# سیستم‌های خبره

**مولف:**

**دکتر محمد علی ترکمانی**

سرشناسه : ترکمانی، محمدعلی، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور : سیستم‌های خبره مطابق با سرفصل وزارت علوم.../مولف محمدعلی ترکمانی؛ [برای] دانشگاه جامع علمی - کاربردی مرکز آموزش علمی - کاربردی کارخانجات مخابراتی ایران.
مشخصات نشر : مشهد: ارسطو، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری : ۱۷۶ ص.: مصور، جدول، نمودار .
شابک : ۸۵۰۰۰ریال:978-600-7940-41-9
وضعیت فهرست نویسی : فاپا
یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۷۶.
موضوع : سیستم‌های خبره ( کامپیوتر)
شناسه افزوده : دانشگاه جامع علمی - کاربردی. مرکز آموزش علمی - کاربردی کارخانجات مخابراتی ایران
رده بندی کنگره : QA۷۶/۷۶ /خ۱۳۹۴۲ ۴ت
رده بندی دیویی : ۳۳/۰۰۶
شماره کتابشناسی ملی : ۳۹۳۲۸۴۰

نام کتاب : سیستم‌های خبره

مولفان : دکتر محمد علی ترکمانی

ناشر : ارسطو ( با همکاری سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران )

صفحه آرایی ، تنظیم و طرح جلد : محمدعلی ترکمانی و علی بیات

تیراژ : ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ : دوم – ۱۳۹۸

تعداد صفحات: ۲۴۰

چاپ : مدیران

قیمت : ۴۸۰۰۰ تومان

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۴۳۲-۰۰۶-۱

تلفن های مرکز پخش : ۵۰۹۶۱۴۵ – ۵۰۹۶۱۴۶ - ۰۵۱۱-۰۹۱۷۷۱۶۴۹۴۰

**این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف نشر یا پخش یا عرضه کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.**

# فهرست مطالب


## فصل اول: معرفی سیستمهای خبره ..... ۱۵

۱-۱- مقدمه ..... ۱۵

۱-۲- سیستم خبره چیست؟ ..... ۱۵

۱-۳- تاریخچه سیستم های خبره ..... ۱۶

۱-۴- کاربرد سیستم های خبره ..... ۱۷

۱-۵- معماری سیستم‌های خبره ..... ۲۰

۱-۶- مزایای سیستمهای خبره ..... ۲۲

۱-۷- پیاده‌سازی سیستمهای خبره ..... ۲۳

۱-۸- مقایسه سیستمهای خبره با سیستمهای قراردادی رایج ..... ۲۴

۱-۹-سئوالات تشریحی ..... ۲۵

۱-۱۰-سئوالات چهارگزینه ای ..... ۲۶

پاسخنامه ..... ۲۷

## فصل دوم: نمایش دانش ..... ۲۹

۲-۱-مفهوم داده، اطلاعات، دانش ..... ۲۹

۲-۱-۱ – انواع دانش ..... ۳۰

۲-۲- روش‌های نمایش دانش ..... ۳۱

۲-۲-۱- قوانین تولید ..... ۳۱

۲-۱-۲-الگوریتم‌های تطبیق قواعد با واقعیت ..... ۳۱

۲-۱-۲-مزایای قوانین تولید ..... ۳۲

۲-۱-۲-قوانین هیوریستیک ..... ۳۲

۲-۱-۳-۱-قوانین محدوده (دامنه) ..... ۳۳

۲-۳-۱-۲-۲- معایب سیستمهای تولید قانون ..... ۳۳
۲-۲-۲- شبکههای معنایی ..... ۳۴
۱-۲-۲-۲-مزایای وراثت در شبکه معنایی..... ۳٤
۲-۲-۲-۲-مزایای شبکه معنایی ..... ۳۵
۳-۲-۲-۲-معایب شبکه معنایی ..... ۳۵
۳-۲-۲- قابها (فریمها) ..... ۳۵
۱-۳-۲-۲-نمونههای از اشیاء قاب ..... ۳۸
۳-۲- منطق ..... ۳۸
۱-۳-۲-منطق گزارهای ..... ۳۸
۱-۱-۳-۲-ترکیب عطفی ..... ٤۰
۲-۱-۳-۲-ترکیب فصلی ..... ٤۰
۳-۱-۳-۲-استلزام یا ترکیب شرطی ..... ٤۱
۴-۱-۳-۲-همارزي ..... ٤۲
۵-۱-۳-۲-علامت نقیض یا نفي ..... ٤۲
۶-۱-۳-۲-گزارههاي همیشه درست ( تاتولوژی) و تناقضها ..... ٤۳
۲-۳-۲-منطق مسندات ..... ۴۳
۱-۲-۳-۲-سورها و حساب مسندات ..... ٤٤
۴-۲- نمایش ترکیبی ..... ۴۷
۵-۲-ابر دانش یا فوق دانش ..... ۴۹
۶-۲-سئوالات تشریحی..... ۵۰
۷-۲-سئوالات چهار گزینه ای ..... ۵۱
پاسخنامه ..... ۵۲
**فصل سوم: استنتاج ..... ۵۳**
۱-۳- مقدمه ..... ۵۳
۲-۳- عملکرد موتور استنتاج ..... ۵۳

۱-۲-۳-زنجیره پسرو (رو به عقب) ..... ۵۴
۱-۱-۲-۳-مزایای زنجیره پسرو ..... ۵۶
۲-۱-۲-۳-معایب زنجیره پسرو ..... ۵۶
۲-۲-۳-زنجیره پیشرو ( روبه‌جلو) ..... ۵۶
۱-۲-۲-۳-مزایای زنجیره پیشرو ..... ۵۶
۲-۲-۲-۳-معایب زنجیره پیشرو ..... ۵۷
۳-۳- استراتژیهای استنتاج ..... ۵۷
۴-۳-روشهای استدلال ..... ۵۹
۱-۴-۳-هیوریستیک ..... ۵۹
۲-۴-۳- استدلال مبتنی بر موارد (استدلال موردی) ..... ۶۰
۱-۲-۴-۳- CBR چه زمانی موفق عمل می کند؟ ..... ۶۱
۲-۲-۴-۳- ابزارهای CBR ..... ۶۲
۳-۲-۴-۳- CBR در مقابل سیستمهای سنتی ..... ۶۲
۳-۴-۳-استدلال سطحی ..... ۶۳
۴-۴-۳- استدلال عمقی ..... ۶۴
۵-۳-سئوالات تشریحی ..... ۶۴
۶-۳-سئوالات چهار گزینه ای ..... ۶۵
پاسخنامه ..... ۶۷

