

# هوش مصنوعی

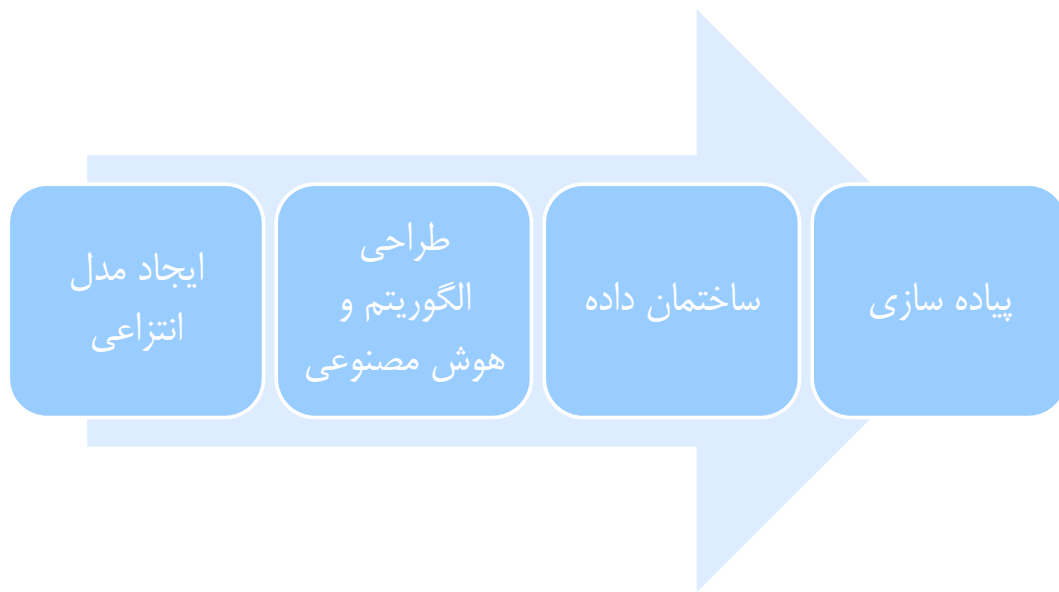
## درس اول: هوش مصنوعی چیست؟

### به این مسائل فکر کنید:

- سامانه ثبت حضور غیاب با امکان تشخیص افراد از روی اثر انگشت/عنبیه/چهره
- سامانه پیشنهاد بهترین مسیرهای هوایی برای سفر از مبدا و مقصد مشخص براساس ترجیحات مشتری
- بازی‌ها
- سامانه‌های کنترل هوشمند (سرعت/تخلف و...)
- سامانه طراحی جدول کلمات متقاطع برای نشریات
- نمایش اخبار مرتبط یا یک خبر در یک سامانه خبری
- پیشنهاد فیلم‌های احتمالا مورد علاقه کاربر در یک سامانه فروش فیلم با توجه با فیلم‌های خریداری شده توسط کاربر و خریدهای سایر کاربران
- تخمین ریسک مشتری برای یک شرکت بیمه
- تشخیص تقلب در تراکنش‌های بانکی
- تشخیص بدافزارها — تشخیص نفوذ
- تحلیل آماری مسابقات ورزشی گروهی بر مبنای میزان در اختیار داشتن توپ یا حضور در زمین حریف
- هدایت و کنترل هوشمند ربات مریخ پیما یا بهپاد و...
- تصویر به متن
- سامانه پاسخگوی خودکار به مشتری

