تئوری و آزمایشگاه

هوش مصنوعی

مطابق با سرفصل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای رشته‌های کامپیوتر، IT

مولف:

دکتر محمد علی ترکمانی

سرشناسه	:	ترکمانی، محمدعلی، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	:	تیوری و آزمایشگاه هوش مصنوعی مطابق با سر فصل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای رشته های کامپیوتر، IT/ مولف محمدعلی ترکمانی.
مشخصات نشر	:	مشهد: ارسطو، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	۴۱۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	978-600-432-119-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
موضوع	:	هوش مصنوعی -- برنامه‌های کامپیوتری
موضوع	:	Artificial intelligence -- Computer programs
موضوع	:	هوش مصنوعی
موضوع	:	Artificial intelligence
موضوع	:	هوش مصنوعی -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	:	Artificial intelligence -- Examinations, questions, etc (Higher)
موضوع	:	هوش مصنوعی -- راهنمای آموزشی(عالی)
موضوع	:	Artificial intelligence -- Study and teaching (Higher)
رده بندی کنگره	:	Q۳۳۶/ت۴ت۹ ۱۳۹۵
رده بندی دیویی	:	۰۰۶/۳۰۳۸۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۵۴۶۲۸۱

نام کتاب : هوش مصنوعی

مولف : دکتر محمد علی ترکمانی

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

صفحه آرایی ، تنظیم و طرح جلد : علی بیات

تیراژ : ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ : دوم – ۱۳۹۹

چاپ : مدیران

قیمت : ۴۶۵۰۰ تومان

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

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

فهرست مطالب

فصل اول: مفهوم هوش مصنوعی ۱۱

۱-۱-هوش مصنوعی چیست؟ ۱۱

۱-۲- انسان گونه عمل کردن: رهیافت آزمون تورینگ ۱۱

۱-۳- انسانی فکر کردن: رهیافت مدل سازی شناختی ۱۳

۱-۴- منطقی فکر کردن: قوانین رهیافت تفکر ۱۳

۱-۵- منطقی عمل کردن: رهیافت عامل منطقی ۱۴

۱-۶-زیربنای هوش مصنوعی ۱۵

۱-۷-تاریخچه هوش مصنوعی ۱۶

۱-۸-سئوالات ۱۷

فصل دوم: عامل‌های هوشمند ۱۹

۱-۲-عامل‌های هوشمند ۱۹

۱-۱-۲- عامل ها چگونه باید عمل کنند ۱۹

۲-۱-۲- نگاشت ایده آل از دنباله های ادراکی به عملیات ۲۱

۳-۱-۲- خودمختاری ۲۲

۴-۱-۲- ساختار عامل های هوشمند ۲۳

۵-۱-۲- برنامه های عامل ۲۳

۲-۲-انواع مختلف عامل ۲۳

۱-۲-۲- عامل های واکنشی ساده ۲۵

۲-۲-۲- عامل مدل گرا ۲۷

۳-۲-۲- عامل های هدف گرا ۲۸
۴-۲-۲- عامل های سودمند ۲۹
۵-۲-۲-عامل‌های یادگیرنده ۳۰
۳-۲- ارتباط بین عامل و محیط ۳۱
۱-۳-۲-خواص محیط ها ۳۱
۴-۲-سئوالات ۳۳

فصل سوم: حل مسائل توسط جستجو ۳۵

۱-۳-چهار گام اساسی برای حل مسائل ۳۵
۲-۳-عامل حل مسئله ۳۵
۳-۳-دانش و انواع مسئله ۳۶
۴-۳-مسائل و راه‌حل‌های خوب تعریف شده ۳۷
۵-۳-اندازه‌گیری کارایی حل مسئله ۳۸
۶-۳-انتخاب حالات و عملیات ۳۸
۷-۳-انتزاع ۳۹
۸-۳- گراف فضای حالت ۳۹
۹-۳- مسائل نمونه ۴۱
۱-۹-۳- نقشه رومانی ۴۱
۲-۹-۲-معماری ۸ ..... ۴۲
۳-۹-۲-مسئله ۸ وزیر ۴۳
۴-۹-۲-دنیای مکش (جارو برقی) ۴۵
۵-۹-۲-مسئله کشیش‌ها و آدمخوارها ۴۷
۱۰-۳-سئوالات ۴۸