**فصل چهارم: عدم قطعیت ..... ۶۹**

۱-۴- مقدمه ..... ۶۹
۲-۴- استنتاج بیزین ..... ۷۰
۱-۲-۴- فرم احتمال نابرابر ..... ۷۳
۲-۲-۴-کفایت منطقی ..... ۷۴
۳-۲-۴- الزام منطقی ..... ۷۴

۴-۲-۴-نرخ درست نمایی موثر ..... ۷۵
۴-۳- ساخت سیستمهای خبره با استفاده از استنتاج بیزین ..... ۷۶
۴-۳-۱-یک سیستم adviser با استفاده از استنتاج بیزین در پوسته لئوناردو ..... ۷۶
۴-۳-۱-۱- پاسخگویی به سئوالات با توجه به عوامل قطعیت ..... ۷۸
۴-۳-۲-تفسیر کد لئوناردو ..... ۸۰
۴-۴- فاکتورهای قطعیت ..... ۸۱
۴-۵- روش‌های غیر عددی برای عدم قطعیت ..... ۸۴
۴-۵-۱- منطق غیریکنواخت ..... ۸۴
۴-۵-۲-تئوری تصدیق ..... ۸۵
۴-۶-شبکه های استنتاج ..... ۸۵
۴-۶-۱-پراسپکتور ..... ۸۶
۴-۶-۲-شبکه استنتاج در پراسپکتور ..... ۸۶
۴-۶-۳-ساختار شبکه استنتاج ..... ۹۰
۴-۷-سئوالات تشریحی ..... ۹۵
۴-۸-سئوالات چهار گزینه ای ..... ۹۶
پاسخنامه ..... ۹۸

**فصل پنجم: چرخه عمر در توسعه سیستم خبره .....۹۹**

۵-۱-مقدمه ..... ۹۹
۵-۲-انتخاب مسئله مناسب ..... ۹۹
۵-۲-۱-انتخاب الگوی مناسب ..... ۱۰۰
۵-۲-۲-عواید سیستم ..... ۱۰۰
۵-۲-۳-ابزارها ..... ۱۰۱

۴-۲-۵-هزینه ..... ۱۰۱
۳-۵-مراحل ایجاد یک سیستم خبره ..... ۱۰۱
۱-۳-۵-مدیریت پروژه ..... ۱۰۲
۲-۳-۵-مسئله تحویل ..... ۱۰۴
۳-۳-۵ -نگهداری و تکامل ..... ۱۰۵
۴-۵-خطاها در مراحل ایجاد ..... ۱۰۵
۵-۵- مهندسی نرم افزار و سیستم های خبره ..... ۱۰۸
۶-۵- چرخه حیات سیستم خبره ..... ۱۱۱
۱-۶-۵-هزینه های نگهداری ..... ۱۱۲
۲-۶-۵ -مدل آبشاری ..... ۱۱۲
۳-۶-۵-مدل کدنویسی و اصلاح ..... ۱۱۳
۴-۶-۵- روش نمونه‌سازی ..... ۱۱۴
۱-۴-۶-۵-مزایای نمونه‌سازی ..... ۱۱۶
۵-۶-۵-مدل افزایشی ..... ۱۱۷
۶-۶-۵-مدل مارپیچی ..... ۱۱۸
۷-۵- یک مدل چرخه حیات تفضیلی ..... ۱۱۹
۱-۷-۵- طراحی ..... ۱۲۰
۲-۷-۵- تعریف دانش ..... ۱۲۱
۳-۷-۵- طراحی دانش ..... ۱۲۲
۴-۷-۵- تصدیق بر دانش ..... ۱۲۶
۵-۷-۵-ارزیابی سیستم ..... ۱۲۷
۸- ۵- مطالعه امکان‌سنجی سیستم خبره ..... ۱۲۸
۱-۸-۵-هزینه ..... ۱۲۹

۲-۸-۵-خصوصیات ..... ۱۲۹
۳-۸-۵-دسترسی به متخصصین (خبرگان) ..... ۱۲۹
۴-۸-۵-هدف سیستم ..... ۱۳۰
۵-۸-۵-دامنه تجزیه و تحلیل خبره ..... ۱۳۰
۹-۵-سئوالات تشریحی فصل هشتم ..... ۱۳۰
۱۰-۵-سئوالات چهار گزینه ای ..... ۱۳۱
پاسخنامه ..... ۱۳۴
**فصل ششم: طراحی سیستم های خبره با استفاده از پوسته‌های مبتنی بر قانون ..... ۱۳۵**
۱-۶ – مقدمه ..... ۱۳۵
۲-۶- مراحل موجود در طراحی سیستم های خبره ..... ۱۳۵
۱-۲-۶-تعیین یک فضا از دامنه برای نمونه اولیه ..... ۱۳۶
۲-۲-۶-تصمیم‌گیری برای تعیین نمونه اولیه ..... ۱۳۶
۳-۲-۶-نمودار موکلر ..... ۱۳۸
۴-۲-۶-ایجاد جدول تصمیم‌گیری ..... ۱۳۸
۵-۲-۶- کد نمودن با استفاده از پوسته مناسب ..... ۱۴۱
۱-۵-۲-۶-نوشتن قوانین برای پایگاه دانش (VP-Expert) ..... ۱۴۱
۲-۵-۲-۶-تبدیل قوانین به فرمت VP-Expert لایه مقصد (هدف) ..... ۱۴۳
۳-۶- ساختار برنامه VP-Expert ..... ۱۴۳
۴-۶-سئوالات تشریحی فصل یازدهم ..... ۱۴۷
۵-۶-سئوالات چهار گزینه فصل یازدهم ..... ۱۵۲
پاسخنامه ..... ۱۵۳