چه کسی باید این مسائل را حل کند؟

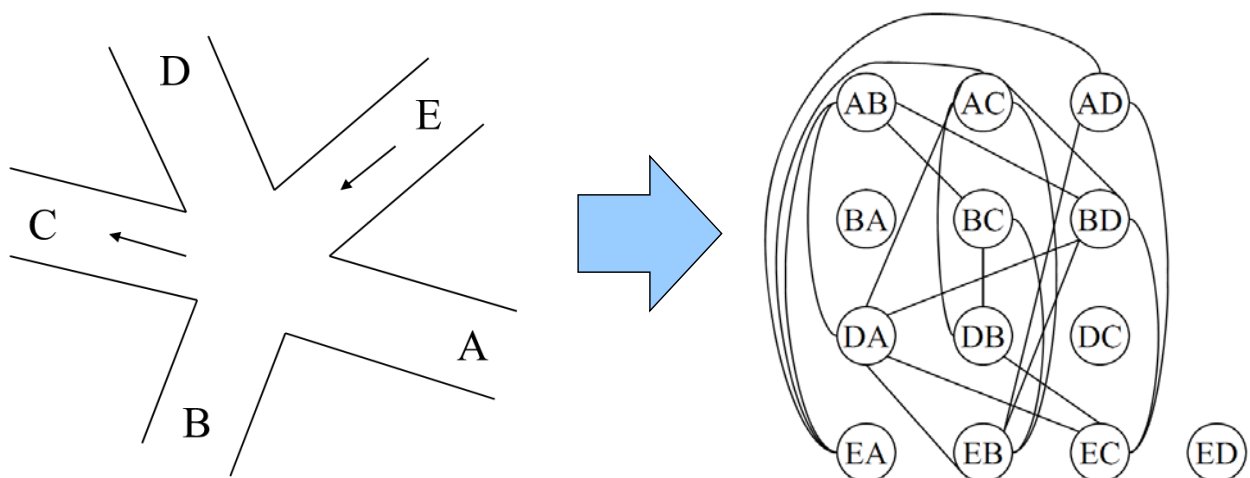
## مراحل حل مسئله



3

## مراحل حل مسئله

■ هدف: کمترین تعداد زمان‌های چراغ و عبور بیشترین ترافیک در هر زمان



نمایش دانشی که از مسئله داریم به روشی انتزاعی که در کامپیوتر قابل ذخیره باشد (بازنمایی دانش)

4

## مراحل حل مسئله

### ■ انتزاع: در نظر نگرفتن جزئیات غیر ضروری

- عرض خیابان‌ها
- میزان ترافیک خیابان‌ها

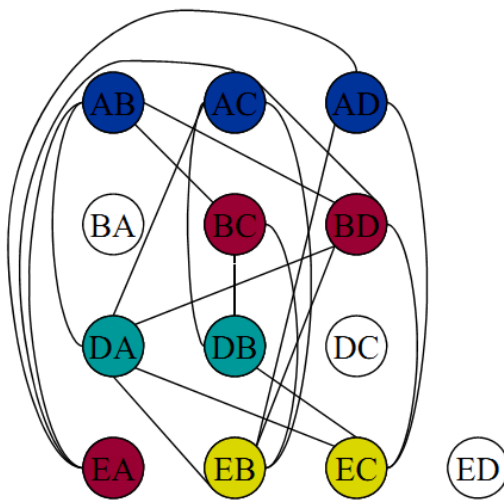
### ■ مدل:

- مثلاً AD به معنی گردش از A به D است
  - رسم یک یال بین گردش‌هایی که همزمان میسر نیست
- ### ■ الگوریتم و هوش مصنوعی: این مسئله با الگوریتم رنگ آمیزی گراف‌ها قابل حل است.
- رئوس مجاور نباید هم‌رنگ باشند

### ■ ساختمان داده:

- چگونه گراف را پیاده‌سازی کرده آنرا رنگ آمیزی کنیم؟

## (مشابه رنگ آمیزی نقشه)



[محمد قدسی - دانشگاه شریف]

