و روش‌های حل مسئله توسط افراد خبره است. این فاز به عنوان گلوگاه ایجاد سیستم خبره می‌باشد.

فاز سوم: طراحی (Design)

در این فاز ساختار کلی و سازمان دانش ایجاد می‌شود تا ابزار نرم‌افزاری مناسب انتخاب انتخاب گردد. در این فاز نمونه اولیه برنامه ایجاد می‌شود تا بتواند به درک مناسبی از صورت مسئله برسد.

فاز چهارم: تست

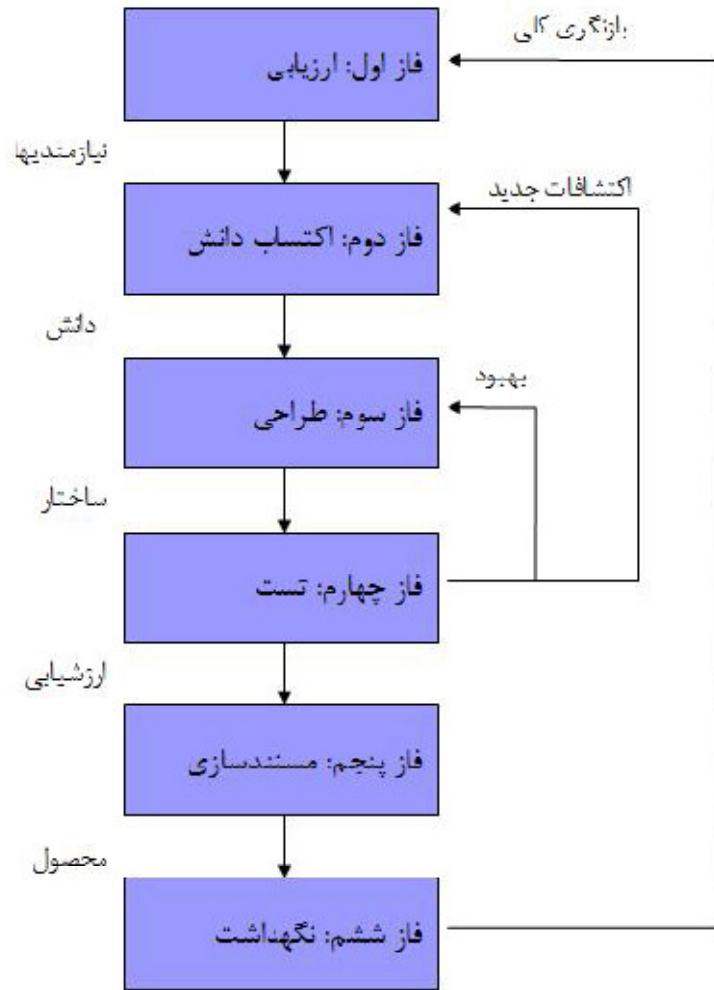
این فاز اگرچه جدا در نظر گرفته شده، اما تا پایان فرآیند تکاملی پروژه در حال انجام است. زمانیکه دانش جدیدی به سیستم اضافه می‌شود، برنامه مورد تست جامع قرار می‌گیرد. در طی مرحله تست طراحی هم با فرد خبره جهت توسعه دانش سیستم و هم با کاربر جهت توسعه رابط کاربری همکاری نزدیک دارد.

فاز پنجم: مستند سازی (Documentation)

مستندسازی کارهای صورت گرفته در فرآیند تولید نرم‌افزار یکی از نیازهای اصلی پروژه‌ی نرم‌افزاری است. مستندات جهت آموزش، راه‌اندازی سیستم و بیان مشخصات کلی سیستم است.

فاز ششم: نگهداشت (Maintenance)

سیستم بعد از تحویل باید به صورت متناوب و دوره‌ای مورد بررسی قرار گرفته و پشتیبانی شود همانند یک کودک سیستم خبره بزرگ می‌شود و می‌آموزد. دانش ثابت نیست، توسعه می‌یابد، رشد می‌کند و کامل می‌شود. حتی ممکن است تغییرات بنیادی باشد و ویژگی‌های سیستم را نیز دگرگون کند.