## فصل هفتم: کار با VP-EXPERT ..... ۱۵۵


۱-۷- کار با محیط VP-Expert ..... ۱۵۵

۲-۷-پایگاه دانش ..... ۱۵۶

۱-۲-۷-ACTIONS Component ..... ۱۵۶

۱-۱-۲-۷-دستور CLS ..... ۱۵۶

۲-۱-۲-۷-دستور DISPLAY ..... ۱۵۶

۳-۱-۲-۷-دستور FIND ..... ۱۵۷

۲-۲-۷-Rule Component ..... ۱۵۷

۳-۲-۷- Statement Component ..... ۱۵۷

۳-۷-واسط کاربری ..... ۱۵۸

۴-۷-برنامه نویسی ماژولار در VP_Expert ..... ۱۵۹

۵-۷- بررسی یک مثال کامل ..... ۱۶۰

۶-۷– نمایش و استفاده از CFها در VP-EXPERT ..... ۱۶۴

۱-۶-۷-نمایش CF ها در نتایج قوانین ..... ۱۶۴

۲-۶-۷-نمایش CF ها در سئوالات ..... ۱۶۴

۳-۶-۷-ترکیب CFها در vp-expert ..... ۱۶۵

۱-۳-۶-۷-ترکیب یک CF شرطی با یک CF نتیجه ..... ۱۶۵

۲-۳-۶-۷-ترکیب عطفی CF های شرطی مختلف ..... ۱۶۶

۳-۳-۶-۷-ترکیب فصلی CF های شرطی مختلف ..... ۱۶۶

۷-۷- آستانه درستی (اطمینان) ..... ۱۶۷

۸-۷ – مجهولات در VP-EXPERT ..... ۱۶۷

۹-۷-سئوالات تشریحی ..... ۱۶۸

۱۰-۷-سئوالات چهار گزینه ای ..... ۱۷۱

پاسخنامه ..... ۱۷۳

**فصل هشتم: آشنایی با ویژوال پرولوگ ..... ۱۷۵**

۸-۱-پرولوگ چیست؟..... ۱۷۵

۸-۲-ویژوال پرولوگ چیست؟ ..... ۱۷۶

۸-۳-اصول VIP ..... ۱۷۶

۸-۴-توضیحات ..... ۱۷۸

۸-۵-لیست‌ها ..... ۱۷۹

۸-۶-دستور WRITE ..... ۱۸۰

۸-۷-CUT..... ۱۸۰

۸-۸-FAIL ..... ۱۸۱

۸-۹-DOMAINS و PREDICATES ..... ۱۸۲

۸-۱۰-CONSTANTS و DATABASE..... ۱۸۳

۸-۱۱-نحوه اجرای برنامه ..... ۱۸۴

۸-۱۱-۱-مدهای predicate در ویژوال پرولوگ ..... ۱۸۴

۸-۱۱-۲- Unification و Backtracking ..... ۱۸۵

۸-۱۲-CLAUSES ..... ۱۸۵

۸-۱۳-ساختار برنامه‌های ویژوال پرولوگ..... ۱۸۶

۸-۱۴-اعلامیه ها و تعاریف..... ۱۸۶

۸-۱۵-KEYWORDS یا کلمات کلیدی ویژوال پرولوگ ..... ۱۸۷

۸-۱۵-۱- implement و end implement ..... ۱۸۸

۸-۱۵-۲-constants..... ۱۸۸

۸-۱۵-۳-Domains ..... ۱۸۸

۴-۸-۱۵-class facts ..... ۱۸۸
۵-۸-۱۵-class predicates ..... ۱۸۸
۶-۸-۱۵-clauses ..... ۱۸۸
۷-۸-۱۵-goal ..... ۱۸۹
۸-۸-۱۵-دسترسی به Scope ..... ۱۸۹
۱۶-۸-یک مثال کامل ..... ۱۹۰

**فصل نهم: نرم افزار CLIPS ..... ۱۹۵**

۱-۹-مقدمه ..... ۱۹۵
۲-۹-نرم افزار کلیپس ..... ۱۹۷
۳-۹-محیط نرم افزار کلیپس ..... ۱۹۸
۱-۳-۹-منو های نرم افزار ..... ۱۹۸
۴-۹-نشانه گذاری‌ها ..... ۲۰۰
۵-۹-مؤلفه های پایه نرم افزار ..... ۲۰۱
۶-۹-فیلدها ..... ۲۰۱
۷-۹-واقعیات (FACT) ..... ۲۰۳
۸-۹-ساختار DEFTEMPLATE ..... ۲۰۳
۹-۹-دستور ASSERT ..... ۲۰۵
۱۰-۹-محدودیت ها برای اسلات ..... ۲۰۷
۱۱-۹-متغیر ها (VARIABLE) ..... ۲۰۹
۱۲-۹-ویلکارد ها (WILDCARD) ..... ۲۱۰
۱۳-۹-به دست آوردن شماره ایندکس FACT ..... ۲۱۲
۱۴-۹-حذف FACT با دستور RETRACT ..... ۲۱۳