5

## یک برنامه هوش مصنوعی چیست؟

- یک مغز؟
- یک فرمول؟
- یک عامل هوشمند؟

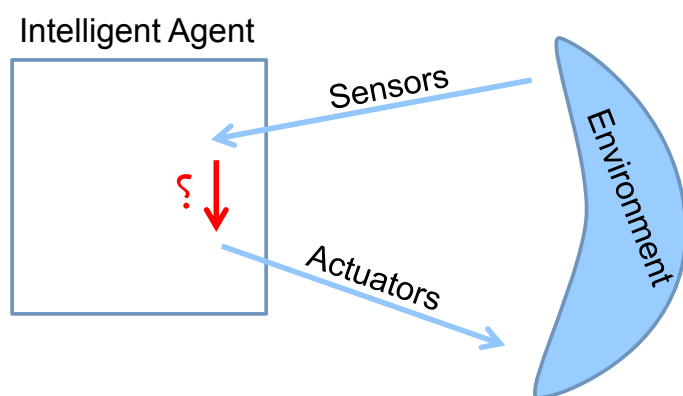
6

## یک برنامه هوش مصنوعی چیست؟

- یک مغز
- یک فرمول
- یک عامل هوشمند

7

## عامل هوشمند



**Perception-Action cycle**

- عامل وضعیت محیط را با استفاده از حسگرهایش درک (perceive) می کند.
- می تواند با استفاده از عملگرهایش روی وضعیت محیط اثر بگذارد (effect).
- سوال اساسی در هوش مصنوعی پیدا کردن تابع نگاشت از حسگرها به اعمال است (سیاست کنترل عامل)
- تمام این درس در مورد این است که عامل چگونه براساس شرایط فعلی محیط (هرآنچه که باشد) تصمیم گیری می کند؟

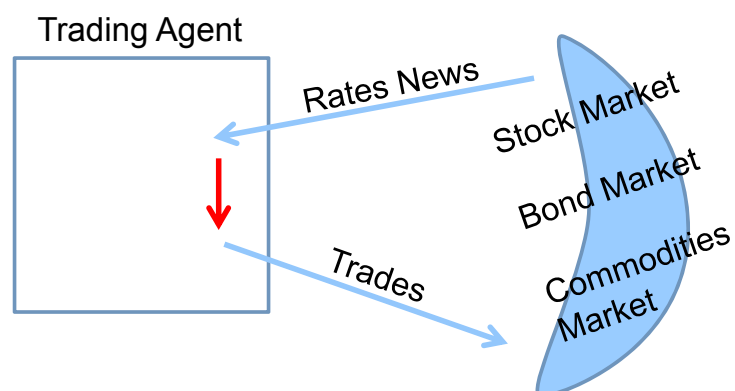
8

## کاربردهای هوش مصنوعی

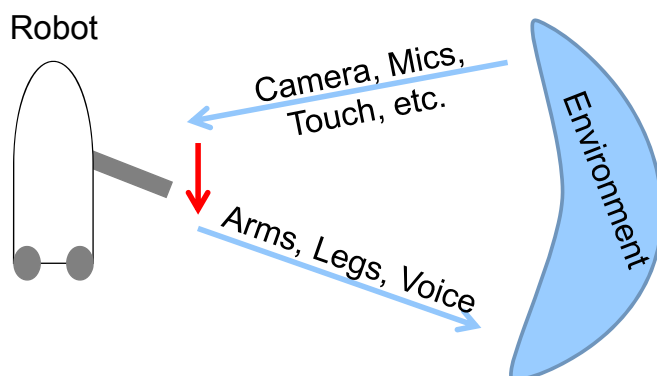
- هوش مصنوعی به طور موفقیت آمیزی در اقتصاد، رباتیک، بازی‌ها، پزشکی و وب ... به کار گرفته شده است.