پاسخ‌ها: ۴۹

فصل چهارم: معیارهای استراتژی جستجو..... ۵۱

۴-۱-معیارهای الگوریتمهای جستجو ۵۱

۴-۲-روش های جستجوی غیرآگاهانه ۵۱

۴-۲-۱-جستجوی اول سطح ۵۲

۴-۲-۲-جستجوی هزینه یکسان ۵۳

۴-۲-۳-جستجوی اول عمق ۵۴

۴-۲-۴-جستجوی عمقی محدود شده ۵۵

۴-۲-۵-جستجوی عمیق کننده تکراری ۵۶

۴-۲-۶-جستجوی دو طرفه ۵۸

۴-۲-۷-مقایسه استراتژی‌های جستجو ۵۹

۴-۲-۸-اجتناب از حالات تکراری ۵۹

۴-۳- روش های جستجوی آگاهانه ۶۰

۴-۳-۱-جستجوی حریصانه ۶۲

۴-۳-۲-الگوریتم A* ۶۴

۴-۳-۳-جستجوی IDA* ۷۰

۴-۳-۴-جستجوی اولین بهترین بازگشتی RBFS ۷۳

۴-۳-۵-مقایسه RBFS و IDA* ۷۳

۴-۳-۶-جستجوی SMA*..... ۷۵

۴-۴-الگوریتم های جستجوی محلی و بهینه سازی ۷۶

۴-۴-۱-جستجوی تپه نوردی..... ۷۸

۴-۴-۲-جست و جوی حرارت شبیه سازی شده(SA) ۸۳

۳-۴-۴-جستجوی پرتو محلی ۸۴
۴-۴-۴-الگوریتم‌های ژنتیک ۸۵
۵-۴- سئوالات ۸۸
پاسخ‌ها: ۹۱
فصل پنجم: جستجوی رقابتی ۹۳
۱-۵-بازی‌ها و جستجوی رقابتی ۹۳
۲-۵-الگوریتم MinMax ۹۴
۳-۵-هرس آلفا و بتا ۹۷
۴-۵-بازی‌های قطعی با اطلاعات ناقص ۱۰۱
۱-۴-۵-تابع ارزیابی اکتشافی EVAL ۱۰۲
۲-۴-۵-اثر افق ۱۰۳
۵-۵-بازی هایی که شامل عنصر شانس هستند ۱۰۴
۱-۵-۵-پیچیدگی expectiminimax ۱۰۶
۶-۵-سئوالات ۱۰۶
پاسخ‌ها: ۱۰۹
فصل ششم: ارضای محدودیت ۱۱۱
۱-۶- مسائل ارضای محدودیت ۱۱۱
۲-۶-مثالی از CSP: رنگ آمیزی نقشه ۱۱۲
۳-۶-انواع محدودیت‌ها CPS ۱۱۳
۴-۶- مثالی دیگر از CSP: مسئله N وزیر ۱۱۳
۵-۶-فرموله سازی جستجوی استاندارد ۱۱۴

۶-۶-گراف محدودیت ۱۱۴
۶-۷-جستجوی عقبگرد برای CSP ۱۱۵
۶-۸-بهبود جستجوی عقبگرد ۱۲۲
۶-۹-جستجوی محلی در مسائل ارضای محدودیت ۱۲۸
۶-۱۰-سئوالات ۱۲۹

فصل هفتم: معرفی و نصب ویژوال پرولوگ ۱۳۱

۷-۱-پرولوگ چیست؟ ۱۳۱
۷-۲-تفاوت پرولوگ و زبان‌های رویه‌ای ۱۳۱
۷-۳-ویژوال پرولوگ چیست؟ ۱۳۳
۷-۴-نصب ویژوال پرولوگ ۱۳۴
۷-۵-فعال کردن ویژوال پرولوگ ۱۳۴

فصل هشتم: ساختار برنامه‌های ویژوال پرولوگ ۱۳۹

۸-۱-مقدمه ۱۳۹
۸-۲-اعلان ها و تعاریف ۱۳۹
۸-۳- کلمات کلیدی ویژوال پرولوگ ۱۴۰
۸-۳-۱- **implement** و **end implement** ۱۴۱
۸-۳-۲-**open** ۱۴۱
۸-۳-۳-ثابت‌ها ۱۴۱
۸-۳-۴- انواع داده اولیه ۱۴۱
۸-۳-۵-**Domains** ۱۴۳
۸-۳-۶-**class facts** ۱۴۳

۸-۳-۷- **class predicates** ۱۴۴
۸-۳-۸- **clauses** ۱۴۵
۸-۳-۹- **goal** ۱۴۶
۸-۳-۱۰-دسترسی به **Scope** ۱۴۶
۸-۴-**CUT** ۱۴۷
۸-۴-۱- **Cut Scopes** ۱۴۸
۸-۵- **FAIL** ۱۴۹
۸-۶-نحوه اجرای برنامه ۱۴۹
۸-۷-کامپایل کردن و اجرا نمودن برنامه ۱۵۰
۸-۷-۱-مدهای **predicate** در ویژوال پرولوگ ۱۵۰
۸-۸- **UNIFICATION** ۱۵۱
۸-۹-توضیحات یا COMMENT ۱۵۱
۸-۱۰-لیست‌ها ۱۵۲
۸-۱۱-دستور **WRITE** ۱۵۲
۸-۱۲- پرس‌وجو ۱۵۳
۸-۱۳-یک مثال کامل ۱۵۳
۸-۱۴-مثالی از استفاده از دامنه ها ۱۵۸
۸-۱۵- توابع ۱۶۰
۸-۱۶- محمول‌ها ۱۶۰
۸-۱۷- راه حل‌ها ۱۶۱
۸-۱۸-استلزام ۱۶۲
۸-۱۹-مفهوم کلاز شاخی ۱۶۲

۸-۲۰- برنامه فاکتوریل با استفاده ازکلاز شاخی و CUT ۱۶۳
۸-۲۱- اعلان‌ها ۱۶۵
۸-۲۲- اعلانهای از پیش تعیین شده ۱۶۶
۸-۲۳- برنامه کنسول فاکتوریل با استفاده از CUT ۱۶۷

فصل نهم: لیست‌ها ۱۷۱

۹-۱- لیست‌ها ۱۷۱
۹-۲- **REDACTION** یا کاهش ۱۷۷
۹-۳- ضرب نقطه‌ای دو لیست ۱۷۹
۹-۴-جستجوی تمام عناصر لیست **L** ۱۸۱
۹-۵- برنامه‌ای که یک لیست را معکوس می‌کند ۱۸۲
۹-۶- مجموعه‌ها ۱۸۳
۹-۷-رنگ‌آمیزی نقشه ۱۸۵

فصل دهم: پیاده سازی برخی ازمسائل هوش مصنوعی ... ۱۸۷ .....