فازهای پیاده‌سازی یک سیستم خبره

بخش سوم:

ارئه دانش:

در این فصل تکنیک‌هایی که برای کد کردن دانش در یک سیستم خبره وجود دارد ارائه می‌شود.

❖ یک برنامه بر روی داده پردازش می‌کند اما یک سیستم خبره بر روی دانش مسئله

تعریف: دانش، فهم و درکی از یک بستز موضوعی مشخص می‌باشد.

بعد از مشخص شدن دانش کد نویسی در سیستم خبره شروع می‌شود.

روش‌های مختلف ارائه دانش:

(الف) روش سه گانه شی - صفت - مقدار (O-A-V) (Object-Attribute- Value)

(ب) قوانین (Rules)

(ج) شبکه‌های معنایی (Semantic Networks)

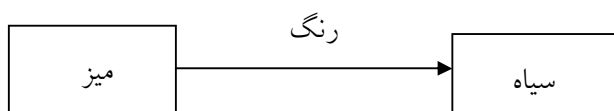
(د) قاب‌ها (Frames)

(ه) منطق (Logic)

روش سه گانه OAV:

در بیان یک واقعیت، می‌توان از رابطه یک شی با یک صفت و یک مقدار بهره گرفت که با کمک اشکال و

خطوط آن را نشان می‌دهیم. مثلاً رنگ میز سیاه است را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



صفت ویژگی آن شی را نشان می‌دهد و مقدار آنچه را که به صفت نسبت داده شده را مشخص می‌کند.

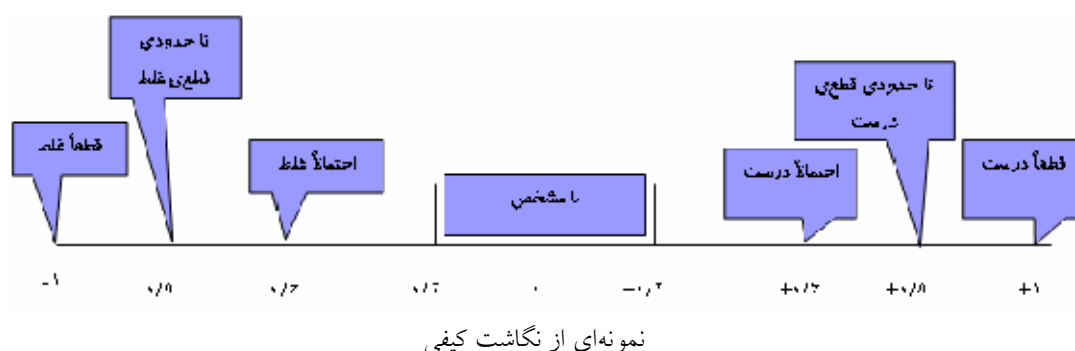
❖ در طی فرآیند طراحی یک سیستم خبره باید تعیین شود که رابطه قرار است تک مقداری باشد یا

چند مقداری.

حقایق غیر قطعی:

در مکالمات روزمره با استفاده از کلمات شاید، احتمالاً، به احتمال قوی مفهوم جمله را به فرد شنونده انتقال می‌دهیم.

سیستم خبره توانایی درک دقیق رخدادی را نمی‌داند بنابراین برای مدیریت اطلاعات نادقیق از ضریب قطعیت به نام CF (Certainty Factor) استفاده می‌شود. یک CF مقدار عددی است که به یک جمله داده می‌شود و نشان می‌دهد که چقدر آن جمله را باور داریم. در واقع میزان درستی آن جمله را نشان می‌دهد. شکل زیر ضریب قطعیت را برای نگاشت توضیح کیفی جملات به مقدار عددی CF نشان داده شده است.