## هوش مصنوعی در اقتصاد

- دریافت شاخص های اقتصادی، اخبار و تصاویر
- پیش بینی ریسک خرید یا فروش

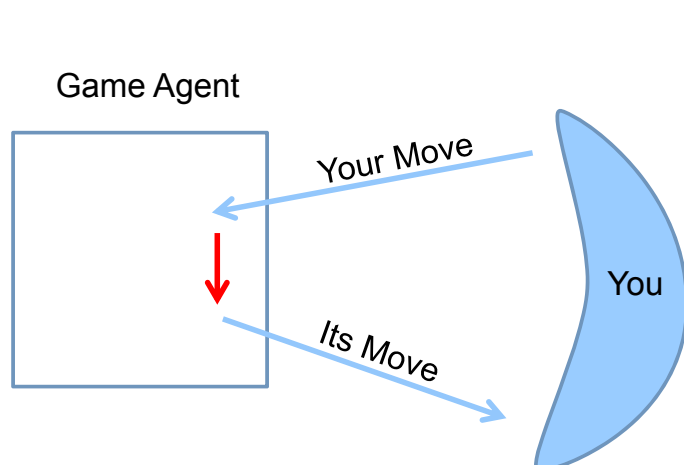


## هوش مصنوعی در رباتیک



11

## هوش مصنوعی در بازی‌ها



■ بازی‌های هوشمند

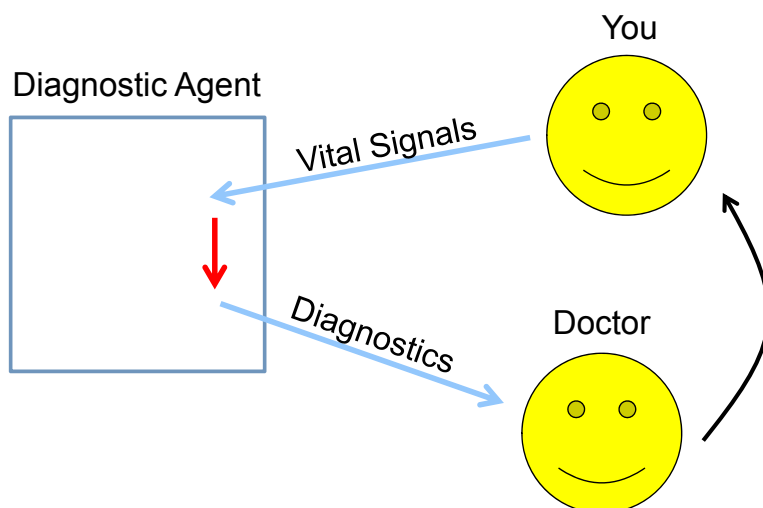
— بازی در برابر شما

■ شطرنج

■ ایجاد شخصیت‌های هوشمند و باور پذیر

— در برابر حرکات شما وانش قابل قبولی داشته باشد!

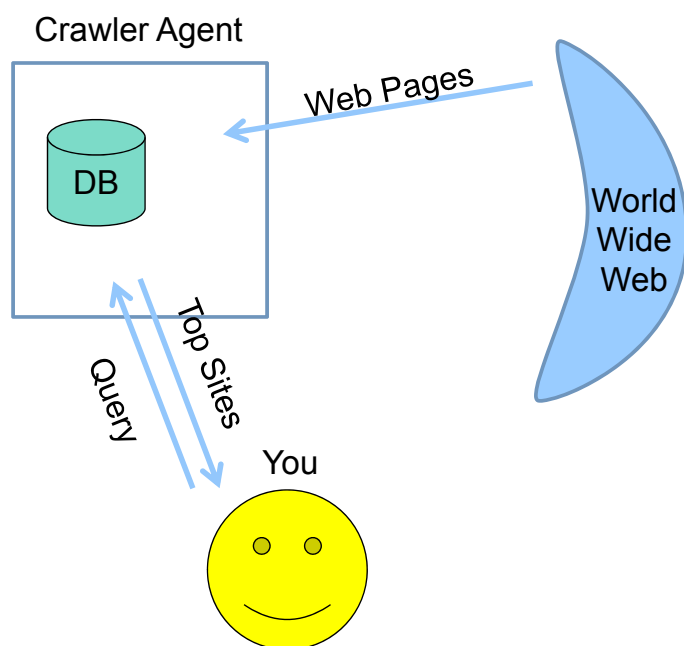
12



Google

Google Search

I'm Feeling Lucky



برای ایجاد هر نرم افزاری که دارای هوشمندی باشد، به  
نحوی به هوش مصنوعی نیاز خواهید داشت.



## آیا هوش مصنوعی در دنیای واقعی عملیاتی شده است؟



17

## هوش مصنوعی چیست؟

- تعریفی از هوش و هوشمندی که مورد اتفاق همه‌ی علوم باشد وجود ندارد و در علوم مختلف تعاریف متفاوتی از هوشمندی مطرح می‌شود.
  - تعریف هوش از دیدگاه یک روانشناس را با تعریف یک عصب‌شناس مقایسه کنید.
- این اختلافات در تعریف هوش مصنوعی نیز به چشم می‌خورد.
- برای تعریف هوش مصنوعی می‌توان از چهار زاویه به آن نگاه کرد:
  - پردازش فکری و استدلالی
  - پردازش رفتاری
  - منطقی بودن (ایده‌آل هوشمندی)
  - رویکرد انسانی

