

مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی

Artificial Intelligence Basics & Applications

فصل دوم:

عوامل هوشمند

مدرس:

دکتر حسام عمران پور

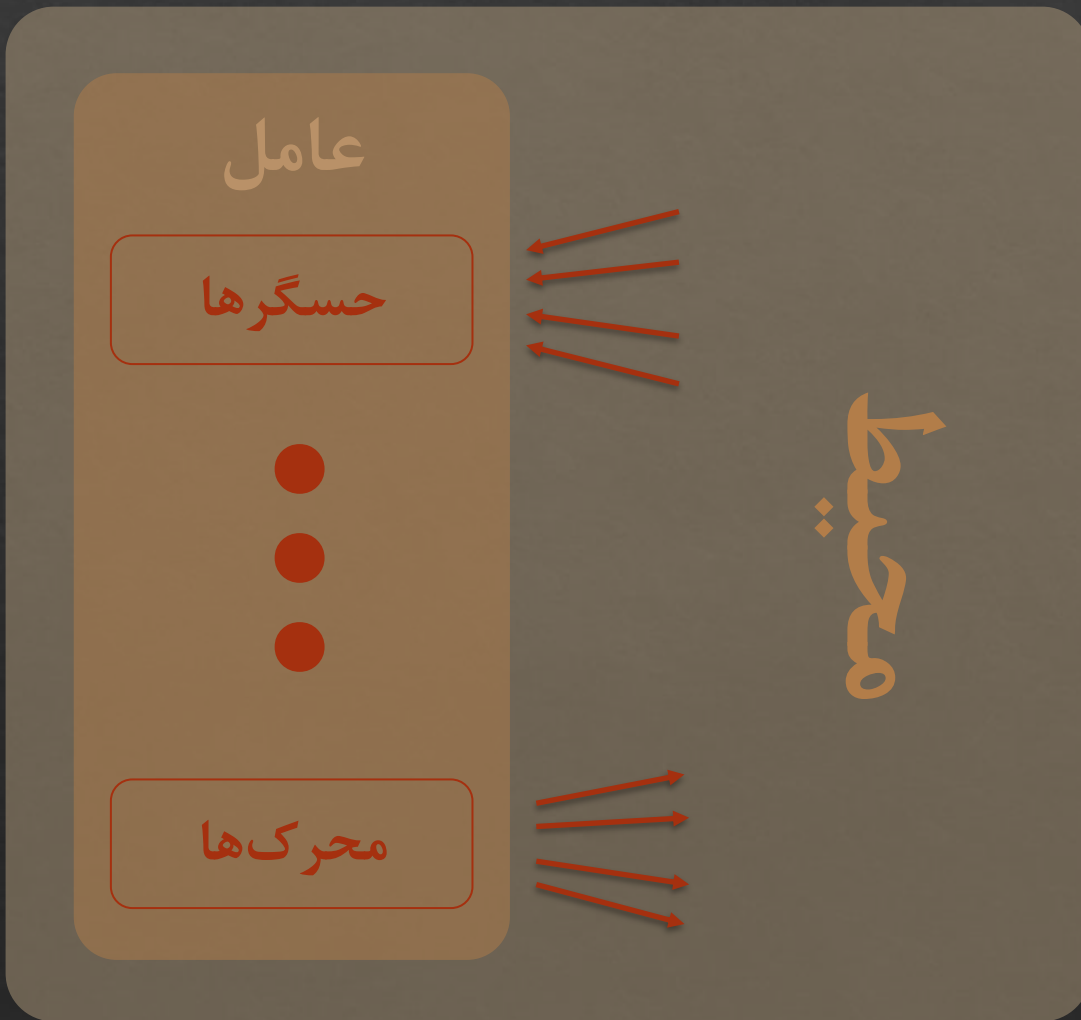
حل تمرین‌ها:

محسن امیری | آرش حاجیان‌نژاد

لینک‌ها:

کلاس کوئرا | کانال تلگرام

تعریف عامل:



- هر چیزی که قادر است محیط خود را از طریق حسگرهایش درک کند و از طریق محرکها یا اثرکننده‌هایش عملی انجام دهد عامل نام دارد.

- هر عامل در محیطی قرار دارد که به آن محیط عامل می‌گویند.

- عامل می‌تواند موجود زنده، ربات و یا کامپیوتری باشد.

مفاهیم مربوط به عامل‌ها:

دنباله ادراکی: دنباله تمام دریافت‌هایی که عامل تا کنون از محیط خود داشته است را دنباله ادراکی گوییم.

