



عامل عقلايی

دانشگاه صنعتی قوچان

محمدحسین سیگاری

هوش مصنوعی و سیستم خبره

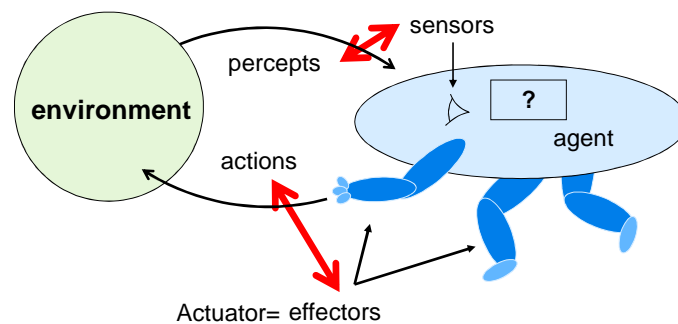
فهرست

- ▶ عامل و محیط
- ▶ فضای حالت مسئله
- ▶ عامل عقلايی
- ▶ انواع محیط
- ▶ انواع عامل

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل

عامل (Agent): به هر چیزی اطلاق می‌شود، که قادر به درک محیط پیرامون خود از طریق حسگرها و اثرگذاری بر روی محیط از طریق اثرکننده‌ها باشد



هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل

تابع/کارکرد عامل (Agent Function)

توصیف کننده رفتار عامل
یک تابع مانند f که دنباله ای از ادراک های P^* (مجموعه توانی P) را به یک فعالیت A را نگاشت می دهد

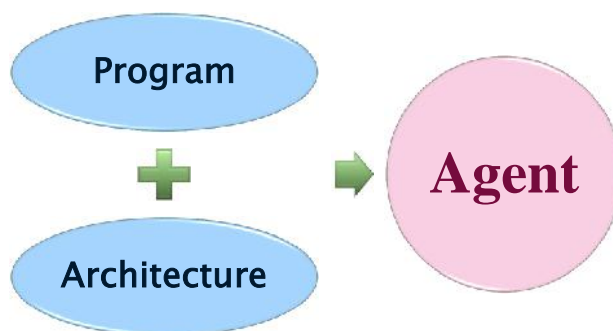
$$f : P^* \rightarrow A$$

INPUT **OUTPUT**

هوش مصنوعی و سیستم خبره

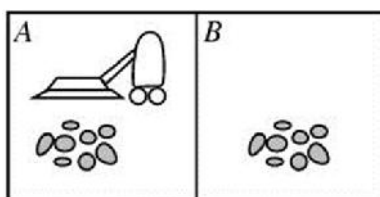
عامل

- ▶ تابع/کارکرد عامل بر اساس برنامه عامل (Agent Program) عمل می کند
- ▶ برنامه عامل، بر روی معماری عامل (Agent Architecture) اجرا می گردد



هوش مصنوعی و سیستم خبره

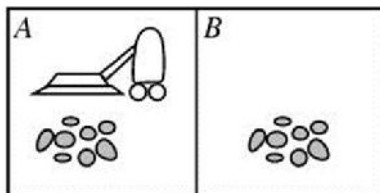
Vacuum-Cleaner World



- ▶ Environment: square A and B
- ▶ Percepts: [location and content] e.g. *[A, Dirty]*
- ▶ Actions: left, right, suck, and no-op

هوش مصنوعی و سیستم خبره

Vacuum-Cleaner World



Percept sequence	Action
[A,Clean]	Right
[A, Dirty]	Suck
[B, Clean]	Left
[B, Dirty]	Suck