۹-۱۵-تغییر FACT ایجاد شده با TEMPLATE توسط دستور MODIFY ..... ۲۱۴
۹-۱۶-کپی نمودن FACT ایجاد شده با TEMPLATE توسط دستور DUPLICATE ..... ۲۱۵
۹-۱۷-دستور SAVE-FACT جهت ذخیره FACT ها ..... ۲۱۶
۹-۱۸-دستور LOAD-FACTS جهت باز نمودن FACT ها ..... ۲۱۶
۹-۱۹-تعریف قواعد (RULES) ..... ۲۱۷
۹-۲۰-ایجاد FACT گروهی با دستور DEFFACTS ..... ۲۱۸
۹-۲۱-چاپ رشته / متغیر با دستور PRINTOUT ..... ۲۱۹
۹-۲۲-نمایش لیست دستورات ..... ۲۲۰
۹-۲۳-نمایش ساختار دستورات ..... ۲۲۰
۹-۲۴-نمایش ساختار قواعد (PPDEFRULE) ..... ۲۲۱
۹-۲۵-نمایش ساختار الگو (PPDEFTEMPLATE) ..... ۲۲۱
۹-۲۶-نمایش ساختار FACT ها (PPDEFFACTS) ..... ۲۲۲
۹-۲۷-نمایش ساختار FACT ها (PPFACT) ..... ۲۲۲
۹-۲۸-حذف نمودن ساختار ها ..... ۲۲۳
۹-۲۸-۱-حذف قواعد با دستور (undefrule) ..... ۲۲۳
۹-۲۸-۲-حذف الگوها با دستور (undeftemplate) ..... ۲۲۳
۹-۲۸-۳-حذف Fact با دستور (undeffacts) ..... ۲۲۴
۹-۲۸-۴-حذف Fact با دستور retract ..... ۲۲۴
۹-۲۹-دستورات اساسی ..... ۲۲۵
۹-۳۰-بعضی توابع سودمند ..... ۲۲۵
۹-۳۰-۱-تابع Save ..... ۲۲۵
۹-۳۰-۲-تابع Load ..... ۲۲۶

۳-۳۰-۹-تابع Open ..... ۲۲۶
۴-۳۰-۹-تابع Close ..... ۲۲۷
۵-۳۰-۹-تابع Read ..... ۲۲۷
۶-۳۰-۹-تابع Bind ..... ۲۲۸
۳۱-۹-مولفه های شرطی ..... ۲۲۹
۱-۳۱-۹-عملگرهای منتظقی برای ترکیب Pattern ها ..... ۲۳۰
۱-۱-۳۱-۹-عملگر OR ..... ۲۳۰
۲-۱-۳۱-۹-عملگر AND ..... ۲۳۰
۳-۱-۳۱-۹-عملگر NOT ..... ۲۳۱
۲-۳۱-۹-عملگر شرطی IF-Else ..... ۲۳۱
۳۲-۹-دستور SWITCH ..... ۲۳۲
۳۳-۹-دستور TEST ..... ۲۳۳
۳۴-۹-دستورات تکرار ..... ۲۳۴
۱-۳۴-۹-دستور For ..... ۲۳۴
۲-۳۴-۹-دستور While ..... ۲۳۵
۳۵-۹-توابع در کلیپس ..... ۲۳۶
۳۶-۹-محاسبات عددی ..... ۲۳۷
۳۷-۹-پنجره AGENDA ..... ۲۳۸
منابع: ..... ۲۳۹

## مقدمه:

سیستم‌های خبره به دسته‌ای خاص از نرم‌افزارهای رایانه‌ای اطلاق می‌شود که در راستای کمک افراد خبره (متخصص) و یا جایگزینی جزئی آنان در زمینه‌های تخصصی مختلف طراحی می‌شوند. امروزه سیستمهای خبره به شدت درحال پیشرفت و گسترش هستند و نقش آنها نیز در زندگی انسانها پر رنگ تر شده است. با توجه به نیاز دانشجویان رشته‌های مختلف خصوصاً کامپیوتر و IT به مرجعی مناسب، تصمیم گرفتیم این کتاب را تالیف نماییم.

در این کتاب سعی شده است مطالب با زبانی ساده ارائه گردد. حجم کتاب برای تدریس در یک نیمسال تحصیلی مناسب است. ضمنا در پایان هر فصل سئوالات تشریحی تالیفی آورده شده است تا دانشجویان گرامی بهتر بتوانند خود را برای آزمون های پیش رو آماده نمایند.

امید است این اثر مورد توجه همکاران و دانشجویان گرامی قرار گیرد. از اساتید و دانشجویان گرامی تقاضا دارم دیدگاه‌های خود را از طریق ایمیل m.a.torkamani@gmail.com با اینجانب در میان بگذارند تا انشالله در ویرایش‌های بعدی اشکالات یا کاستی‌های احتمالی کتاب مورد تجدید نظر قرار گیرد. در پایان وظیفه خود می‌دانم از آقای مهندس علی بیات به خاطر طراحی جلدکتاب، مدیریت انتشارات ارسطو و سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران جناب آقای حسین قنبری به خاطر مساعدت در کار تشکر و قدردانی نمایم.

محمد علی ترکمانی

۱۳۹۴

# فصل اول

# معرفی سیستم‌های خبره

## ۱-۱- مقدمه

سیستم های خبره  یکی از حوزه های زیر مجموعه هوش مصنوعی محسوب می‌شود. یک سیستم خبره به یک برنامه کامپیوتری  است که دارای خبرگی در یک حوزه خاص است و می‌تواند در آن حوزه برای تصمیم‌گیری یا کمک به فرد خبره جهت تصمیم‌گیری، به کار رود. این فصل به معرفی سیستم های خبره اختصاص دارد.

## ۱-۲- سیستم خبره چیست؟

تعاریف مختلفی از سیستم های خبره در منابع مختلف ذکر شده است که در این قسمت به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

- سیستم خبره یک برنامه کامپیوتری مبتنی بر دانش است که تخصص انسانی را در حوزه‌ای محدود کسب می‌کند.
- سیستم خبره یک برنامه هوش مصنوعی است که برای حل مسائل و مشکلات مربوط به یک حوزه خاص تهیه شده باشد.
- سیستم خبره یک سیستم کامپیوتری است که با استفاده از دانش، حقایق و روش‌های استدلالی مسائلی را حل می‌کنند که نیاز به توانایی افراد خبره دارد.
- سیستم خبره یک برنامه کامپیوتری هوشمند که از دانش و روش‌های استنتاج برای حل مسائلی استفاده می‌کند که به دلیل مشکل بودن نیاز به تجربه و مهارت انسان دارند.