همانطور که دیده می‌شود مقادیر -1 و $+1$ قطعیت باور را می‌رساند اما به طرف وسط یعنی صفر که پیش می‌رویم از میزان قطعیت کاسته می‌شود تا جاییکه در بازه‌های بین $+0.2$ تا -0.2 نامشخص است.

حقایق فازی (Fuzzy Facts):

جای دیگری که عدم قطعیت در دنیای سیستم‌های خبره می‌باشد، آنجاست که بیان نامشخص در ارائه جملات زبان روزمره دیده می‌شود. به عنوان مثال (فرد کوتاه قد است) جمله ابهام دارد، زیرا از کلمه کوتاه استفاده شده است. که در کامپیوتر مشکل‌ساز است. خوشبختانه منطق فازی روش‌هایی هم برای ارائه و هم برای استدلال با عبارات مبهم فراهم ساخته است. عبارات مبهم در مجموعه‌های فازی ارائه می‌شوند که در حقیقت برداشت کیفی از تفسیر آن عبارت را کمی می‌کند. به این نگاشت از مفهوم به عدد، درجه عضویت می‌گویند.

قوانین: (Rules)

تعریف قانون: قانون یک ساختار دانش است که برخی اطلاعات شناخته شده را به اطلاعات دیگری مرتبط می‌سازد که می‌تواند نتیجه‌گیری شده یا استدلال شده باشند.

ساختار منطقی قانون یک یا چند مقدم دارد که در قسمت اگر ظاهر شده‌اند به یک یا چند تالی که در قسمت آنگاه وجود دارند، مرتبط می‌سازد.

به طور کلی یک قانون می‌تواند جمله Else نیز داشته باشد که زمانی استنتاج خواهد شد که مقدم‌ها نادرست باشند.

مثال:

IF Today's time is after 10 am
AND today is a weekday
OR My boss called and said that
AND I am at home
I am late for work
THEN I am late for work
ELSE I am not late for work

انواع قوانین:

قوانین می‌تواند از انواع زیر باشد:

الف) رابطه ای

اگر (IF) باتری خراب است
آنگاه (THEN) اتومبیل روشن نخواهد شد

ب) توصیه

اگر اتومبیل روشن نشود
آنگاه یک تاکسی بگیر

ج) جهت دهی

IF اتومبیل روشن نشود
AND سیستم سوخت رسانی مشکلی نداشته باشد
THEN سیستم برق ماشین را چک کن

د) استراتژی

IF اتومبیل روشن نشود
THEN اول سیستم سوخت رسانی را بررسی کن سپس سیستم برق ماشین را بررسی کن

IF اتومبیل روشن نشود
AND نوع ماشین فورد 1957 باشد
THEN شناور باک را چک کن

قوانین می تواند بر اساس استراتژی که الگوی حل مسئله نیز نامیده می شود دسته بندی شوند:

الف) مشکلات تفسیری

IF از ۲ ولت بیشتر بود R ولتاژ مقاومت ۱
AND از ۱ ولت کمتر بود Q ولتاژ جمع کننده ۱
THEN بخش مدار تغذیه در رنج نرمال قرارداد

ب) مشکلات تشخیصی

IF نشانه سردرد دارید
AND سابقه حمله سردرد شدید دارید
AND نتیجه سی تی اسکن نرمال نیست
THEN اینگونه پیداست که درون مجموعه خونریزی داخلی رخ داده و باید عمل جراحی
صورت گیرد

ج) مشکلات طراحی

IF کار فعلی طراحی منبع تغذیه باشد
AND محل منبع تغذیه درون کابینت در نظر گرفته شده باشد
AND فضای کافی برای منبع تغذیه در کابینت باشد
THEN منبع تغذیه را درون کابینت قرار بده

قوانین متغیر:

نوشتن قانون برای هر شیء روش کارآمدی نمی باشد، می توان یک عمل را بر روی مجموعه ای از اشیاء مشابه اعمال نمود. مشکلاتی که در این موارد ممکن است اتفاق بیفتد عبارت است از: الف) زمانبر می باشد، ب) اگر زمانی قانون نوشته شده تغییر نماید این تغییر باید به تک تک موارد اعمال گردد. بجای این کار می توان از قوانین الگویی کمک گرفت که در این قوانین متغیری قرار دارد که می تواند بجای آن جملات منطقی قرار بگیرد.