هوش مصنوعی و سیستم خبره

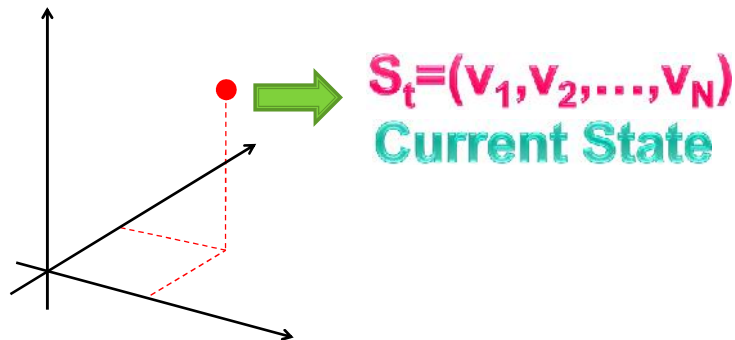
فهرست

- ▶ عامل و محیط
- ▶ فضای حالت مسئله
- ▶ عامل عقلایی
- ▶ انواع محیط
- ▶ انواع عامل

هوش مصنوعی و سیستم خبره

حالت کنونی

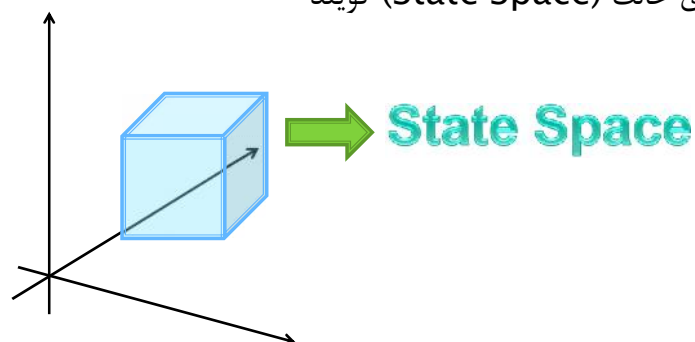
► اگر فرض شود خروجی سنسورها اسکالر (یک عدد) و تعداد سنسورها برابر N باشد، هر بار که دنیا توسط سنسورها حس شود، یک نقطه از فضای R^N خواهد بود. این نقطه را حالت کنونی (Current State) عامل نامیم.



هوش مصنوعی و سیستم خبره

فضای حالت

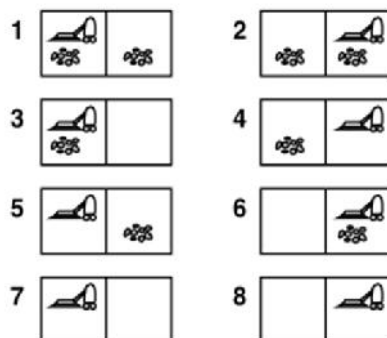
► تمام حالت های ممکنه که عامل می تواند در آن حالت ها قرار گیرد، فضای حالت (State Space) گویند



هوش مصنوعی و سیستم خبره

فضای حالت

► برای مثال جهان جاروبرقی
کل فضای حالت شامل ۸ حالت است



هوش مصنوعی و سیستم خبره

فهرست

- عامل و محیط
- فضای حالت مسئله
- عامل عقلایی
- انواع محیط
- انواع عامل

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل عقلایی (Rational Agent)

- ▶ عاملی که کارها را درست/صحیح (right) (به بهترین نحو) انجام دهد
- ▶ کار درست/صحیح (right thing) چیست؟
کاری که باعث افزایش موفقیت عامل شود
- ▶ موفقیت (Success) عامل بر چه اساس سنجیده می شود؟
(Performance Measure) بر اساس معیار کارایی
- ▶ بنابراین، معیار ارزیابی عملکرد عامل، به تعریف معیار کارایی وابسته است.

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل عقلایی (Rational Agent)

- ▶ **عامل عقلایی**، عاملی است که بر اساس دنباله دریافت های خود از ابتدا تا کنون و دانش اولیه نسبت به محیط، عملی را انتخاب کند که مقدار متوسط معیار ارزیابی او را بیشینه کند
- ▶ A **Rational Agent** chooses whichever action maximizes the expected value of the performance measure given the percept sequence to date and prior knowledge about environment.