- عامل می‌تواند برای تعیین عمل بعدی خود در هر لحظه، از دنباله‌ی ادراکی استفاده کند. استفاده یا عدم استفاده از دنباله‌ی ادراکی توسط **طراح عامل** یا **تصمیم‌خود عامل** مشخص می‌شود.

تابع عامل: هر دنباله ادراکی را به یک فعالیت نگاشت می‌کند. تعیین میکند به ازای هر دنباله ادراکی چه عملی باید انجام شود. از نگاه ریاضی، رفتار عامل توسط تابع عامل مشخص می‌شود.

مفاهیم مربوط به عامل‌ها:

معیار کارایی: میزان موفقیت هر عمل عامل را تعیین می‌کند. این معیار معمولاً توسط طراح عامل تعیین می‌شود.

- درستی عمل عامل در هر زمان خاص به چیز بستگی دارد:
 ۱. معیار کارایی عامل
 ۲. میزان دانش عامل نسبت به محیط
 ۳. اعمالی که عامل قادر به انجام آنها است.
 ۴. دنباله ادراکی عامل

عامل خردمند:

- برای هر دنباله ادراکی ممکن، عامل خردمند باید عملی را برای انجام انتخاب کند که انتظار می‌رود معیار کارایی‌اش را ماکزیمم کند. انتخاب عمل باید با توجه به شواهد و نتایجی که از دنباله ادراکی و دانش درونی عامل بدست می‌آید، صورت می‌گیرد.

عامل عالم یا دانای کل (Omniscience): عاملی است که خروجی و نتیجه واقعی عمل خود را می‌داند و بر اساس آن عمل می‌کند.

تفاوت عامل عالم و خردمند: عامل خردمند جهت حداکثری کردن کارایی خود تلاش می‌کند، این در حالی است که عامل دانای کل، حتما حداکثر مقدار کارایی را کسب می‌کند.

مثال خردمند در برابر دانای کل:

- فرض کنید عاملی بخواهد از عرض یک خیابان شهری رد شود. عامل خردمند اقدام به عبور از عرض خیابان میکند. و حداکثر تلاش خود را می کند تا با ماشینی برخورد نکند. اگر در وسط راه ، جسمی که از هواپیما جدا شده به عامل برخورد کند و او را از بین ببرد نمی توان گفت تصمیم عامل برای عبور از خیابان عقلایی نبوده است. این عامل خردمند بوده اما دانای کل نبوده است.
- ساختن عامل دانای کل **غیرممکن** است. حتی انسان نیز دانای کل نیست

جمع آوری اطلاعات:

- انجام فعالیت به منظور اصلاح ادراک‌های آینده، بخش مهمی از عقلانی بودن است. (مثال) عامل خردمندی که می‌خواهد از خیابان رد شود ابتدا فعالیت نگاه به طرفین را جهت جمع‌آوری اطلاعات انجام می‌دهد.
- یکی دیگر از راه‌های جمع‌آوری اطلاعات، **اکتشاف** است: (مثال) عامل جاروبرقی خودکار در مواجهه با محیط ناشناخته باید ابتدا تعداد و موقعیت مربع‌های اتاق‌ها را کشف کند.

دانش عامل‌ها:

- هر عامل بر پایه ۲ دانش می‌تواند تصمیم‌گیری کند:
(۱) دانش اولیه
(۲) تجربیات

عامل کاملاً خودکار (Autonomous): عاملی که هیچ دانش اولیه‌ای نداشته باشد و تنها با توجه به تجربیات خود تصمیم‌گیری و عمل کند را کاملاً خودمختار گوییم.

- ساخت عامل کاملاً خودمختار بسیار دشوار است.

محیط وظیفه:

وظیفه: مسئله‌ای که عامل خردمند قصد حل آن را دارد، وظیفه می‌نامیم.

محیط وظیفه: محیطی که عامل در آن عمل می‌کند و با آن در ارتباط است.

• محیط وظیفه را با استفاده از ساختار **PEAS** توصیف می‌کنیم.

۱. کارایی (Performance)

۲. محیط (Environment)

۳. محرک‌ها (Actuators)

۴. حسگرها (Sensors)

محیط وظیفه: کارایی

- در ابتدا باید دید که عامل تاکسی‌ران باید برای رسیدن به چه اهدافی طراحی شود؟ مواردی که می‌توانند اهداف طراحی و در نتیجه معیار کارایی این عامل باشند شامل:

1. رسیدن سریع به مقصد درست (Fast trip)

2. رعایت ایمنی و قوانین رانندگی و راحتی مسافر (Safe, Legal and Comfortable Trip)

3. کمینه کردن مصرف سوخت و اصطحکاک ماشین (Maximize Profits)

4. رعایت حقوق سایر رانندگان و عدم ایجاد اختلال برای آنها

- همانطور که مشخص است، بعضی اهداف با یکدیگر در تضادند. بنابراین در طراحی عامل باید بده بستانی صورت بگیرد.
- این بده بستان را میتوان بهینه‌سازی کرد تا مطلوب‌ترین حالت ممکن (با توجه به نیاز) بدست آید. بهینه‌سازی خود یک بخش مهم از هوش مصنوعی است و این نوع از بهینه‌سازی به **Multi-objective Optimization** معروف است که در فصل‌های بعد اشاره مختصری به آن خواهد شد.