قوانین نادقیق:

همانطور که حقایق نادقیق داریم، قوانین نادقیق نیز داریم. یک فرد خبره ممکن است قانونی بیان کند که رابطه نادقیقی بین مقدم و تالی آن برقرار باشد.
مانند:

IF تورم زیاد باشد

THEN قریب به یقین نرخ سود پایین است

در این مثال قریب به یقین نادقیق است که باید از ضریب اطمینان کمک گرفت:

IF تورم زیاد باشد

THEN نرخ سود بالاست $CF=0/8$

0/8 اگر تعیین شود که تورم دقیقاً زیاد است آنگاه نتیجه میتوان گرفت که نرخ سود با قطعیت بالاست.

فرا قانون:

برخی افراد خبره دانشی دارند که حل مسئله را جهت دهی می کند. این دسته دانش از آنهایی که تا حال بررسی گردید متفاوت است، زیرا تعیین می کند که حل مسئله چگونه بهتر انجام شود.
تعریف فرا دانش: دانش پیرامون بکارگیری و کنترل دانش محیط کاربرد است.
تعریف فرا قانون: یک قانون است که توضیح می دهد قوانین دیگر چگونه بکار گرفته شوند.
مثال:

IF the car will not start
AND the electrical system is operating normally
THEN Use rules concerning the fuel system

شبکه های معنایی (Semantic Networks):

یکی از دست یافته های جدید علم هوش مصنوعی شبکه های معنایی است.
تعریف: شبکه های معنایی، روشی از ارائه دانش است که از گرافی شامل گره ها و کمان هایی استفاده می کند که گره ها بیانگر اشیاء و کمان ها بیانگر ارتباطات بین اشیاء هستند.
یک شبکه معنایی، دید گرافیکی از اشیاء مهم، خصوصیات و ارتباطاتشان است. هم گره ها و هم کمان ها دارای اسمی هستند که کاملاً شی را معرفی می کند یا رابطه بین آنها را بیان می کند.

قاب‌ها (Frames):

یک توسعه طبیعی روی شبکه‌های معنایی است که شامل دانش نمونه درمورد مفاهیم و اشیاء و در برگیرنده دانش است. مثلاً در مثال پرنده، ممکن است شامل دانشی باشد که نشان دهد پرنده هم پا دارد هم بال و اینکه چگونه غذا تهیه می‌کند، که به این قاب گفته می‌شود.

ساختار اصلی یک قاب به شکل زیر است:

مشخصات شامل نام و محلی برای وارد کردن مقدار آن است. مقادیر مشخصات معمولاً از سه گونه داده: دودویی (Boolean)، رشته‌ای (String) یا عددی است. هر فریم فیلد اختیاری کلاس نیز دارد. در این فیلد می‌توان نام شی دیگر را قرار داد که به این شی ارتباط دارد، در حقیقت رابطه IS-A را نشان می‌دهد. بطور مثال اگر در فریم علی، در قسمت فیلد کلاس مقدار انسان قرار دهیم بیانگر آن است که «علی گونه‌ای از انسان» است.

خصوصیات در فریم همانند رابطه OAV عمل می‌نماید.

شی ۱		نام قاب:
شی ۲		
		مشخصات:
مقدار ۱	مشخصه ۱	
مقدار ۲	مشخصه ۲	
...	...	
...	...	

نمونه‌ای از یک قاب

قاب کلاسی (Class Frame):

یک قاب کلاسی، بیانگر خصوصیات کلی مجموعه‌ای از اشیاء است. برای مثال می‌توان یک قاب کلاسی ساخت که اشیائی مانند ماشی‌ها و قایق‌ها و حتی دما و فشار را توصیف کنند. برای مقدار هر مشخصه می‌توان مقدار پیش فرض Default در نظر گرفت.