هوش مصنوعی و سیستم خبره

رفتار عقلایی در فرایندهای تصادفی

▶ عامل هوشمند در فرایندهای تصادفی باید به دنبال بیشینه کردن مقدار متوسط معیار ارزیابی باشد



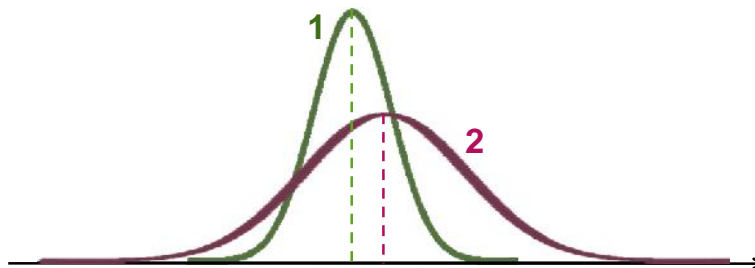
$N(\mu_1, 1)$



$N(\mu_2, 2)$

هوش مصنوعی و سیستم خبره

رفتار عقلایی در فرایندهای تصادفی



Time	1	2	3	4	5	6	...
Outcome 1	5	6	4	4	6	?	...
Outcome 2	-1	3	8	4	0	?	...

هوش مصنوعی و سیستم خبره

رفتار عقلایی

رفتار عقلایی به چهار مورد زیر وابسته است

- معیار کارایی (Performance Measure)
- دانش اولیه از محیط (Environment Prior Knowledge)
- مجموعه عمل های قابل انجام (Action Set)
- مجموعه دریافت های قابل دریافت (Perception Set)

در چه شرایطی رفتار های زیر عقلایی است؟

- سقوط هواپیما
- دزدیده شدن خودرو
- سکته قلبی

هوش مصنوعی و سیستم خبره

طراحی یک عامل عقلایی

برای طراحی یک عامل عقلایی، دانستن موارد زیر لازم است:

- معیار کارایی (Performance Measure)
- محیط (Environment)
- عملگر (Actuator)
- حسگر (Sensor)

PEAS

مثال:

- ربات تعقیب خط (Line Follower Robot)
- آنتی ویروس
- تاکسی تمام خودکار (بدون راننده)

هوش مصنوعی و سیستم خبره

فهرست

- ▶ عامل و محیط
- ▶ فضای حالت مسئله
- ▶ عامل عقلایی
- ▶ انواع محیط
- ▶ انواع عامل

هوش مصنوعی و سیستم خبره

انواع محیط

- ▶ Fully Observable / Partial Observable
- ▶ Deterministic / Stochastic
- ▶ Discrete / Continuous
- ▶ Episodic / Sequential
- ▶ Static / Dynamic
- ▶ Single Agent / Multi Agent
 - Cooperative / Competitive

هوش مصنوعی و سیستم خبره

انواع محیط

	Chess	Backgammon	Stock Market	Pinball	Integer Random Generator
Observable??	FULL	FULL	PARTIAL	FULL	FULL
Deterministic??	YES	NO	NO	NO	NO
Episodic??	NO	NO	NO	NO	YES
Static??	YES	YES	NO	NO	Dependent
Discrete??	YES	YES	NO	NO	YES
Single-agent??	NO	NO	NO	YES	YES

هوش مصنوعی و سیستم خبره

انواع محیط

▶ ساده ترین محیط

- ▶ Fully observable, deterministic, episodic, static, discrete, single-agent

▶ پیچیده ترین محیط

- ▶ Partially observable, stochastic, sequential, dynamic, continuous, multi-agent

هوش مصنوعی و سیستم خبره

فهرست

- ▶ عامل و محیط
- ▶ فضای حالت مسئله
- ▶ عامل عقلایی
- ▶ انواع محیط
- ▶ انواع عامل