۱۰-۱- جستجوی اول سطح ۱۸۷
۱۰-۲-جستجوی اول عمق ۱۹۰
۱۰-۳- جستجوی هیورستیک ۱۹۲
۱۰-۴-مسئله **N** وزیر ۱۹۵
۱۰-۵-مسئله کشاورز، گرگ، بز و کلم ۱۹۸
۱۰-۶-پیاده سازی مسئله **MAZE** ۲۰۱
منابع : ۲۰۳

مقدمه:

هوش مصنوعی یکی از شاخه های مهم مهندسی کامپیوتر است که در حوزه های مختلف کاربردهای زیادی دارد. با توجه به اهمیت این حوزه، درس هوش مصنوعی در سرفصل های مصوب وزارت علوم تحقیقات و فناوری برای رشته های کامپیوتر و IT قرار دارد. با توجه به نیاز دانشجویان به مرجع مناسب برای این درس، تصمیم گرفتم این کتاب را تالیف نمایم. در این کتاب سعی شده است مطالب با زبانی ساده ارائه گردد. حجم کتاب نیز برای تدریس در یک نیمسال تحصیلی مناسب است. ضمنا در پایان هر فصل نیز سئوالات مرتبط با درس آورده شده است تا دانشجویان گرامی بهتر بتوانند خود را برای آزمون های پیش رو آماده نمایند.

برای بخش عملی درس، از کامپایلر ویژوال پرولوگ استفاده شده است. در این کتاب ساختار زبان Visual prolog نظیر انواع داده‌ها، عملگرها، فرم‌ها، رویدادهای ماوس، Closureها، کلاس‌ها و اشیاء، برنامه‌های کنسول، لیست‌ها بررسی خواهد شد. همچنین تعداد زیادی از تکنیک های هوش مصنوعی نظیر الگوریتم Min-Max، جستجوی عمقی، جستجوی سطحی، جستجوی Heuristic ، هرس آلفا-بتا، بررسی شده و پیاده سازی مسائل کلاسیک و نوین هوش مصنوعی نظیر مسئله n وزیر، مسئله "کشاورز، گرگ، بز و کلم" مسئله maze، با استفاده از آخرین نسخه Visual prolog شرح داده می‌شود. با توجه به عدم وجود منابع فارسی در این حوزه، این کتاب می‌تواند برای اساتید، دانشجویان و متخصصان هوش مصنوعی مفید باشد.

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 طراح جلد کتاب آقای مهندس علی بیات، مدیریت انتشارات ارسطو و سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران جناب آقای حسین قنبری به خاطر مساعدت در کار چاپ تشکر و قدردانی نمایم.

محمد علی ترکمانی

زمستان ۹۸

فصل اول

مفهوم هوش مصنوعی

۱-۱-هوش مصنوعی چیست؟

هوش مصنوعی(AI)[1]به هوشی که یک ماشین در شرایط مختلف از خود نشان می‌دهد، گفته می‌شود. به عبارت دیگر هوش مصنوعی به سیستم‌هایی گفته می‌شود که می‌توانند واکنش‌هایی مشابه رفتارهای هوشمند انسانی از جمله درک شرایط پیچیده، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسانی و پاسخ موفق به آنها، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسایل را داشته باشند .بیشتر نوشته‌ها و مقاله‌های مربوط به هوش مصنوعی، آن را به عنوان «دانش شناخت و طراحی عامل‌های هوشمند تعریف کرده‌اند.

تعاریفی از AI که به چهار قسمت تقسیم شده‌اند:

- عاقلانه فکر کردن
- عاقلانه عمل کردن
- مانند انسان فکر کردن
- مانند انسان عمل کردن

۱-۲- انسان گونه عمل کردن: رهیافت آزمون تورینگ

[1] Artificial Intelligence

تست تورینگ[۱] که توسط آلن تورینگ (۱۹۵۰) پیشنهاد شد، تعریف علمی رضایت بخشی از هوش را ایجاد کرده است. آزمونی از کامپیوتر به عمل آید و آزمون گیرنده نتواند دریابد که در آن طرف انسان قرار دارد یا کامپیوتر. برای این کار کامپیوتر باید قابلیت‌های زیر را داشته باشد:

- پردازش زبان طبیعی[۲] = محاوره
- بازنمایی دانش[۳] = ذخیره اطلاعات
- استدلال خودکار = استدلال و استخراج
- یادگیری ماشینی[۴] = کشف الگو و برون ریزی