سیستم‌های خبره به عنوان یک شاخه هوش مصنوعی موردتوجه قرارگرفته‌اند چون عمدتاً روش حل مسائل در آن بر اساس هیوریستیک (کشفیات ذهنی) است و این با روشی که الگوریتم‌ها برای حل برنامه‌ها به کار می‌برند متفاوت است.

اغلب برنامه‌های معمولی از روش‌های الگوریتمی برای حل مسئله استفاده می‌نمایند. از سوی دیگر هیوریستیک یک مسئله را با روش آزمون و خطا و با اتکا به تعدادی منبع برای یک هدف از پیش تعیین‌شده حل می‌کند. به‌عنوان‌مثال یک اتومبیل برای جستجوی جای پارک در یک پارکینگ چند طبقه از الگوریتم خاصی استفاده نمی کند. راننده تا بالاترین طبقه رانندگی کرده و هر سطح را جستجو می کند ولی باز هم هیچ‌گونه تضمینی مبنی بر جای پارک وجود ندارد.

## ۳-۱- تاریخچه سیستم های خبره

در دهه هفتاد تحقیقات و دستاوردهای هوش مصنوعی به سمت شاخه‌هایی از علم که تأثیر بیشتری در زندگی مردم داشت، گرایش یافت. سیستم DENDRAL اولین سیستم در این دسته بود که وظیفه آن یافتن ساختارهای شیمیایی ذرات ناشناخته بود. اینگونه سیستم‌ها برای حل مسائلی به‌کاربرده شدند که بتوانند به افراد خبره در یک زمینه خاص کمک نمایند. به همین علت به عنوان سیستم‌های خبره شناخته شدند. این سیستم‌ها دارای دانش مربوط به حوزه های خاص می‌باشند. جدول ۱-۱ تعدادی از سیستم‌های خبره تجربی (مبتنی بر تحقیق) را نشان می دهد. در Dendral موتور استنتاج با پایگاه دانش کاملاً در هم آمیخته بود اما Mycin پایگاه دانش را از موتور استنتاج کاملاً جدا کرد. این امر در پیشرفت سیستم های خبره بسیار موثر بود زیرا باعث می شد هسته اصلی سیستم های خبره مجدداً قابل استفاده باشد. یعنی با خالی کردن دانش قدیمی و اضافه نمودن دانش جدید می توان بسیار سریعتر سیستم های خبره جدید را ایجاد نمود. پوسته سیستم MYCIN که وظیفه استنتاج و توضیح را بر عهده دارد، می‌تواند با یک دانش جدید پر شود. پوسته MYCIN که با خالی کردن دانش پز شکی MYCIN ایجاد شده است، EMYCIN نامی ده شده است. این موضوع با سه مفهوم اصلی سیستمهای خبره امروزی یعنی قواعد، پوسته و دانش نزدیک تر است.

جدول ۱-۱: برخی سیستم‌های خبره تجربی

| نام | مبدأ | سال | محدوده کار |
|---|---|---|---|
| DENDRAL | دانشگاه استانفورد آمریکا | ۱۹۶۵ | ساختارهای مولکولی داده‌شده را روی اجزاء تشکیل‌دهنده کشف می‌کند |
| MACSYMA | هیت – آمریکا | ۱۹۶۸ | یک برنامه وسیع جذاب که انواع متفاوت از مسائل ریاضی را حل می‌کند و حساب انتگرال را در بر می‌گیرد |
| PROSPECTOR | موسسه تحقیقاتی استانفورد | ۱۹۷۴ | زمین‌شناسان را در اکتشافات معدنی کمک می‌کند. همچنین می‌تواند یافته-های زمین‌شناسان را در مناطق مهم پیشگویی کند. |
| MYCIN | دانشگاه استانفورد آمریکا | ۱۹۷۶ | یک سیستم پزشکی بی‌سابقه برای کمک به پزشکان در انتخاب انتی بیوتیک‌هایی برای کنترل عفونت‌های پیشرفته و شدید |
| XCON | DEC | ۱۹۸۰ | در ساختار کامپیوترهای بزرگ Dee Vax کاربرد دارد. |

## ۴-۱- کاربرد سیستم های خبره

سیستم های خبره در زمینه‌های مختلف از جمله صنعت، تجارت و کاربردهای مالی مفید هستند. می توان سیستمهای خبره برحسب وظیفه آنها دسته بندی نمود:

- **سیستم های تشخیص:** این سیستم ها در مشاغل وظایف مشکلی را بر عهده می‌گیرند، کاربرد این نوع سیستم ها برای مثال در پزشکی، مهندسی و نرم‌افزار تشخیص الگو است. مانند سیستم های تشخیص پزشکی و تشخیص عیب دستگاه.
- **سیستم های طراحی و زمان‌بندی:** سیستم هایی هستند که عملیات را طراحی می‌کنند. برای مثال برنامه‌ریزی اتوماتیک، حرکت ربات، استراتژی نظامی و حتی ساعت حرکت قطار.
- **سیستم های مفسر:** سیستم هایی هستند که شرح مشاهدات را بر عهده‌دارند. مانند سیستم های مراقبت (نظارت) یا سیستم تشخیص گفتار.

- **سیستم های پیش‌بینی:** سیستم هایی هستند که نتایج موقعیت‌ها و وضعیت‌ها را پیش‌بینی می‌کنند مانند پیش‌بینی ترافیک یا پیش‌بینی وضع هوا یا پیش‌بینی بازار بورس.

- **سیستمهای تشخیص نفوذگر ( IDS ):** سیستم هایی هستند که مبتنی بر سیستم خبره: برای تشخیص نفوذگران در امنیت شبکه استفاده می شوند.

هدف یک سیستم خبره فقط تسلط بر دامنه تخصص نیست. بلکه شبیه‌سازی عملکرد حل مسئله در یک محدوده خاص است.

جدول ۱-۲ پیشرفت سیستم‌های خبره از سال ۱۹۹۰ تا ۹۴ را نشان می دهد.