هوش مصنوعی و سیستم خبره

انواع عامل از نظر نوع ساختار

عامل واکنشی ساده

Simple Reflex Agent ·

عامل واکنشی مبتنی بر مدل

Model-based Reflex Agent ·

عامل مبتنی بر هدف

Goal-based Agent ·

عامل مبتنی بر کسب سودمندی

Utility-based Agent ·

عامل یادگیرنده

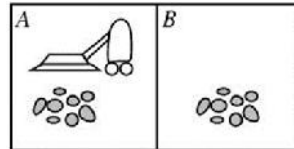
Learning Agent ·

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل واکنشی ساده

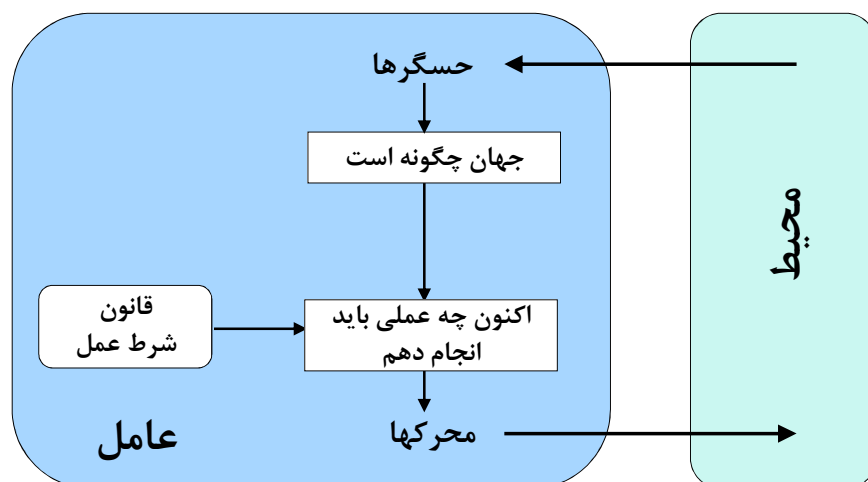
- ▶ عامل فقط بر اساس حالت کنونی (current state) از جهان، تصمیم می گیرد (بدون توجه به تاریخچه قبلی)
- ▶ حالت کنونی: بر اساس درک جهان توسط حسگرها
- ▶ برنامه عامل شامل یکسری قواعد اگر-آنگاه می باشد
- ▶ به دلیل عدم استفاده از سوابق ادراکات، برنامه عامل ساده است
- ▶ کاربرد در محیط هایی که به طور کامل قابل مشاهده هستند
- ▶ مثال:

```
function REFLEX-VACUUM-AGENT ([location, status])
return an action
  if status == Dirty then return Suck
  else if location == A then return Right
  else if location == B then return Left
```



هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل واکنشی ساده



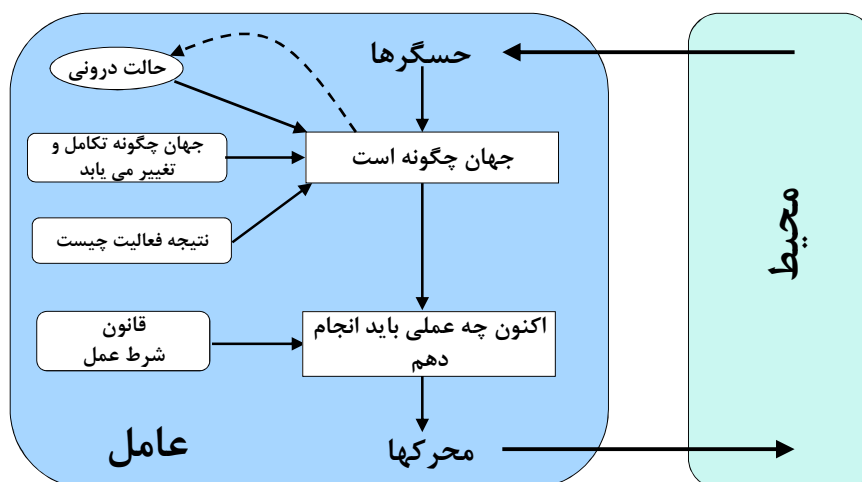
هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل واکنشی مبتنی بر مدل