محیط وظیفه: محیط

- حال محیطی که عامل راننده تاکسی با آن روبرو می‌شود را باید بررسی کرد.

- هر راننده با انواع مختلفی از خیابان‌ها و جاده‌ها سر و کار دارد، از کوچه‌های فرعی و بدون نظم گرفته تا اتوبان‌های وسیع و پرتراکم. همچنین در مسیر انواع موانع می‌توانند حضور داشته باشند یا ناگهان ظاهر شوند مانند افراد پیاده، ماشین‌های دیگر، حیوانات ولگرد، خیابان‌هایی که بخشی از آنها به دلیل ساخت و ساز مسدود است، دست اندازها، سرعت گیرها و موارد دیگر. عامل راننده تاکسی خودران همچنین باید مسافرهایی که در خیابان‌ها به دنبال ماشین هستند را نیز در نظر بگیرد و آنها را سوار کند. همگی این‌ها جزو محیطی است که این عامل با آن تعامل دارد.

محیط وظیفه: محرک‌ها

- برای عامل راننده تاکسی، محرک‌ها می‌توانند همان محرک‌هایی باشند که برای یک انسان وجود دارد. کنترل بر روی جهت‌گیری ماشین (فرمان)، کنترل شتاب و سرعت ماشین (پدال گاز) و ترمز کردن (پدال ترمز).
- همچنین عامل می‌تواند وسیله‌ای ارتباطی برای تعامل با مسافرین، مانند یک صفحه تعاملی، جهت ارتباط (به صورت متنی، صوتی و یا تصویری) داشته باشد.

محیط وظیفه: حسگرها

- مهمترین حسگرهای عامل ربات راننده تاکسی شامل یک دوربین تصویری قابل کنترل (که خود می‌تواند شامل امکانات پیشرفته مانند مادون قرمز و حسگر آوایی (Sonar Sensor) برای تشخیص فاصله با اجسام باشد)، یک سرعت‌سنج و یک شتاب‌سنج است. همچنین برای نظارت بر وضعیت داخلی ماشین مانند وضعیت موتور، سوخت و سیستم الکتریکی ماشین به حسگرهای مختلفی نیاز دارد. برای مکان‌یابی و مسیریابی به یک سیستم GPS و در آخر برای دریافت درخواست‌ها و تعامل با مسافرین به یک حسگر صوتی شنیداری نیاز دارد، یا با استفاده از همان صفحه تعاملی که در بخش محرک‌ها به آن اشاره شد می‌تواند با مسافرها تعامل داشته باشد.

مثال محیط وظیفه:

یک راننده تاکسی را به عنوان عامل در نظر بگیرید:

محیط: خیابان، ماشین خود عامل، دیگر راننده‌ها، مسافرین، عابرین پیاده و...

حسگرها: چشم راننده، سرعت‌شمار ماشین، دماسنج ماشین، چراغ‌ها و علائم راهنمایی و رانندگی و...

محرک‌ها: فرمان، پدال‌ها، بوق، چراغ‌های راهنما و...

مقیاس کارایی: سرعت رسیدن به مقصد، امنیت رانندگی، راحتی مسافر در ماشین، هزینه سفر و...

مثال محیط وظیفه:

یک ربات فوتبالیست را به عنوان عامل در نظر بگیرید:

محیط: زمین بازی، دیگر ربات‌ها، توپ و...

حسگرها: دوربین، حسگر سرعت و...

محرک‌ها: پاها، دست‌ها و...

مقیاس کارایی: گل‌های زده، گل‌های جلوگیری شده، پاس‌های داده شده و...

خواص محیط وظیفه:

• محیط‌های وظیفه بر اساس ۶ خاصیت تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. مشاهده‌پذیری

۲. ترتیبی یا رویدادی بودن

۳. ایستایی یا پویایی

۴. گسستگی یا پیوستگی

۵. قطعیت

۶. تعداد عامل‌ها

خواص محیط وظیفه: مشاهده پذیری

- اگر عامل فقط بتواند از روی ورودی فعلی، وضعیت فعلی محیط را به طور دقیق تعیین کند، آن محیط برای آن عامل **کاملاً قابل مشاهده** (مشاهده پذیر کامل) است. در غیر این صورت گوییم محیط **قابل مشاهده جزئی** است.
- یک محیط ممکن است برای عاملی قابل مشاهده جزئی باشد در حالی که برای عامل دیگری کاملاً قابل مشاهده است.