18

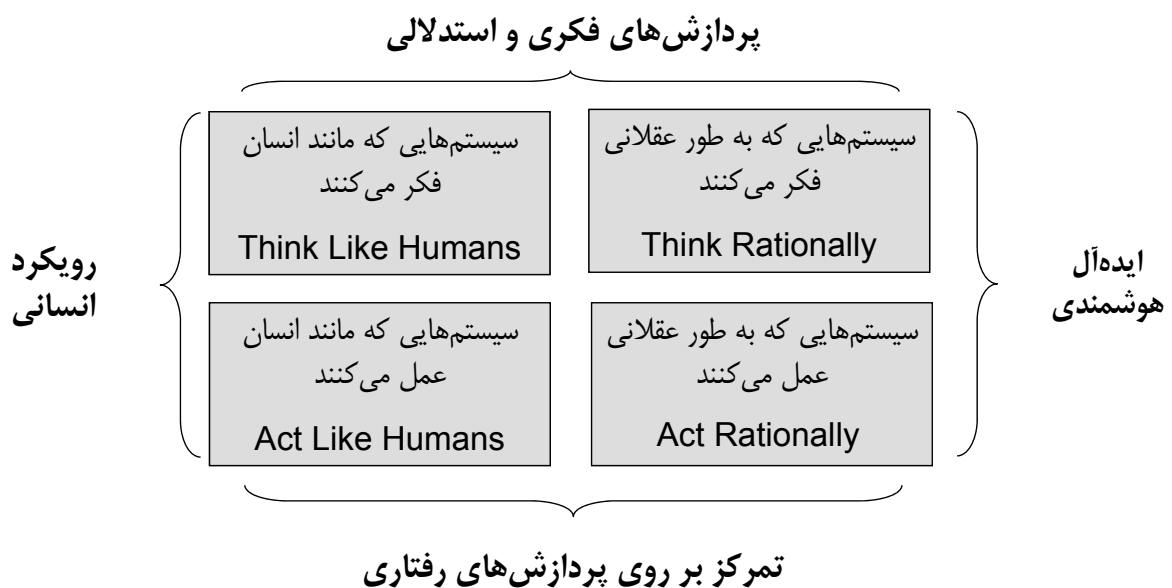
## هوش مصنوعی چیست؟

■ تعاریف موجود از هوش مصنوعی را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد:

- انسانی فکر کردن - علوم شناختی
- انسانی عمل کردن - آزمون تورینگ
- منطقی (عقلانی) فکر کردن - منطق
- منطقی (عقلانی) عمل کردن - عامل‌های منطقی

19

## هوش مصنوعی چیست؟



20

## انسانی فکر کردن (Thinking Humanly)

<ul style="list-style-type: none"><li>• انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه</li></ul> <p>Haugeland, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...</li></ul> <p>Bellman, 1978</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی</li></ul> <p>Charnik and McDemott, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند</li></ul> <p>Winston, 1992</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند</li></ul> <p>Kurzweil, 1990</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده سازی کند</li></ul> <p>Schalkoff, 1990</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.</li></ul> <p>Luger and Stubblefield, 1993</p>

21

## انسانی فکر کردن (Thinking Humanly)

■ در این رویکرد به چگونگی عملکرد مغز انسان نزدیک شده، برای آن تئوری‌های عملی وضع می‌گردد.

■ از دو طریق:

— درون‌گرایی (Introspection): تجزیه و تحلیل نحوه‌ی استنتاج و تفکر خود.

■ ضرب دو عدد دو رقمی را چگونه ذهنی حل می‌کنیم؟

— آزمایشات روانشناختی (Psychological Experiments)

■ چه چیزی باعث قضاوت‌های ما می‌شود؟ / ناظر بیرونی

22

## انسانی فکر کردن (Thinking Humanly)

### ■ علوم شناختی (Cognitive Science):

- تمرکز بر درک فرآیند تفکر در ذهن انسان.
- به دنبال کشف و پیاده‌سازی سیر تحلیل و استدلال انسان.
- مدل‌های محاسباتی بدست آمده از علم هوش مصنوعی در کنار تکنیک‌های تجربی حاصل از روانشناسی، علوم شناختی را ایجاد می‌کند.
- این علوم سعی در تولید تئوری‌های دقیق (Precise) و قابل آزمایش (Testable) از نحوه‌ی عملکرد ذهن انسان دارند.

---

23

## انسانی فکر کردن (Thinking Humanly)

### ■ GPS (General Problem Solver)

- برنامه‌ای برای شبیه‌سازی عملکرد تفکر انسان.
- در سال ۱۹۶۳ توسط Newel و Simon طراحی و پیاده‌سازی شد.
- این برنامه از استراتژی تحلیل ابزار پایان (Means-Ends Analysis) استفاده می‌کند.
- در این روش تفاوت میان وضعیت جاری و هدف استخراج شده، تلاش می‌شود این تفاوت حداقل شود.
- یک برنامه ناموفق.