تست تورینگ(شکل ۱-۱) از ارتباط فیزیکی مستقیم بین کامپیوتر و محقق اجتناب می‌کند. به منظور قبول شدن در تست تورینگ کلی، کامپیوتر به موارد زیر احتیاج دارد:

- بینایی ماشین برای درک اشیاء
- روباتیک به منظور حرکت آنها

۱Turing
۲natural language processing
۳Knowidge representation
۴machine learning

شکل ۱-۱: تست تورینگ

۱-۳- انسانی فکر کردن: رهیافت مدل سازی شناختی

اگر قصد آن را داریم بگوییم یک برنامه همانند انسان فکر می‌کند، باید راهی برای درک چگونگی فکر انسان داشته باشیم. پس باید راهی به درون چگونگی عملکرد افکار انسان پیدا کنیم. برای انجام این امر دو راه وجود دارد: از طریق درون گرایی(سعی در به دست آوردن افکار خودمان) یا از طریق تجارب روانشناسی اگر قادر به ایجاد تئوری دقیقی درباره ذهن باشیم، آنگاه قادر خواهیم بودن این تئوری را به برنامه کامپیوتری تبدیل کنیم. اگر ورودی و خروجی و زمان بندی با رفتار انسان تطبیق داشته باشد، گواهی بر آن دارد که برخی از مکانیزم های برنامه ما در انسان هم عمل خواهد کرد.

۱-۴- منطقی فکر کردن: قوانین رهیافت تفکر

ارسطو یکی از اولین کسانی بود که سعی داشت تا رمز «تفکر درست» را بگشاید که فرآیند استدلال غیرقابل نفی است. قیاس[۱]معروف وی الگوهایی برای ساختار توافقی ایجاد کرد که همواره نتایج صحیحی به اندازه مقدمات صحیح به دست می‌آورد. برای مثال، «سقراط انسان است، تمام انسان ها می میرند. پس سقراط خواهد مرد».

این طرز فکر عملیات ذهن را سازمان می دهد و حیطه منطق[۲] را پایه گذاری می کند.

توسعه منطق رسمی[۳] در قرون نوزده و بیست دستور زبان دقیقی برای جملاتی در مورد تمامی انواع اشیاء در جهان و رابطه بین آن ها ایجاد کرد (برخلاف حساب معمولی که فقط برای جملات تساوی اعداد دستور زبان دارد). در سال ۱۹۶۵ برنامه هایی وجود داشت که قادر بود با وجود حافظه و زمان کافی، شرحی از مسئله به زبان منطق دریافت کند و اگر راه حلی داشته باشد آن را پیدا کند (اگر راه حلی وجود نداشت، برنامه هرگز از جستجو دست بردار نبود). این رسم منطقی

۱Syllogism
۲logic
۳formal

گرایی در هوش مصنوعی امید ایجاد ساخت برنامه هایی برای سیستم های هوشمند را ایجاد می کند.

دو مشکل عمده در این راه وجود داشت. اول این که دریافت دانش غیر رسمی[۱] و تبدیل آن به شکل رسمی توسط علائم منطقی ساده نیست. دوم این که تفاوت عمده ای بین قادر به حل مسئله بودن در «اصول» و انجام آن در عمل وجود دارد. حتی مسائلی که یک دوجین واقعیت را با خود یدک می کشند می توانند براحتی هر کامپیوتری را از نظر محاسباتی به بن بست برساند مگر این که راهنمایی هایی را برای اعمال مراحل استدلال وجود داشته باشد.

۵-۱- منطقی عمل کردن: رهیافت عامل منطقی

رفتار منطقی بدین معناست که با داشتن عقیده واحد به هدف واحدی برسیم. یک عامل، در اصل چیزی است که ابتدا درک می کند و سپس عمل می کند. در این رهیافت، AI به عنوان مبنای عامل های منطقی به کار برده می شود. در نگرش «قوانین تفکر» هوش مصنوعی، تأکید عمده بر روی استنتاج های صحیح بوده است. تولید استنتاج های صحیح گاهی قسمتی از وجود یک عامل عقلانی است، زیرا یک راه برای رفتار عقلانی، استدلال منطقی است که منتهی به نتیجه منطقی می شود که در نهایت هدفی را برآورده می سازد. از سوی دیگر، استنتاج منطقی تمام عقلانی بودن نیست زیرا شرایط خاصی وجود دارد که هیچ چیز صحیحی برای انجام وجود ندارد ولی هنوز چیزی باید انجام شود. همچنین راه هائی از رفتار وجود دارند که نمی‌توانند به صورت استدلالی بیان شوند تا قادر به ذکر استنتاج گردند.

تمامی «مهارت های شناخت» که برای آزمون تورینگ موردنیاز است، برای انجام فعالیت های منطقی وجود دارند. از این رو، ما نیازمند بازنمایی دانش و استدلال با آن هستیم زیرا ما قادر می شویم از میان شرایط مختلف به تصمیم مطلوبی برسیم.