مثال: محیط اتاق برای یک جاروبرقی که حسگرهایش تا فاصله‌ی ۲ متری را تشخیص می‌دهند مشاهده پذیر جزئی است. ولی برای یک انسان مشاهده پذیر کامل است.

خواص محیط وظیفه: ترتیبی یا رویدادی

- در یک محیط رویدادی عامل برای انتخاب عمل در هر مرحله فقط از روی دریافت‌های همان مرحله تصمیم می‌گیرد و انتخاب‌های هر مرحله ربطی به دریافت‌ها یا تصمیم‌ها مراحل قبل ندارد.
- همچنین در یک محیط رویدادی، اعمال عامل در هر مرحله، هیچ تاثیر طولانی مدتی بر روی تصمیمات آینده این عامل نخواهد داشت.
- **مثال:** در عامل شطرنج‌باز، با این که تصمیم‌گیری فقط از روی مشاهدات فعلی انجام می‌شود، تصمیمات هر مرحله بر روی وضعیت و تصمیمات آینده‌ی عامل تاثیر می‌گذارد.
- به طور کلی، طراحی عامل در محیط‌های رویدادی آسان‌تر است. زیرا نیازی به برنامه‌ریزی برای گذشته و آینده نیست.

خواص محیط وظیفه: ایستایی و پویایی

- اگر در مدتی که عامل در حال تصمیم‌گیری و انجام عمل است، وضعیت محیط تغییر کند، گوییم محیط پویاست. در غیر این صورت محیط ایستاست.
- در محیط ایستا وضعیت محیط فقط بر اثر کارهایی که عامل انجام می‌دهد تغییر می‌کند، اما در محیط پویا ممکن است بدون اینکه عامل کاری انجام دهد وضعیت محیط تغییر کند.
- ✓ محیط پویا قطعا غیرقطعی نیز هست.
- ✓ طراحی عامل برای محیط‌های ایستا ساده‌تر است.
- ✓ اگر وضعیت محیط ثابت بوده ولی با گذر زمان کارایی عامل کاهش یابد، آن محیط **نیمه‌پویا** است.

مثال: محیط شطرنج زمان‌دار نیمه‌پویا و محیط بازی منچ ایستاست.

خواص محیط وظیفه: تک‌عاملی و چندعاملی

- اگر به جز عامل مورد بحث، عامل دیگری نیز در محیط حاضر باشد، محیط چندعاملی محسوب می‌شود. در غیر این صورت محیط تک‌عاملی است.

مثال: محیط رانندگی چندعاملی و محیط امتحان مجازی (امیدواریم که) تک‌عاملی است.