- ▶ برای حالتی که محیط به صورت کامل قابل مشاهده نیست، لازم است تا عامل بر اساس سابقه (History) ادراکات خود، سعی کند نقص اطلاعات ورودی (ادراکات) را کامل کند
- ▶ در این حالت عامل برای غلبه بر نقصان اطلاعات (قابل مشاهده نبودن تمام محیط) از حالت درونی (Internal State) استفاده کند
- ▶ تغییر حالت درونی بر اساس:
 - حالت خارجی (External State) که بر اساس ادراکات می باشد
 - نتیجه اعمال (Result of Action) که بر اساس مدلی از جهان قابل تعیین است
- ▶ مدل جهان ممکن است در حین گذر زمان یا انجام فعالیت توسط عامل، تغییر کند. بنابراین مدل جهان نیز باید به روز رسانی گردد.
- ▶ در این حالت نیز برنامه عامل، بر اساس قواعد اگر-آنگاه خواهد بود

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل واکنشی مبتنی بر مدل



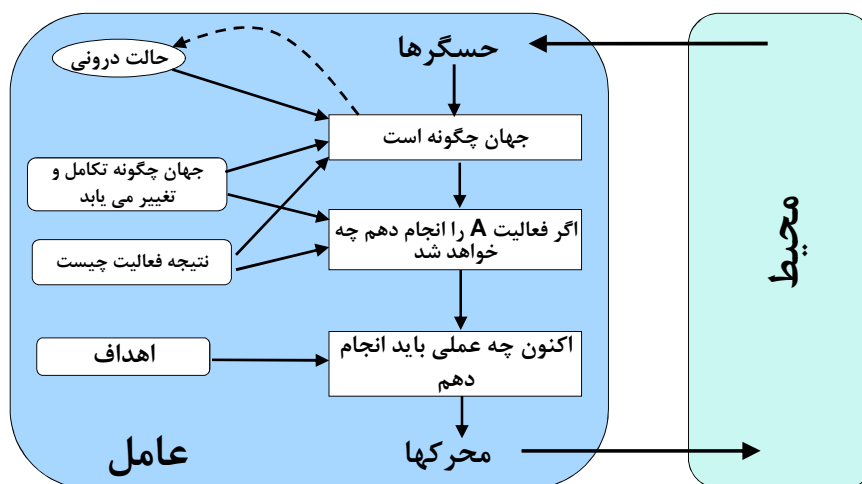
هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل مبتنی بر هدف

- ▶ در این عامل، می توان حالت مطلوب (desirable state) را در قالب هدف (Goal) برای عامل تعریف کرد
- ▶ این عامل همواره اعمالی را انجام خواهد داد تا او را در آینده به هدف مورد نظر نزدیک کند.
- ▶ بر خلاف عامل واکنشی، در این عامل، هدف به طور صریح مشخص شده و به راحتی می توان با تغییر هدف، عامل را برای فعالیت دیگر آماده کرد. در حالی که در دو عامل قبلی، باید کل قوانین تغییر یابد.

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل مبتنی بر هدف



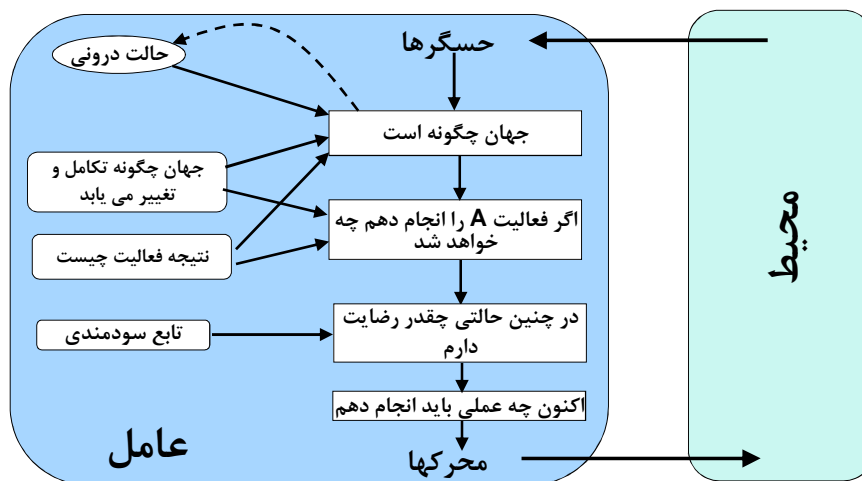
هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل مبتنی بر کسب سودمندی