مطالعه AI به عنوان طراحی عامل منطقی دارای دو مزیت است، اول این که، از رهیافت «قوانین تفکر» عمومی تر است، زیرا استنتاج صحیح تنها فرآیند صحیحی برای حصول منطقی بودن است و نه یک شرط لازم. دوم اینکه، پیشرفت علمی بسیار قانون پذیرتر از رهیافت هایی است که خاص

۱informal

بخوبی قابل تطبیق است و محصول از یک پردازش تکامل یافته ناشناخته و پیچیده است که هنوز ممکن است دور از دسترس باشد.

۶-۱-زیربنای هوش مصنوعی

AI، از علوم مختلفی بهره می‌برد که از میان آنها علوم زیر مهم‌تر شناخته شده‌اند:

۱-فلسفه(۴۲۸ سال قبل از میلاد مسیح تا کنون):

مواردی مثل منطق، استدلال، ساخت ابزاری مکانیکی برای انجام عملیات منطقی و مبانی یادگیری از جمله مواردی هستند که در فلسفه مطرح و در هوش مصنوعی نیز به کار گرفته می‌شوند.

۲-ریاضیات (۱۸۰۰-تاکنون)

موارد ذیل مربوط به ریاضیات هستند و در هوش مصنوعی نیز دارای اهمیت فراوانی هستند:

- نمایش رسمی الگوریتمها
- محاسبات
- تصمیم پذیری و تصمیم ناپذیری
- منطق
- احتمالات

۳-روانشناسی (۱۸۷۹- تاکنون):

برخی از زیربناهای هوش مصنوعی که مربوط به علم روان‌شناسی هستند به شرح ذیل هستد:

- هلمولتز: در کتاب خود، روشی علمی برای مطالعه بینایی انسان به کار برد؛ که این کتاب به عنوان مرجع بینایی فیزیولوژیک و حتی به‌عنوان «مهمترین رساله فیزیکی و روانشناختی بینایی انسان تا به امروز» شناخته می‌شود.
- داتسون و تورن دایک: حرکت رفتارگرایی (behaviorism) را مطرح کردند.
- اساس مشخصه روانشناسی شناختی(congnitive psychology)، این نگرش است که مغز دارنده و پردازش‌کننده اطلاعات است.
- کریک، کتاب ماهیت بیان را منتشر کرد. در این کتاب سه مرحله کلیدی برای عامل مبتنی بر دانش شرح داده شده است:

- محرک‌ها باید به شکل درونی تبدیل شوند.
- بازنمایی توسط پردازش‌های شناختی بازنمایی‌های داخلی جدیدی را مشتق کند.
- اینها دوباره به صورت عمل برگردند.

۴-مهندسی کامپیوتر (۱۹۴۰- تاکنون)

کار در زمینه AI منجر به ایده‌های بسیار متعددی شد که به علوم کامپیوتر برگشت؛ مانند: اشتراک زمانی، مفسرهای دوسویه، نوع داده لیست پیوندی، مدیریت حافظه خودکار و برخی نکات کلیدی برنامه‌نویسی شیءگرا و محیط‌های توسعه برنامه مجتمع با واسط کاربر گرافیکی.

۵-زبان‌شناسی (۱۹۷۵- تاکنون)

زبان‌شناسی مدرن و AI در یک زمان متولد شدند، بنابراین زبان‌شناسی نقش مهمی در رشد AI بازی نمی‌کند. این دو دریک زمینه مشترک با عنوان زبان‌شناسی محاسباتی[۱] یا پردازش زبان طبیعی[۲] بهم تنیده شده‌اند که در آن بر روی مسئله استفاده زبان تمرکز شده است.

۷-۱-تاریخچه هوش مصنوعی

در جدول ۱-۱ تاریخچه مختصری از هوش منصوعی ارائه شده است.

جدول ۱-۱: تاریخچه هوش مصنوعی

۱۹۴۳	مک کولوچ و والتر پیتز: ارایه مدل نرون مصنوعی بیتی(دو حالته) قابل یادگیری به منظور محاسبه هر تابع قابل محاسبه.
۱۹۵۰	آلن تورینگ اولین بار دید کاملی از هوش مصنوعی را تحت عنوان "*محاسبات ماشینی و هوشمند*" ارایه نمود.
۱۹۵۱	هینسکی و ادموندز اولین کامپیوتر شبکه عصبی را طراحی کردند.
۱۹۵۲	آرتور ساموئل: برنامه ای ساخت که یاد میگرفت بهتر از نویسنده اش بازی کند؛ در نتیجه این تصور را که "کامپیوتر فقط کاری را انجام میدهد که به آن گفته شود"