خواص محیط وظیفه: قطعیت

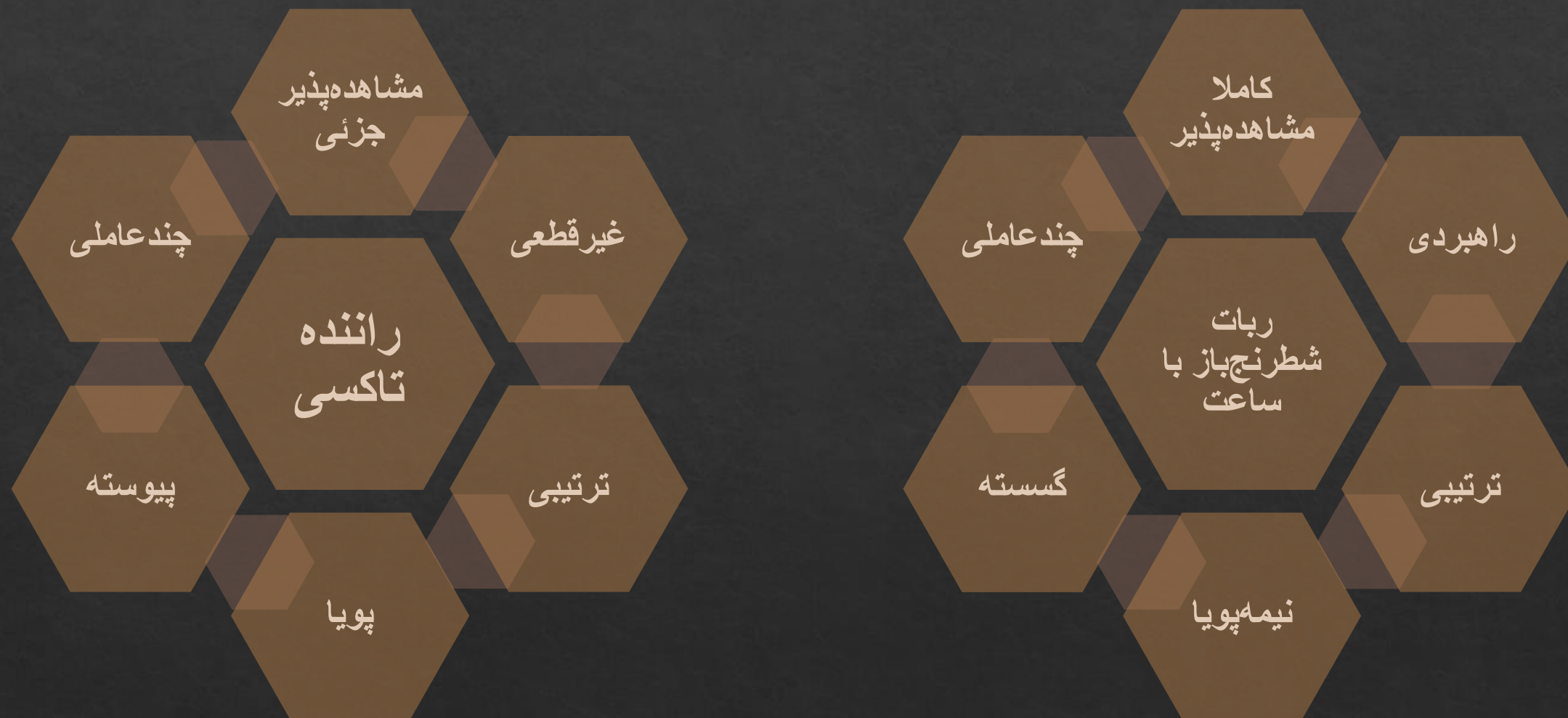
- اگر عامل بتواند حالت بعدی محیط را بطور دقیق و قطعی از روی حالت فعلی محیط و عملی که در حال انجام آن است تعیین کند، آن محیط قطعی است. در غیر این صورت محیط غیرقطعی است.
- به بیانی دیگر، اگر عامل بتواند به طور قطعی تعیین کند در هر وضعیت با انجام هر عمل دقیقا به چه وضعیتی می‌رود، محیط برایش قطعی است.
- اگر محیط به جز در اثر فعالیت های عامل‌های دیگر قطعی باشد، محیط **راهبردی** است.

مثال: محیط راننده تاکسی غیرقطعی است زیرا علاوه بر عامل‌های دیگر، وضعیت محیط می‌تواند بر اساس وضعیت آب و هوایی و دیگر علل تغییر کند.

خواص محیط وظیفه: تمرین

سوال: اگر محیط یک جاروبرقی از یک اتاق بدون انسان یا موجود زنده به یک اتاق که در آن انسانها و حیوانات خانگی فعالیت می کنند تغییر کند، خواص ششگانهی محیط برای جاروبرقی چگونه تغییر می کند؟

خواص محیط وظیفه: مثال



ساختار عامل‌ها

تابع عامل: ادراکات عامل را به فعالیت‌هایی در توانایی عامل نگاشت می‌کند.

معماری عامل: شامل اجزا فیزیکی، سنسورها و اثرکننده‌ها می‌باشد.

+

برنامه عامل: به پیاده‌سازی تابع عامل، برنامه عامل گویند.

=

عامل

تفاوت برنامه عامل و تابع عامل

- تابع عامل وجود خارجی ندارد در حالی که برنامه عامل پیاده‌سازی شده تابع عامل است و توسط پردازنده اجرا میشود.
- برنامه عامل فقط درک فعلی سنسورها را به عنوان ورودی می‌گیرد، تابع عامل دنباله ادراکی را به عنوان پارامتر می‌پذیرد. اگر انتخاب یک عمل برای اجرا به کل دنباله ادراکی بستگی داشته باشد، برنامه عامل باید ادراک‌ها را ذخیره کند.

انواع عامل: واکنشی ساده یا انعکاسی ساده (Simple Reflexive)

- این عامل‌ها فقط بر اساس درک فعلی از محیط و بدون ذخیره کردن و استفاده از دنباله ادراکی، وضعیت فعلی محیط را تشخیص می‌دهند و سپس با توجه به وضعیت فعلی محیط و از روی مجموعه‌ای از قوانین شرط-عمل، بهترین عمل برای انجام را تعیین می‌کنند.
- برای اینکه عامل واکنشی ساده بتواند به درستی عمل کند، باید محیط **کاملاً قابل مشاهده** باشد. چون عامل باید بتواند از روی درک فعلی وضعیت فعلی محیط را بطور دقیق تعیین کند.