- ▶ این نوع ساختار برای محیطی مناسب است که راه های مختلفی برای رسیدن به هدف وجود دارد. محیط دارای اهداف متضاد باشد (conflicting goals) انتخاب و حصول دقیق هدف میسر نباشد
- ▶ اهداف به تنهایی برای تولید رفتار با کیفیت بالا کافی نیستند.
- ▶ اگر یک وضعیت دنیا به دیگری ترجیح داده می شود، آنگاه آن برای عامل سودمندتر خواهد بود.
- ▶ تابع سودمندی (Utility Function): نداشت یک حالت یا یک دنباله از حالت ها به یک عدد حقیقی که این عدد حقیقی میزان رضایت عامل از وضعیت را نشان می دهد.

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل مبتنی بر کسب سودمندی



هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل یادگیرنده

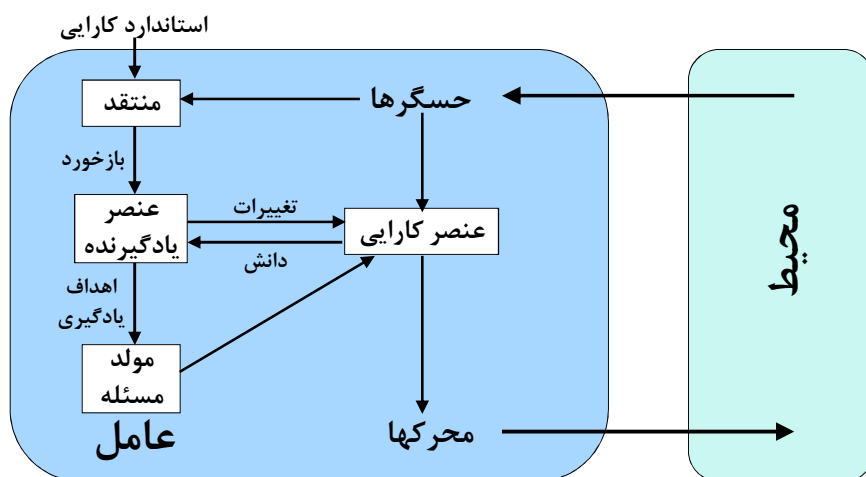
▶ چهار نوع عامل قبلی، بر اساس دانش اولیه که در درون خود داشتند، در محیط زندگی می کردند و سعی می کردند تا کارایی خود را بیشینه کنند. اما عملاً، زندگی در محیط واقعی فقط بر اساس دانش درونی (اولیه)، ممکن نیست. بنابراین نیاز به یادگیری در محیط می باشد

▶ علل نیاز به یادگیری (Learning)

ناقص بودن دانش اولیه
تغییرات محیط (محیط پویا)

هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل یادگیرنده



هوش مصنوعی و سیستم خبره

عامل یادگیرنده

▶ منتقد/نقاد (Critic)

مشخص می کند که یادگیرنده با توجه به استانداردهای کارایی چگونه باید عمل کند

▶ عنصر یادگیرنده (Learning Element)

مسئول ایجاد بهبودها

▶ عنصر کارایی (Performance Element)

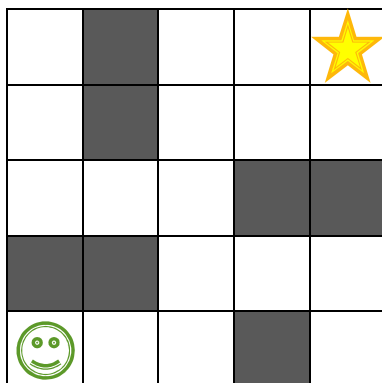
مسئول انتخاب فعالیت های خارجی

▶ مولد مسئله (Problem Generator)