۱Computatioal linguistics
۲natural language processing

	نقض کرد.
۱۹۵۶	نشست کارگروهی دورتموند: انتخاب نام هوش مصنوعی
۱۹۵۸	جان مک کارتی: تعریف زبان لیسپ که بهترین زبان هوش مصنوعی شد.
۱۹۵۹	هربرت جلونتر: برنامه(GTP) را ساخت که قضایا را با اصل موضوعات مشخص ثابت می کرد.
۱۹۵۸-۱۹۷۳،	جیمز اسلاگل: برنامه حل مسایل انتگرال گیری فرم بسته تام ایوانز: برنامه حل مشابهت های هندسی دانیل بابروز: برنامه حل مسائل جبری دیوید هافمن: پروژه محدوده بینایی روبات در جهان بلوکها دیوید والتز: سیستم بینایی و انتشار محدود پاتریک ونیستون: نظریه یادگیری
(۱۹۶۶-۱۹۷۳)	کند شدن مسیر تحقیقات هوش مصنوعی • پیچیده شدن الگوریتم برنامه های جدید : برنامه ترجمه متون • انجام ناپذیری بسیاری از مسائلی که سعی در حل آنها بود: عدم موفقیت اثبات قضایا با مفروضات بیشتر • به کارگیری بعضی محدودیتها روی ساختارهای اساسی: محدودیت نمایش پرسپترون دو ورودی
۱۹۶۹ -۱۹۷۹	سیستم های مبتنی بر دانش ❑ جست و جوی همه منظوره که سعی بر یادگیری داشت تا پیمودن راه حل کامل: مثل برنامه DENDRAL، بوچانان و همکارانش در سال ۱۹۶۹. مزیت برنامه DENDRAL این بود که اولین سیستم پاداش غنی بود ❑ متدولوژی جدید سیستم خبره: مثل سیستم MYCIN که برای تشخیص عفونتهای خونی طراحی شد: استفاده از فاکتورهای قطعیت ❑ افزایش تقاضا برای شِمای نمایش دانش: استفاده از منطق در پرولوگ، استفاده از ایده مینسکی یعنی قابها و ...
۱۹۸۰ تا کنون	تبدیل هوش مصنوعی به یک صنعت
۱۹۸۶ تاکنون	برگشت به شبکه های عصبی
۱۹۸۷ تاکنون	هوش مصنوعی به علم تبدیل میشود
۱۹۹۵ تاکنون	ظهور عاملهای هوشمند

۸-۱-سئوالات

۱- تعاریفی AI به چهار قسمت تقسیم شده‌اند. نام ببرید.

۲-تست تورینگ جیست و چه کاربردی دارد؟

۳-منظور از منطقی عمل کردن یک سیستم هوشمند چیست؟ توضیح دهید.

۴- مطالعه AI به عنوان طراحی عامل منطقی دارای چه مزایایی است؟

۵- سیستم MYCIN چیست؟

فصل دوم

عامل‌های هوشمند

۲-۱-عامل‌های هوشمند

عامل هر چیزی است که قادر به درک محیط پیرامون خود از طریق حسگرها[۱] و اثرگذاری بر روی محیط از طریق اثرکننده ها[۲] باشد. انواع مختلفی از عامل وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از:

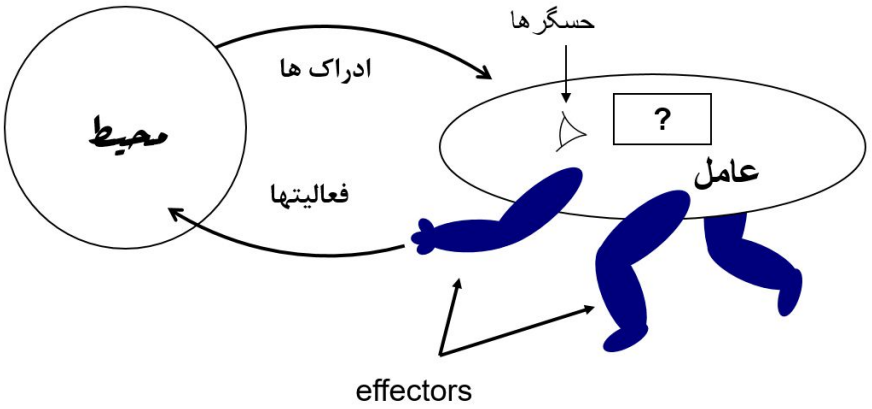
- **عامل انسانی:** اندام هایی مانند گوش ها، چشم ها و دیگر ارگان ها برای حس کردن دست ها، پاها، بینی و دیگر اندام ها برای اثرگذاری دارد.
- **عامل روباتیک:** دوربین ها و یابنده های مادون قرمز را بجای حس گرها و انواع موتورها را بجای اثر کننده ها جایگزین کرده است.
- **عامل نرم افزاری:** رشته های بیتی را به عنوان درک محیط و عمل، کدگذاری می کند.

در شکل ۲-۱ نمادی از یک عامل عمومی ترسیم شده است.

۲-۱-۱- عامل ها چگونه باید عمل کنند

عامل منطقی[۱] چیزی است که کار درست انجام می دهد. عمل درست آن است که باعث موفق ترین شدن عامل گردد. اما این بیان مسئله، تصمیم گیری درباره چگونگی و زمان محاسبه موفقیت عامل را نادیده می گیرد.