مثال: ترموستات را می‌توان به صورت یک عامل واکنشی ساده پیاده کرد. اما یک ربات راننده ماشین نمی‌تواند یک عامل انعکاسی ساده باشد.

انواع عامل: واکنشی ساده یا انعکاسی ساده (Simple Reflexive)

محیط

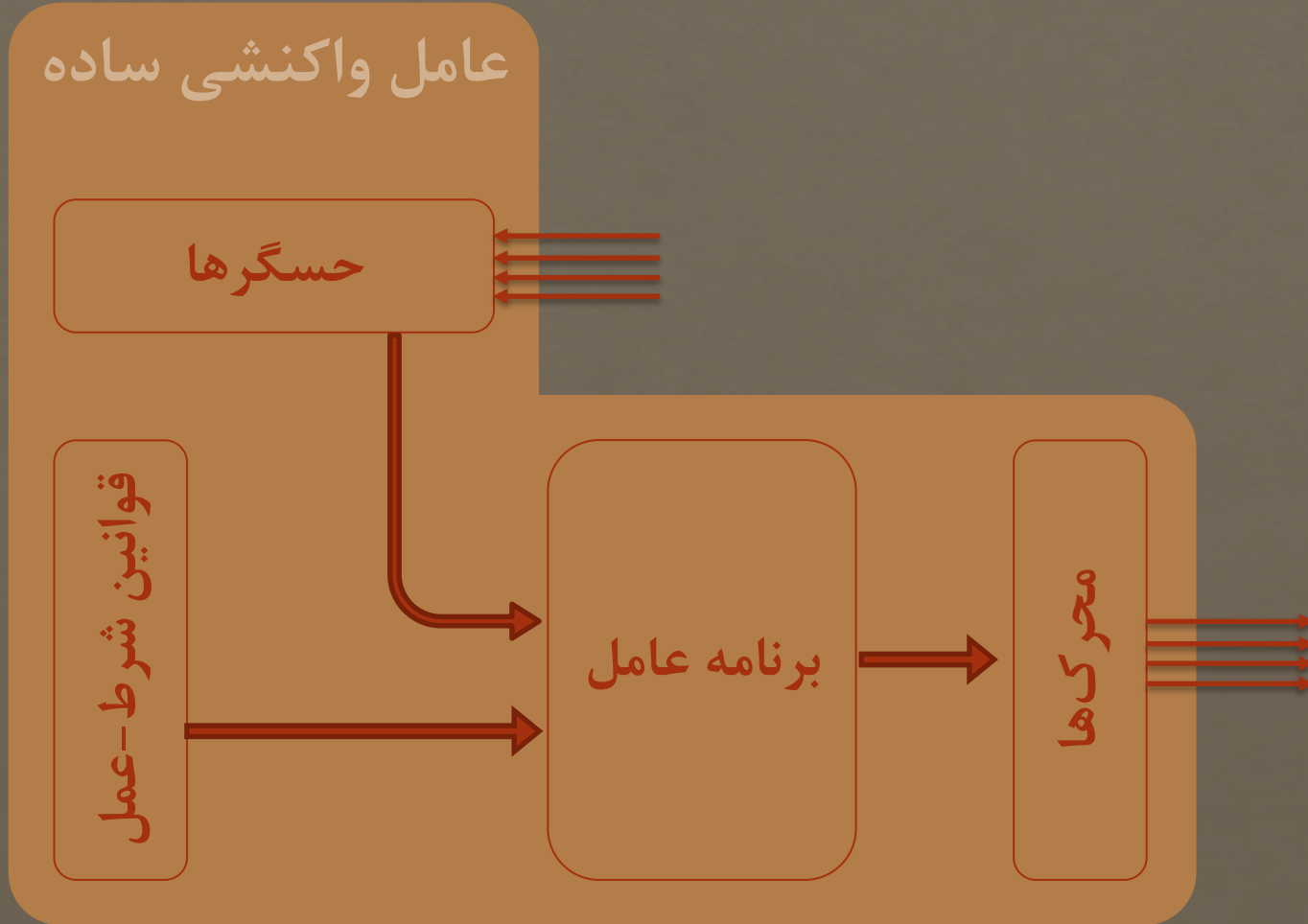
عامل واکنشی ساده

حسگرها

قوانین شرط-عمل

برنامه عامل

محرکها



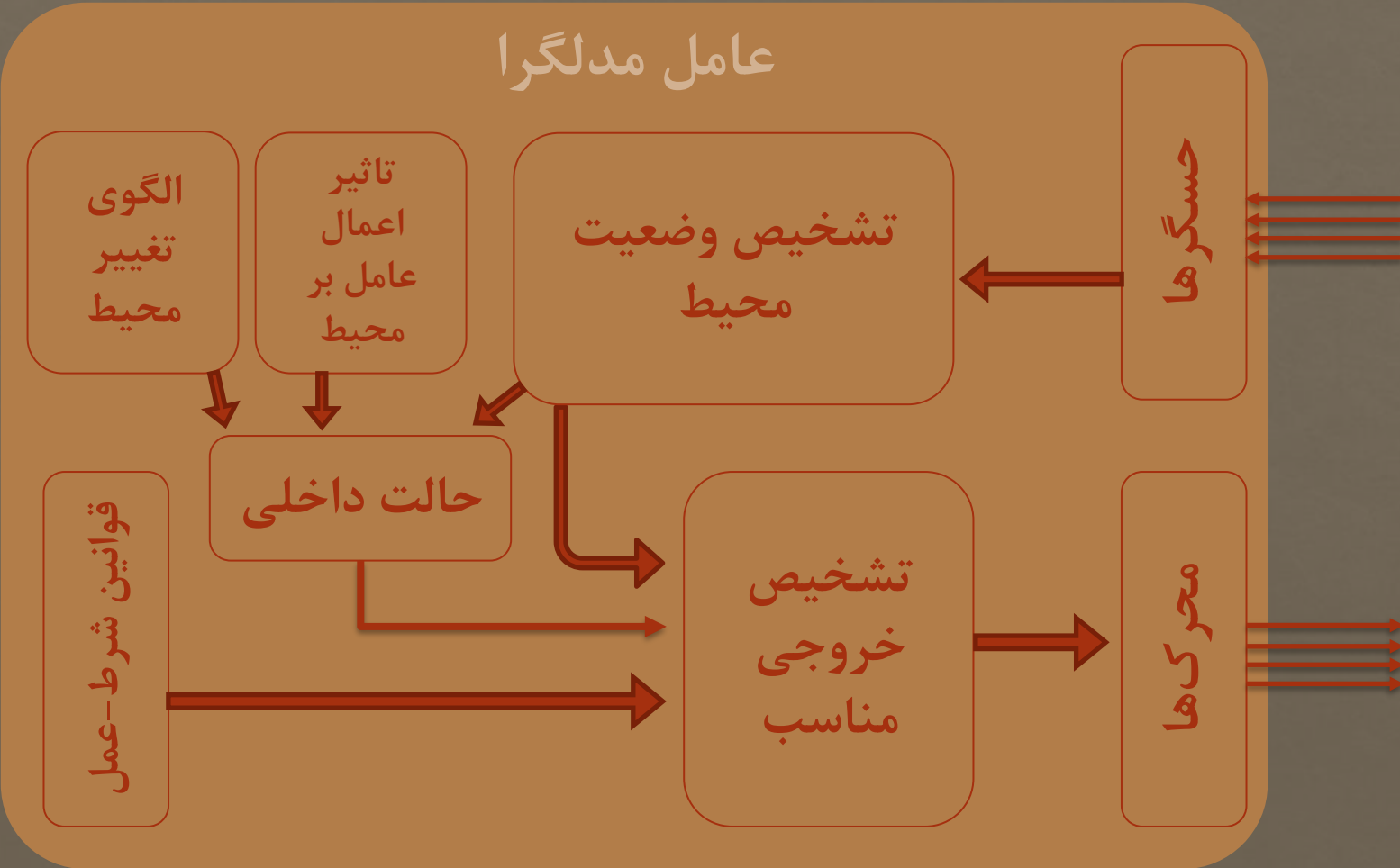
انواع عامل: واکنشی مدل گرا (با حالت داخلی)

- در این نوع برنامه عامل، وضعیت قبلی محیط در متغیری به نام حالت داخلی نگهداری می‌شود. در هر لحظه، عامل از روی ادراک فعلی، متغیر حالت داخلی و عمل قبلی که انجام داده است، وضعیت فعلی را تشخیص می‌دهد و مقدار متغیر حالت داخلی را بروزرسانی می‌کند. حال با دانستن وضعیت فعلی، عامل می‌تواند از روی قوانین شرط - عمل، عمل مناسب را انتخاب کند.
- اگر محیط **کاملاً قابل مشاهده** باشد لازم نیست عامل، هیچ متغیر حالت داخلی برای ردیابی دنیا نگه دارد و به عبارت دیگر **عامل واکنشی ساده** کفایت میکند.
- برای اینکه عامل مدل گرا بتواند با موفقیت عمل کند باید **محیط قطعی** باشد.