جدول ۱-۲: پیشرفت سیستم‌های خبره از سال ۱۹۹۰ تاکنون

| نام | توسعه‌دهنده | سال تکمیل | شرح |
|---|---|---|---|
| GPSS | NASA. USA | ۱۹۹۱ | یک سیستم خبره زمان‌بندی که چرخه عملیات را برای فضا پیمای شاتل از یک پرواز تا پرواز بعدی زمان‌بندی می‌کند |
| NSSP | Nippon steel Japan | ۱۹۹۴ | طرح یک سیستم خبره که برای نیازمندی‌های مشترک بکار برده شده وبر مبنای استدلال عمل می‌کند |
| FRAUDWATVH | Touche Ross , UK | ۱۹۹۲ | سیستم خبره نمایش که توسط بانک Barclays برای تشخیص کلاه‌برداری در کارت‌های شناسایی استفاده می‌شود. |
| DART | DARPA. USA | ۱۹۹۰ | سیستم خبره که برای برنامه‌ریزی منطقی بکار می‌رود |
| LINKMAN | Blue Circle Pix UK | ۱۹۹۱ | سیستم خبره کنترل فرایند که برای کنترل انرژی مصرفی در تولید به کارمی رود |

جدول ۱-۴ کاربردها برخی از سیستم های خبره را شرح می‌دهد.

جدول ۱-۴: انواع سیستم های خبره

| کاربرد سیستم | تشریح | تخصص سیستم خبره |
|---|---|---|
| مشاوره در VAT | ترجمه و توضیح داده های حساس را انجام می‌دهد. | تفسیر |
| DART- توسط ارتش آمریکا در جنگ خلیج فارس برای نقشه مسیر انتقال سربازان و مهمات استفاده شد. | عملیات طراحی را انجام می‌دهد. | تشخیص |
| XCON – برای طراحی و شکل دادن به سفارش‌ها مشتریان در کامپیوتر های VAX. | شکل دادن به اشیا طبق مدل. | طراحی |
| PROSPECTOR- یک سیستم کشف معدن که می‌تواند محل معادن را در نواحی مختلف تخمین بزند. | به چیزهایی نظیر نتایج وضعیت‌ها و یا حوادث اشاره می‌کند. | پیش‌بینی |
| FRAUDWATCH- این سیستم در بانک بارکلیز برای تشخیص کارت‌های اعتباری استفاده می‌شود. | این سیستم نمایشی اکثراً برای نظارت و مواظبت علیه متجاوزان بکار می رود. | نمایش |
| GUIDON- یک سیستم برای آموزش مسائل و مشکلات | شناسایی دانش‌آموزان خاطی و آموزش آن‌ها. | آموزش |
| VM- یک سیستم که بیماران را در بخش پرستاری نشان می‌دهد و طرز مداوای بیماران را کنترل می‌کند. این سیستم حالت بیمار را شرح می‌دهد و بنا بر اطلاعات، هر خطری که بیمار را تهدید می‌کند تشخیص داده و راه درمان مفید را پیشنهاد می‌دهد. | تشخیص، پیش‌بینی و نمایش رفتار سیستم را بر عهده دارد. | کنترل |
| TQMSTUNE- سیستمی است که معایب و خرابی‌های سیستم را تشخیص داده، سپس روش‌های ترمیم را ارائه می‌کند. | تولید روش‌های ترمیم معایب و خرابی‌های سیستم. | تعمیر |
| ONOCIN یک سیستم که به پیدا کردن معایب و رفع آن کمک می‌کند. | تولید روش‌هایی برای رفع خرابی سیستم. | اشکال‌زدایی |

سیستم XCON که در اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی ارائه شد، که نمونه‌ای از یک سیستم خبره موفق است. این سیستم قادر است بر اساس مبالغ هنگفت سرمایه پس انداز شده یک شرکت امکان برگشت سرمایه و سود را در کوتاه مدت محاسبه نماید. XCON یک پیکربندی مشتری با دقت ۹۸٪ در مقایسه با ۷۰٪ برای انسان دارد و کاری را که انسان در یک زمان متعارف باید به‌طور کامل انجام دهد انجام می‌دهد.

نمونه دیگری از سیستمهای خبره جذاب، سیستمهای تشخیص پزشکی است. به‌عنوان‌مثال به مکالمه سیستم خبره در زیر توجه کنید، تشخیص بیماری روی پوست یک بیمار که ماشین شورلت سال ۱۹۶۹ میلادی است.

برنامه: آیا خالی روی بدن وجود دارد؟

کاربر: بله

برنامه: خال‌های چه رنگی وجود دارد؟

کاربر: قهوه‌ای مایل به قرمز

برنامه: آیا خال‌های بیشتری روی تنه و یا جای دیگر وجود دارد؟

کاربر: خیر

برنامه: بیمار سرخک دارد.

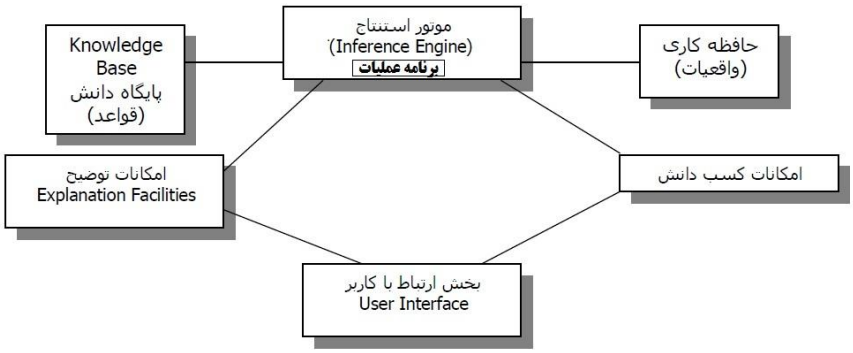
مثال بالا نشان می‌دهد که سیستم‌های خبره زمانی که با حالت‌های غیرمنتظره روبرو شوند خروجی نامأنوس تولید می‌کنند.