۱sensore
۲effector



شکل ۲-۱: نمادی از یک عامل عمومی

کارایی،[۲] معیاری[۳] برای موفقیت رفتار عامل است. ملاکی که چگونگی موفقیت یک عامل را تعیین می کند. بر اندازه گیری کارایی بر معیار ذهنی که بوسیله اعمال قدرتی تحمیل شده، تأکید داریم. به عبارت دیگر، به عنوان مشاهده گرهای خارجی استانداردی را بیان می کنیم که موفقیت در یک محیط خاص به چه معنی است و از آن به عنوان معیار کارایی عامل ها استفاده می کنیم. به طور کلی معیارها بر اساس خواسته‌های فرد در محیط انتخاب می‌شود. برای مثال، حالتی را در نظر بگیرید که در آن عاملی قصد مکش زمین گردو خاکی را دارد. یک معیار کارایی پذیرفتنی می‌تواند میزان تمیزسازی خاکی باشد که در یک نوبت هشت ساعته صورت می‌گیرد. معیار کارایی اغراق آمیزتر می‌تواند میزان برق مصرف شده و میزان سرو صدای تولید شده نیز باشد. معیار کارایی سوم ممکن است بیشترین امتیاز را به عاملی بدهد که نه تنها زمین را کاملاً و بسیار خوب تمیز کرده، بلکه فرصت کافی برای موج سواری آخر هفته پیدا کرده باشد.

۱rational agent
۲performance
۳measure

زمان محاسبه کارایی نیز حائز اهمیت است. اگر ما مقدار گرد و خاکی که عامل در اولین ساعت روز تمیز می کند را اندازه گیری کنیم، عامل هایی که سریع شروع به کار می کنند را تشویق خواهیم کرد (حتی اگر در ادامه کم کاری کرده و یا حتی هیچ کاری نکنند) و آنهایی که یکنواخت کار می کنند را تنبیه خواهیم کرد. بنابراین، می خواهیم کارایی را در طی زمان طولانی اندازه گیری کنیم.

به طور خلاصه یک عامل منطقی باید مطقی عمل کند.، آنچه که در هر زمان منطقی است به چهار چیز وابسته است:

- معیار کارایی که درجه موفقیت را تعیین می کند.
- هر چیزی که تاکنون عامل ادراک نموده است. ما این تاریخچه کامل ادراکی را دنباله ادراکی می نامیم.
- آنچه که عامل درباره محیط خود می داند.
- اعمالی که عامل می تواند انجام دهد.

۲-۱-۲- نگاشت ایده آل از دنباله های ادراکی به عملیات

همانطور که ذکر شد، هر چیزی که تاکنون عامل ادراک نموده را دنباله ادراکی می نامیم.

رفتار عامل وابسته به دنباله ادراکی تا حال است، می‌توانیم هر عامل خاصی را به وسیله ساخت جدولی از عمل آن در پاسخ به هر دنباله ادراکی توصیف کنیم. (برای اکثریت عامل ها این لیست بسیار طولانی خواهد بود یا در واقع نامتناهی، مگر آنکه کرانی بر طول دنباله ادراکی مورد انتظار قرار دهیم.) چنین لیستی نگاشت[۱] از دنباله های ادراکی نامیده می‌شود. اصولاً قادر هستیم دریابیم کدام نگاشت عامل را بوسیله بررسی تمامی دنباله های ادراکی ممکن و ثبت اعمالی که عامل در پاسخ انجام می دهد، توصیف می کند. تعیین اینکه کدام عمل را باید عامل در مقابل ادراکی داده شده انجام دهد طراحی برای عامل ایده ال را مهیا می سازد.

این بدان معنی نیست که ما جدول خاصی با یک ورودی برای هر دنباله ادراک ممکنی تولید کنیم. عامل بسیار ساده ای را در نظر گیرید. تابع ریشه دوم ماشین حساب. دنباله ادراکی برای

۱maping

این عامل دنباله‌ای از کلیدهای زده شده‌ای است که عدد را نمایش می‌دهد و عمل حاصل نمایش عدد روی صفحه نمایش خواهد بود. نگاشت ایده ال آن است که زمانی ادراک مقدار مثبت x را نشان می‌دهد، عمل مناسب نمایش یک عدد مثبت z است به طوری که $z^2 \approx x$.

چنین مشخصات ایده الی از نگاشت نیازمند آن نیست که طراح عملاً جدولی برای مجذور ایجاد نماید و همچنین تابع مجذور نباید از جدولی برای درست عمل کردن استفاده نماید.

این نکته نشان می دهد که می توان عامل های فشرده زیبایی را طراحی نمود که نگاشت ایده ال را برای شرایط عمومی تری پیاده سازی می کنند، عامل هایی که می توانند وظایف با طیف بی پایانی را در گسترده نامحدودی از محیط ها حل کنند.

۳-۱-۲- خودمختاری

در اینجا تعریف عامل باید کامل‌تر شود و بخش دانش درونی به آن اضافه می‌گردد. خودمختاری[۱] یکی از ویژگی‌های مهم عامل هوشمند است. رفتار عامل می‌تواند متکی بر دو پایه تجربه خود و دانش درونی بنا نهاده شود. این رفتار، در ساخت عامل برای شرایط محیطی خاص که در آن عمل خواهد کرد، استفاده می‌شود.

سیستمی خود مختار است که رفتار آن بر اساس تجربه خودش تعیین می‌کند. زمانی که عامل فاقد تجربه و یا کم تجربه است، مسلماً تصادفی عمل خواهد کرد، مگر آنکه طرح کمک‌هایی به آن داده باشد. عامل هوشمند واقعاً خود مختار باید قادر به عمل موفقیت‌آمیز در دامنه وسیعی از محیط‌ها باشد و البته باید زمان کافی برای تطبیق نیز به آن داده شود.