---

24

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

<ul style="list-style-type: none"><li>• انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه</li></ul> <p>Haugeland, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...</li></ul> <p>Bellman, 1978</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی</li></ul> <p>Charnik and McDemott, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند</li></ul> <p>Winston, 1992</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند</li></ul> <p>Kurzweil, 1990</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده سازی کند</li></ul> <p>Schalkoff, 1990</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.</li></ul> <p>Luger and Stubblefield, 1993</p>

25

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

■ سیر تحلیل و استدلال و روش ساخت مهم نیست. مهم این است که خروجی همانند انسان باشد.

■ تست تورینگ:

— در سال ۱۹۵۰ آلن تورینگ یک تعریف عملیاتی از هوش مطرح کرد که به تست تورینگ مشهور شد.

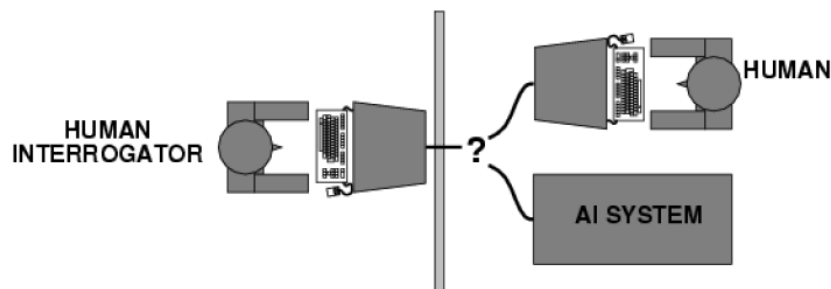
— از نظر تورینگ، موجودی هوشمند است که بتواند در تمام سطوح و وظایف شناختی قابلیت‌هایی را کسب کند که کارایی او را تا حد انسان افزایش دهد و بتواند یک پرسشگر را فریب دهد.

26

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

### ■ تست تورینگ:

- در تست تورینگ، یک پرسشگر سؤالاتی را برای دو نفر که خارج از حوزه‌ی دید او هستند مطرح می‌کند.
- یکی از این دو نفر یک انسان و دیگری ماشینی است که قرار است هوشمندی آن مورد آزمایش قرار گیرد.
- پرسشگر می‌تواند در مدت زمان مشخصی هر سؤالی را مطرح کند.
- اگر پرسشگر نتواند از طریق پاسخ‌هایی که دریافت می‌کند حدس بزند کدام پاسخ دهنده انسان و کدامیک ماشیت است، می‌توان ماشین مورد آزمایش را هوشمند دانست.



27

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

### ■ نیازمندی‌های موفقیت در تست تورینگ:

- پردازش زبان طبیعی (Natural Language Processing): محاوره
  - بازنمایی دانش (Knowledge Representation): ذخیره اطلاعات
  - استنتاج خودکار (Automated Reasoning): استدلال و استخراج
  - یادگیری ماشین (Machine Learning): تطابق با شرایط جدید
- در تست تورینگ کامل پرسشگر می‌تواند توانایی‌های ادراکی ماشین را نیز مورد آزمایش قرار دهد (توانایی‌های ادراک محیط بیرون و تاثیرگذاری روی آن).
- بینایی ماشین (Machine Vision): برای درک محیط
  - رباتیک (Robotic): برای تاثیرگذاری روی محیط
- Virtual Reality (دنیای ماتریکس)

28

## عقلانی فکر کردن (Thinking Rationally)

<ul style="list-style-type: none"><li>• انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه</li></ul> <p>Haugeland, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...</li></ul> <p>Bellman, 1978</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی</li></ul> <p>Charnik and McDermott, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند</li></ul> <p>Winston, 1992</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند</li></ul> <p>Kurzweil, 1990</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده سازی کند</li></ul> <p>Schalkoff, 1990</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.</li></ul> <p>Luger and Stubblefield, 1993</p>