مشخصات در قاب ها به دو دسته تقسیم می شوند:

✓ مشخصات ثابت: مشخصه‌ای از یک شی را نشان می دهد که مقدارش تغییر نمی کند.

✓ مشخصات متغیر: مشخصه‌ای از یک شی که در طول عملیات سیستم امکان تغییر آن وجود دارد.

قاب نمونه (Instance Frame):

در این حالت یک نمونه از قاب کلاسی ایجاد می شود که هر دوی مشخصات و مقادیر مشخصات را از کلاس به ارث می برد و می توان مقادیرش را بسته به آن نمونه خاص تغییر داد حتی می توان در صورت لزوم به آن نمونه مشخصاتی جدید با مقادیرشان اضافه کرد.

وراثت در قابها:

همانطور که گرهبها در شبکه‌های معنایی از گره دیگر اطلاعات به ارث می برند، قاب نمونه از قاب کلاسی نیز اطلاعات به ارث می برد.

همین طور می توان در قاب کلاسی رویه‌هایی نیز قرار داد که در هنگام نمونه‌گیری به قاب نمونه به ارث برسد. بطور مثال در کلاس پرنده اگر روشی برای آنکه پرنده بداند در موقع گرسنگی چه کاری انجام دهد اضافه کنیم، این روش به قاب جیبر قرمز نیز به ارث می رسد.

ساختار سلسله مراتبی:

علاوه بر ساخت یک کلاس تکی و نمونه‌های مرتب با آن، م ی توان ساختار سلسله مراتبی برای قابها که ممکن است پیچیده هم باشند ایجاد کرد.

این ساختار سلسله مراتبی مفهوم یک پرنده را در سطوح مختلف انتزاعی دسته بندی می کند. قاب سطح بالا شامل اطلاعات مشترک بین همه پرندگان و قابهای سطح متوسط (زیر کلاسها) شامل اطلاعات خاص تری برای هر گروه خاص هستند.

بخش چهارم:

تکنیک‌های استنتاج (Inference Techniques):

در بخش قبل چگونگی ارائه دانش به سیستم خبره نشان داده شد. در این بخش چگونگی استدلال دانش توسط سیستم و حل مسئله نشان داده می‌شود. فرآیند استنتاج خود شامل تکنیک استنتاج است که تکنیک‌های مختلف نحوه ترکیب دانش درون پایگاه دانش و اطلاعات و حقایق درون حافظه کاری را با هم نشان می‌دهند.

استدلال (Reasoning):

تعریف: استدلال فرآیند کار کردن با دانش، حقایق و استراتژی حل مسائل تا رسیدن به نتیجه است.

انواع مختلف استدلال وجود دارد:

✓ استدلال استنباطی (از معلول به علت - از کل به جزء)

✓ استدلال استقرایی (از جزء به کل)

✓ استدلال انتزاعی

✓ استدلال قیاسی

✓ استدلال عقل سلیم

✓ استدلال غیر یک نواخت

الف) استدلال استنباطی (Deductive Reasoning):

انسان از استدلال استنباطی برای استنباط اطلاعات جدید از اطلاعات منطقیاً مرتبط قبلی، بهره می‌گیرد. برای مثال یک کارآگاه جنایی، از مدارک صحنه جنایت و یک زنجیره از فرضیات شروع به تحقیق کرده (استنباط) و او را به تشخیص مجرم هدایت می‌کند.

استدلال استنباطی از حقایق یا بدیهیات و دانش عمومی مرتبط در قالب قوانین یا استنتاج‌های منطقی بهره می‌گیرد. فرآیند با مقایسه بدیهیات (یا حقایق) و مجموعه‌ای از استنتاج‌ها آغاز شده و به حقیقتی جدید ختم می‌شود.

این گونه استدلال به سبب منطقی مورد توجه است و یکی از تکنیک‌های پرکاربرد در حل مسائل است.