مسئول پیشنهاد فعالیت هایی است که منجر به تجربیات آموزنده جدیدی می شود

هوش مصنوعی و سیستم خبره

مسئله Maze در حالت عامل واکنشی ساده



▶ معیار ارزیابی: رسیدن به هدف

▶ دانش محیط: محل موانع و هدف

▶ حسگر: x, y

▶ محرک: up, down, left, right

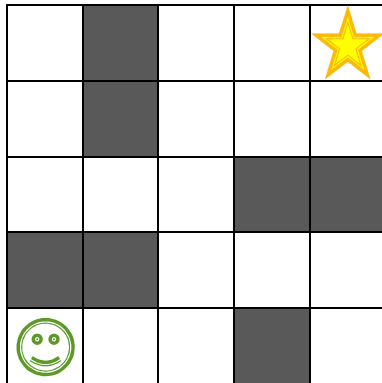
▶ استفاده از قوانین اگر-آنگاه

▶ اگر موقعیت مکانی ... بود، ... کار را

انجام بده

هوش مصنوعی و سیستم خبره

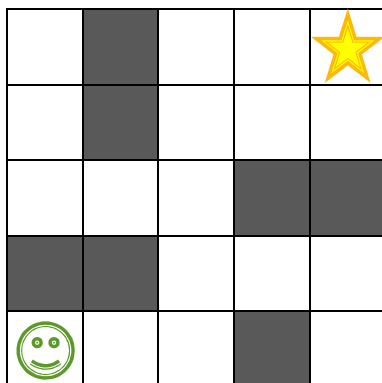
مسئله Maze در حالت عامل مبتنی مدل



- ▶ معیار ارزیابی: رسیدن به هدف
- ▶ دانش محیط: محل موانع و هدف
- ▶ حسگر: فقط X
- ▶ محرک: up, down, left, right
- ▶ استفاده از قوانین اگر-آنگاه، با توجه به حالت درونی
- ▶ اگر موقعیت مکانی ... بود، با توجه به حالت درونی ... کار را انجام بده
- ▶ در اینجا حالت درونی لا را ذخیره می کند

هوش مصنوعی و سیستم خبره

مسئله Maze در حالت مبتنی بر هدف



- ▶ معیار ارزیابی: رسیدن به هدف متحرک
- ▶ دانش محیط: محل موانع و محل هدف در هر لحظه
- ▶ حسگر: فقط X
- ▶ محرک: up, down, left, right
- ▶ حرکت به سمت هدف، با توجه به موقعیت فعلی آن و حالت درونی عامل
- ▶ استفاده از قوانین اگر-آنگاه بر اساس موقعیت نسبی عامل نسبت به هدف

هوش مصنوعی و سیستم خبره

مسئله Maze در حالت مبتنی بر سودمندی

8		2	1	0
7		3	2	1
6	5	4		
		5	6	7
8	7	6		8

- ▶ معیار ارزیابی: رسیدن به هدف متحرک از کوتاهترین مسیر
- ▶ دانش محیط: محل موانع و محل هدف در هر لحظه
- ▶ حسگر: فقط X
- ▶ محرک: up, down, left, right
- ▶ حرکت به سمت هدف، با توجه به موقعیت فعلی آن و حالت درونی عامل
- ▶ تعریف یک تابع سودمندی برای ارزیابی هر حالت

هوش مصنوعی و سیستم خبره

مسئله Maze در حالت عامل یادگیرنده

				★
😊				

- ▶ معیار ارزیابی: رسیدن به هدف
- ▶ دانش محیط: فقط محل اولیه عامل
- ▶ حسگر: موقعیت کامل X و Y
- ▶ محرک: up, down, left, right
- ▶ یادگیری محیط (محل موانع و هدف)
- ▶ ممکن است یادگیری باعث نابودی عامل شود. (مثلا اگر در محیط چاله قرار داشته باشد)

هوش مصنوعی و سیستم خبره