## ۵-۱- معماری سیستم‌های خبره

اجزای یک سیستم خبره (شکل ۱-۱ ) عبارتند از:

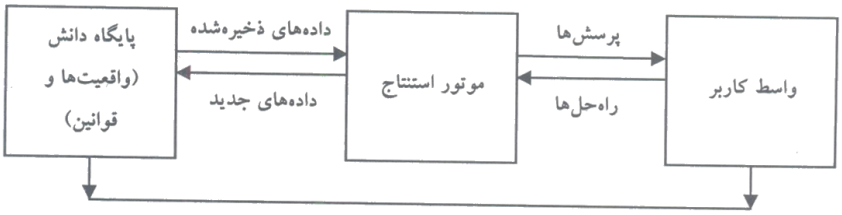
- رابط کاربر: قسمتی از سیستم خبره است که با استفاده از آن کاربر و سیستم خبره باهم ارتباط برقرار می‌کنند.
- امکانات توضیح راه حل: این بخش نحوه استدلال سیستم را برای کاربر توضیح می‌دهد.
- حافظه کاری: یک پایگاه داده کلی متشکل از وقایع یا حقایقی که توسط قواعد به کار گرفته می‌شوند.

- موتور استنتاج (بخش اصلی سیستم خبره): این بخش از سیستم تعیین می‌کند که کدام قواعد توسط واقعیات و یا اطلاعات اشیا ورودی به سیستم فعال و ارضا می‌شود.
- پایگاه دانش(بخش اصلی سیستم خبره): محلی است که دانش فرد خبره به صورت کد گذاری شده و قابل‌فهم برای سیستم ذخیره می‌شود.
- دستور کار یا برنامه عملیات: یک لیست اولویت‌بندی شده از قواعد است که توسط موتور استنتاج تهیه می‌شود.
- امکانات کسب دانش: یک روش خودکار است که کاربر از طریق آن می‌تواند دانش خود را وارد سیستم کند.( این بخش در بسیاری از سیستم های خبره اختیاری است).




شکل۱-۱: ساختار یک سیستم خبره مبتنی بر قاعده

شکل ۱-۲ نشان داده شده است. این شکل عملکرد یک سیستم خبره را نشان می‌دهد.




شکل ۱-۲ : معماری سیستم خبره

سیستم خبره از دو بخش اصلی پایگاه دانش و موتور استنتاج تشکیل شده است. کاربر حقایق یا واقعیات را به سیستم خبره وارد می‌کند( پرسش‌ها) و در مقابل توصیه‌های عالمانه یا خبرگی ( راه

حل) را دریافت می‌کند. پایگاه دانش حاوی اطلاعاتی در یک حوزه خاص است در واقع این پایگاه حاوی دانشی است که بخش دوم یعنی موتور استنتاج از آن نتیجه‌گیری می‌کند. موتور استنتاج حاوی یکسری قواعد است که با استفاده از آن می‌توان خبرگی را از پایگاه دانش استخراج کرد.
حتی موقعی که قلمرو دانش را با قوانین نمایش می‌دهیم باز هم یک فرد خبره باید مشخص کند که کدام قوانین را برای حل مسئله خاصی به کار می‌برد. علاوه بر این باید مشخص کند که این قوانین را در چه رده‌ای به کار می‌برد به‌طور مشابه یک سیستم خبره نیاز خواهد داشت تا تصمیم بگیرد که چه قانونی و در چه مورد و رده‌ای باید برای ارزیابی انتخاب شود.
برای این که این کار صورت گیرد سیستم خبره یک موتور استنتاج را به کار می‌گیرد، موتور استنتاج برنامه‌ای است که قوانین را در پایگاه دانش تفسیر می‌کند تا نتیجه را حاصل نماید.
واسط کاربر یک سیستم خبره طبیعتاً باید از قدرت تبادلی بالایی برخوردار باشد تا ساختار تبادل اطلاعات به شکل گفتگوی یک متقاضی و انسان خبره صورت گیرد.
سیستم‌های خبره به خاطر پردازش دانش با برنامه‌های رایج متفاوت هستند، این دانش در یک کامپیوتر به صورت قوانین **اگر ....آنگاه** نمایش داده می‌شود. قوانین روش‌های هیوریستیک(کشفیات ذهنی) یک انسان متخصص را در بردارند و عمل‌ها زمانی اجرا می‌شوند که شرط‌های قانون موردقبول باشند، مجموعه قوانین ایجادشده در این روش پایگاه دانش نامیده می‌شود. بسیاری از سیستم‌های خبره از قوانین استفاده می‌کنند و به این دلیل سیستم‌های مبتنی بر دانش نامیده می‌شوند.

## ۶-۱- مزایای سیستم‌های خبره

برخی از مزایای سیستم های خبره به شرح زیر است:

- **نگهداری دانش:** سیستم خبره دانش را نگهداری می کند و این دانش میتواند در حل مسائل دیگر مورد استفاده قرار گیرد .
- **توزیع دانش:** دانش می‌تواند بین پرسنل یک سازمان، شرکت‌های مختلف و حتی در سرتاسر دنیا توزیع شود و این کار با به‌کارگیری شبکه‌ها و با تکثیر سیستم‌های خبره انجام می‌شود.

- **آموزش:** کاربران می‌توانند زنجیره اســتدلال تصــمیماتشــان را ببینند و درکی بهتر از مسئله به دست آورند.
- **رقابت:** ســیســتم‌های خبره معمولاً به شــرکت‌ها یک لبه رقابت‌آمیز می‌دهند که باعث افزایش سرعت پاسخ‌دهی و دقت تصمیمات و غیره می‌شود.
- **کاهش قیمت**: ســیســتمهای کامپیوتری هزینه زیادی را برای به اشــتراک‌گذاری دانش صرف نمی‌کنند. لذا سیستم خبره می تواند موجب کاهش هزینه ها شود.
- **کاهش خطرات:** سیستم های خبره را می‌توان در محیط‌هایی که حضور در آن‌ها برای انسان خطرناک است به کار گرفت.
- **دسترسی به دانش:** دانش یک متخصص خبره که در سیستم های خبره به کار گرفته می شــود، روی کامپیوترهای دیگر قابل اســتفاده اســت. علاوه بر این می‌توان از دانش چندین فرد خبره به‌طور همزمان استفاده کرد.
- **پاسخ سریع:** در مسائلی که نیاز به پاسخ بلادرنگ وجود دارد، سیستم خبره بسیار سریع‌تر از یک فرد خبره پاسخ می‌دهد..
- **سازگاری:** سیستم خبره مانند انسان نیست که روزهای تعطیل یا بیماری داشته باشد.