ب) استدلال استقرایی (Inductive Reasoning):

از مجموعه‌ای محدود از حقایق به نتیجه کلی می‌رسیم از طریق فرآیند عمومی سازی.

برای یک مجموعه از اشیاء $X=\{a,b,c,d,\dots\}$: اگر خصوصیت P برای a درست باشد و اگر خصوصیت P برای b درست باشد و اگر خصوصیت P برای c درست باشد و ... آنگاه P برای تمام X ها درست است.

ج) استدلال انتزاعی (Abductive Reasoning):

استنتاج استنباطی در حقیقت استنتاجی است که از حقایق و قوانین استنتاجی موجود بدست آمده و بطور منطقی درست است. انتزاعی گونه‌ای از استنباطی است که استنتاج محتمل را ممکن می‌سازد. محتمل به این معنی که نتیجه از روی اطلاعات موجود بدست می‌آید اما ممکن است غلط باشد.

د) استدلال قیاسی (Analogical Reasoning):

انسان یک مدل مغزی برای برخی مفاهیم که از تجربیاتش بدست می‌آید، می‌سازد. او این مدل را از طریق استدلال قیاسی بکار می‌گیرد تا وضعیت اشیاء را درک کند. بین دو موجودیت قیاس انجام می‌دهد، به دنبال تشابه‌ها و تفاوت‌ها می‌گردد.

م) استدلال عقل سلیم (Common-Sense Reasoning):

انسان از گونه‌ای استدلال برای افزایش سرعت استدلال بهره می‌گیرد. استدلال عقل سلیم بیشتر روی قضاوت صحیح استوار است تا منطق.

مثال: شل بودن تسمه فن رادیاتور معمولاً موجب ایجاد صدای عجیب می‌شود.

ه) استدلال غیر یکنواخت (Non-Monotonic Reasoning):

برای بسیاری از شرایط، بر اساس اطلاعاتی عمل می‌کنیم که ثابت هستند، منظور این است که در طی فرآیند حل مسئله حالت برخی حقایق ثابت می‌ماند. اینگونه استنتاج را یکنواخت می‌گوییم. اما در برخی از مسائل حالت حقایق تغییر می‌کند. مثال:

اگر باد بوزد، آنگاه پرچم تکان خواهد خورد.

در این شرایط اگر باد بوزد استدلال می‌کنیم که پرچم در حال تکان خوردن است، اما اگر وزش قطع شود، انتظار داریم که دیگر پرچم تکان نخورد. در حقیقت شرایط برای وزش باد تغییر خواهد کرد. لذا استدلال همیشه ثابت نیست (non monotonic reasoning). در این شرایط باید سیستمی باشد که همواره بررسی کند که چه چیزی باعث ایجاد حقیقتی شده و اگر آن شرایط تغییر پذیرند در صورت تغییر باید چه استدلال‌هایی مجدد گرفته شود.

استنتاج (Inference):

تعریف: استنتاج، فرآیند بکار گرفته شده در سیستم خبره است که اطلاعات جدید را از اطلاعات قبلی بدست می آورد.

دو دسته تکنیک استنتاجی پیش رو و پس رو به فرم زیر تعریف می گردند.

الف) حذف استنتاج (Modus Ponens):

تعریف: حذف استنتاج، قانون منطقی است که ادعا می کند اگر بدانیم A درست است و از A می توان B را نتیجه گرفت، آنوقت B نیز درست است.

با حذف استنتاج از بدیهیات و حقایق به حقایق جدید می توان رسید.

ب) حل یا رفع (Resolution):

با کمک حذف استنتاج می توان از حقایق قبلی به حقایق جدید رسید و این عمل آنقدر ادامه پیدا می کند تا تمام اطلاعات ممکن جدید را بتوان بدست آورد. اما در برنامه های کامپیوتری بدنبال یک هدف هستیم، و می خواهیم واقعیتی را اثبات کنیم.

تعریف: رفع استراتژی استنتاجی است که در سیستم های منطقی بکار گرفته شده و صحت یک ادعا را تعیین می کند.