برای مثال سوسک سرگین غلطان را در نظر بگیرید. این سوسک پس از حفر لانه و تخم گذاری در آن، تکه ای سرگین برای بستن در لانه خود در ابتدای دهنه سوراخ قرار می دهد. حال اگر تکه سرگین برخلاف رویه این سوسک از دهنه سوراخ برداشته شود سوسک به رفتارهای قبلی خود همانند یک پانتومیم ادامه خواهد داد و هیچگاه متوجه حذف سرگین نخواهد شد. تکامل این رفتار غریزی را برای سوسک ایجاد نموده و زمانی که شرایط اولیه برقرار نباشد ناموفق صورت

۱Autonom

خواهد گرفت. بنابراین عامل هوشمند واقعاً خود مختار باید قادر به عمل موفقیت آمیز در دامنه وسیعی از محیط ها باشد و البته باید زمان کافی برای تطبیق نیز به آن داده شود.

۲-۱-۴- ساختار عامل های هوشمند

وظیفه هوش مصنوعی طراحی برنامه عامل است. این برنامه دارای تابعی است که نگاشت عامل از ادراک به عملیات را پیاده سازی می‌کند. این برنامه باید دارای یک معماری قابل پذیرش و قابل اجرا باشد. معماری ممکن است یک سیستم کامپیوتری شامل سخت‌افزار و نرم‌افزارهای خاصی باشد. عموماً، معماری ادراک از طریق حس‌گرها را برای برنامه آمده ساخته، برنامه را اجرا نموده و اعمال انتخابی برنامه را به عمل کننده های سیستم منتقل خواهد کرد. ارتباط بین معماری‌ها و برنامه‌ها را می توان به صورت ذیل جمع بندی نمود:

برنامه + معماری = عامل

در طراحی یک عامل، مسئله اصلی پیچیدگی ارتباط با محیط و درک دنباله ادراکی تولید شده به وسیله محیط، و اهدافی است که عامل قصد حصول آن را دارد است. در این خصوص عامل های طبیعی و مصنوعی موقعیت یکسانی دارند، اما محیط به اندازه کافی دشوار است که برای عامل نرم افزاری عملکردی همانند انسان بسیار سخت باشد.

۲-۱-۵- برنامه های عامل

عامل های هوشمند شالوده ای مشابهی دارند. آنها ادراک محیطی را دریافت نموده و اعمال لازم را تولید می کنند. دو نکته در مورد شالوده برنامه قابل ذکر هستند:

۱. برنامه عامل تنها یک درک از شرایط محیطی واحد را به عنوان ورودی دریافت می‌کند.
۲. هدف یا معیار کارایی بخشی از برنامه شالوده نخواهد بود.

۲-۲-انواع مختلف عامل

یکی از ساده ترین روشهای ممکن برای ساخت برنامه عامل، جدول مراجعه[۱]است. جدول مراجعه بر پایه حفظ کامل دنباله ادراکی در حافظه عمل نموده و از اندیکس‌سازی داخل جدول استفاده می‌کند که شامل عمل مناسب برای تمامی دنباله های ادراکی ممکن است. اما این روش محکوم به شکست است. اینکه چرا این طرح محکوم به شکست است، بسیار آموزنده خواهد بود:

۱- جدول مورد نیاز برای عامل ساده ای که تنها قادر به بازی شطرنج باشد ۱۰۰ ۳۵ سطح خواهد داشت.

۲- زمان بسیار طولانی لازم است تا طراح قادر به ساخت جدول گردد.

۳- عامل فاقد هر گونه خودمختاری است، زیرا محاسبه بهترین عمل کاملاً درونی صورت می گیرد. بنابراین اگر شرایط محیطی بگونه غیرقابل پیش بینی تغییر کند، عامل شکست خواهد خورد.

۴-حتی اگر به عامل روش یادگیری داده شود تا درجه ای از خودمختاری حاصل گردد، برای یادگیری مقدار صحیح از میان انبوه سطرهای جدول، به زمان بی نهایت نیاز خواهد داشت.

بنابراین در یک سیستم هوشمند بسیار دشوار و تقریبا غیر ممکن است که بتوانیم یک عامل همه منظوره طراحی کنیم، زیرا:

۱-طراحی عامل بسیار پیچیده است و زمان طراحی آن نیز بسیار طولانی خواهد بود.

۲- عامل فاقد هرگونه خودمختاری است.

۳- زمان یادگیری بسیار طولانی خواهد بود.

برای درک بهتر این موضوع، مسئله عامل راننده تاکسی را درنظر بگیرید. یک راننده تاکسی دارای اهداف مختلفی است که همین موضوع کار را پیچیده تر می‌کند(جدول ۲-۱).

جدول۲-۱ : عامل نوع راننده تاکسی

محیط	اهداف	عملیات	ادراکات	نوع عامل
جاده، پیاده‌رو، ترافیک،	ایمنی، سرعت، قانونمندی، راحتی، افزایش سودمندی	راهنمایی کردن، شتاب‌دهنده، ترمز، صحبت با مسافر	دوربین‌ها، سرعت سنج، GPS، Sonar میکروفون	راننده تاکسی

۱lookup table