## ۷-۱- پیاده‌سازی سیستم‌های‌خبره

برای پیاده‌سازی سیستم های خبره از سه مولفه زیر استفاده می شود:

- **ابزار(Tools)**: یک محیط برنامه‌نویســی اســت که از یک زبان برنامه نوســی در یک محیط گرافیکی برای مدیریت فایل ها، نمایش خروجی ها برای تولید برنامه های کاربردی پشتیبانی می کند.
- **زبان:** زبان‌های برنامه‌نویســی مختلفی در زمینه هوش مصــنوعی وجود دارد که می توان از آنها برای تولید ســیســتم های خبره اســتفاده کرد. مانند لیســپ، پرولوگ و VPEXPERT.
- **پوسته(Shell)**: پوسته یک نقطه شروع برای ساخت سیستم‌های خبره است. درواقع پوسته سیستم‌های خبره‌ای است که قوانینی در آن‌ها وجود ندارد. منظور از پوسته یک

سیستم خبره بدون پایگاه دانش است که به گونه‌ای طراحی شده است که اگر یک پایگاه دانش پزشکی در تشخیص یک بیماری خاص را در آن قرار دهید به سیستم خبره پز شکی برای این منظور تبدیل می شود. اگر دانش مربوط به ت شخیص بیماری دیگری در آن قرار گیرد سیستمی برای تشخیص آن بیماری خواهد شد.

## ۸-۱- مقایسه سیستم‌های خبره با سیستم‌های قراردادی رایج[1]

ویژگی‌هایی که سیستم‌های خبره را از سیستم‌های قراردادی متمایز می‌سازد در جدول ۳-۱ خلاصه شده است.

جدول ۱-۳: مقایسه سیستم‌های خبره با سیستم‌های قراردادی

| ویژگی‌ها | سیستم خبره | سیستم قراردادی |
|---|---|---|
| نمونه‌های اساسی | هیوریستیک معمولاً با استفاده از جستجو ارائه می‌گردد. حرکت به سوی راه حل است (یعنی اینکه از طریق برنامه‌ریز مشخص نمی‌شود) و اگر راه‌حلی پیدا شود حتماً راه حل بهینه نیست معمولاً حل مسئله اعلانی است. | الگوریتمیک راه حل به وسیله برنامه‌ریز تعیین می‌شود. پاسخ‌های صحیح داده می‌شود. معمولاً حل مسئله رویه‌ای است. |
| شیوه عمل | دلایل دارای سمبل هستند مثل جمع‌بندی نتایج تشخیص بیماری یک مریض موتور استنتاج برای تصمیم‌گیری در مورد قضایایی که ارزشیابی شده-اند بکار می رود. | کاملاً داده‌ها را دست‌کاری می‌کند. برای مثال مرتب کردن، محاسبه و ذخیره داده‌های پردازش‌شده برای سیستم پرداخت حقوق یک شرکت. |
| واحد پردازش | دانش ممکن است به صورت قانون نشان داده شود دانش به صورت فعال عمل می‌کند به این معنی که سیستم خبره می‌تواند به وسیله دانش و از طریق داده دریافتی، دانش جدیدی را استنتاج کند. | داده معمولاً به صورت آرایه‌ها با رکوردها در زبانی مانندC با Co bolنمایش داده می‌شوند. داده غیرفعال است و داده‌های بیشتری را ایجاد نمی‌کند. |
| مکانیزم کنترل | موتور استنتاج همیشه از حوزه دانش جداست | داده با اطلاعات و کنترل همیشه باهم مرتبط‌اند. |

1 Conventional Programs

| | | |
|---|---|---|
| واسط کاربر | دارای تبادل در سطح بالا و معمولاً به شکل پرسش و پاسخ | متغیر |
| قابلیت تفسیر | بله پیگیری واضح مراحل نهفته زنجیره استنتاج که به‌نوعی کاربر را مجاز می‌سازد تا بداند سیستم چگونه به نتایج خود رسیده است و یا اینکه سیستم چگونه به دنبال پاسخ یک سئوال خاص می‌گردد | خیر |
| قابلیت یادگیری | آری – ولی محدود | خیر |

## ۹-۱-سئوالات تشریحی

۱-تعریف سیستم خبره را بنویسید؟

۲-تقلید و شبیه‌سازی چه تفاوتی با هم دارند؟

۳-به چه کسی فرد خبره می‌گویند؟

۴-معماری یک سیستم خبره را با رسم شکل نشان دهید.

۵-منظور از حوزه یا دامنه یک مسئله چیست؟

۶-چهار مورد از فواید سیستم های خبره را نام ببرید.

۷-هیوریستیک چیست؟ هیوریستیک‌ها چگونه مسائل را حل می‌کنند.

۸-چند زمینه کاربردی سیستم های خبره را نام ببرید.

۹-منظور از سیستم های تشخیص چیست؟

۱۰-منظور از سیستم های پیش بینی چیست؟

۱۱-چرا سیستمهای خبره ای که بر اساس دامنه های محدود و کوچک برای کارهای روزمره ساخته می‌شوند، موفق هستند؟

۱۲-مثالی مطرح کنید که سیستم خبره مبتنی بر قانون برای آن مفید باشد( مانند انتخاب یک دانشگاه برای تحصیل یا پر کردن یک فرم برایدرخواست شغل). سپس سعی کنید که دانش انجام موارد فوق را به وسیله قوانین فرموله نمایید.