انواع عامل: واکنشی مدل گرا (با حالت داخلی)

عامل مدلگرا

محیط



انواع عامل: هدف‌گرا

- در بسیاری از کاربردها فقط دانستن وضعیت فعلی محیط برای تعیین عملی که باید انجام شود، کافی نیست. عامل علاوه بر وضعیت فعلی باید هدف را هم بداند.
- در عامل هدف‌گرا، قوانین شرط-عمل استفاده نمی‌شوند، لذا عامل هدف‌گرا انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به عامل‌های قبلی دارد. در عامل‌های واکنشی، با تغییر هدف، عامل باید تمام قوانین شرط-عمل بازنویسی شوند ولی عامل هدف‌گرا، نسبت به هدف‌های جدید، انعطاف‌پذیر است.
- عامل هدف‌گرا نیز باید دو دانش گفته شده برای عامل مدل‌گرا را داشته باشد.

انواع عامل: سودگرا (مبتنی بر سودمندی)

تابع سودمندی: این تابع به هر وضعیت محیط (یا هر دنباله ای از وضعیت‌ها) یک عدد حقیقی به عنوان سودمندی نسبت می‌دهد، که این عدد میزان رضایت عامل از آن وضعیت را نشان می‌دهد.

- عامل سودگرا نیز همانند دو عامل قبلی، باید دو دانش گفته شده را داشته باشد. همچنین این نوع عامل نیز، همانند عامل هدفگرا، از قوانین شرط-عمل استفاده نمی‌کند.

برتری عامل سودگرا نسبت به عامل هدفگرا

- در شرایطی که عامل چند هدف متضاد داشته یا شرایطی داشته باشیم که عامل چند هدف داشته باشد که دستیابی کامل به همه آنها ممکن نباشد، عامل هدفگرا در تصمیم‌گیری با مشکل روبرو می‌شود ولی عامل مبتنی بر سودمندی می‌تواند توازن مناسبی بین اهداف مختلف برقرار کند.

مثال: عامل راننده تاکسی را فرض کنید. دو تا از اهداف این عامل، سریع رسیدن به مقصد و حفظ امنیت سفر است. اگر عامل به صورت هدفگرا پیاده‌سازی شده باشد، برای رسیدن همزمان به این دو هدف دچار مشکل می‌شود. اما اگر عامل را مبتنی بر سودمندی طراحی کنیم، عامل به راحتی می‌تواند سودمندترین راه را انتخاب کند.

انواع عامل: یادگیرنده

- عامل یادگیرنده بر خلاف عامل‌هایی که تا کنون دیدیم به مرور به دانش خود می‌افزاید و دانش خود را اصلاح می‌کند. این عامل می‌تواند در محیط‌های ناشناخته عمل کرده و به مرور قابلیت‌های بیشتری کسب کند.
- عامل یادگیرنده شامل ۴ مولفه است که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت:
 ۱. عنصر کارایی
 ۲. عنصر یادگیرنده
 ۳. عنصر منتقد
 ۴. مولد مسئله

انواع عامل: یادگیرنده

عنصر کارایی: در واقع همان چیزی است که تا کنون به عنوان عامل از آن یاد کردیم. عنصر کارایی با توجه به ادراک فعلی، در مورد عملی که باید انجام شود تصمیم می‌گیرد و می‌تواند به صورت هر یک از انواع عاملی که مطرح کردیم پیاده‌سازی شود.

استاندارد کارایی: موجودی خارج از عامل و مستقل از آن است که با دیدن هر عمل انجام شده توسط عامل یک ورودی به عنوان پاداش (یا مجازات) به عامل می‌دهد. این ورودی به عامل، میزان درستی عمل قبلی آن را نشان می‌دهد.

عنصر منتقد: با توجه به ادراک فعلی و پاداش یا مجازات ورودی، بازخوردی به عنصر یادگیرنده می‌دهد. عنصر یادگیرنده با توجه به این بازخورد، دانش عامل اصلاح می‌کند.

مولد مسئله: مسئول پیشنهاد فعالیت‌های اکتشافی است که منجر به تجربیات آموزنده جدید می‌شود.

انواع عامل: یادگیرنده

عامل یادگیرنده

استاندارد
کارایی

عنصر منتقد

بازخورد

عنصر یادگیرنده

اهداف یادگیری

مولد مسئله

اقدام اکتشافی

دانش

تغییرات

عنصر
کارایی

حسگرها

محرکها

محیط