29

## عقلانی فکر کردن (Thinking Rationally)

### ■ منطق ارسطویی (Syllogism of Aristotle)

- فرآیند تفکر از طریق استنتاج
  - از اولین تلاش‌های انسان برای مدل کردن نحوه‌ی درست فکر کردن.
  - این منطق الگوهایی برای ساختار بحث به دست می‌دهد که بر اساس مقدم‌های داده شده‌ی درست، نتایج درست حاصل شوند.
- «سقراط انسان است، تمام انسان‌ها می‌میرند، پس سقراط خواهد مرد.»
- در اواخر سده ۱۸۰۰ و اوایل ۱۹۰۰ پیشرفت‌های خوبی در منطق باقاعده توسط کسانی مانند پینو (Peano)، بول (Boole)، فرگ (Frege)، تارسکی (Tarski)، گودل (Godel) و دیگران انجام شد.

30

## عقلانی فکر کردن (Thinking Rationally)

### ■ مشکلات منطق ارسطویی:

- به راحتی نمی‌توان دانش غیر نرمال (غیر قاعده‌مند — غیر رسمی) را در ساختار قاعده‌مند (رسمی) منطق بیان کرد. بالاخص هنگامی که دانش از قطعیت کامل برخوردار نیست.
- تبدیل دانش غیر رسمی به شکل رسمی توسط اعلام منطقی، ساده نیست.
- تفاوت زیادی بین حل یک مسئله در دنیای واقع با آنچه روی کاغذ انجام می‌شود وجود دارد.
- تفاوت عمده‌ای بین قادر به حل مسئله بودن در اصول و انجام آن در عمل وجود دارد.

31

## عقلانی عمل کردن (Acting Rationally)

<ul style="list-style-type: none"><li>• انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه</li></ul> <p>Haugeland, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...</li></ul> <p>Bellman, 1978</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی</li></ul> <p>Charnik and McDermott, 1985</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند</li></ul> <p>Winston, 1992</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند</li></ul> <p>Kurzweil, 1990</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده سازی کند</li></ul> <p>Schalkoff, 1990</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.</li></ul> <p>Luger and Stubblefield, 1993</p>

32



## عقلانی عمل کردن (Acting Rationally)

- می‌توان گفت عقلانی عمل کردن یعنی عملی که به نظر منطقی است.
- استنتاج تمام عقلانی بودن نیست، زیرا در بعضی موقعیت‌ها تصمیم صحیح اثبات شده‌ای برای انجام وجود ندارد، اما عامل باز هم باید عملی را انجام دهد.
- در بعضی موارد نمی‌توان بر اساس استنتاج تصمیم‌گیری نمود.
- عقب کشیدن دست (بدون تفکر) از یک اجاق داغ، عکس‌العملی است که نسبت به عمل ناشی از تفکر انسانی، موفق‌تر است.

## عقلانی عمل کردن (Acting Rationally)

- عامل‌ها (Agents)
  - هوش مصنوعی مدرن را می‌توان مهندسی عامل‌های عقلانی دانست.
  - یک عامل موجودی است که می‌تواند:
    - ادراک نماید (Perceive).
    - بر مبنای این ادراکات و پایگاه دانش درونی استنتاج کند (Reason).
    - بر مبنای نتایج حاصل از استنتاج عمل نماید (Act).
    - و علاوه بر اینها دارای خودمختاری (Autonomy) باشد، یعنی بتواند بدون دخالت انسان عمل کند.

## Symbolic VS. Connectionist AI

- هوش مصنوعی نماد گرایانه (Symbolic AI)
  - کشف نمادهایی (آنتولوژی) که می‌توان از طریق آنها دنیای پیرامون را تعریف کرد و کشف قوانین عام برای استنتاج.
- هوش مصنوعی پیوندگرایانه (Connectionist AI)
  - پیدا کردن قوانین عام مشکل است (ممکن است قوانین اشتباه یا ناقص وارد سیستم شود)
  - در جستجوی استقرا از روی مشاهدات برای ایجاد قوانین جزئی
  - یادگیری از روی مثال

35

## تاریخچه هوش مصنوعی

- دهه ۱۹۴۰
  - مک کالو و پیتز در ۱۹۴۳ یک مدل محاسباتی برای نوروهای مصنوعی ایجاد کردند.
  - شانون (۱۹۵۰) و تورینگ (۱۹۵۳) برنامه‌ی بازی شطرنج را طراحی کردند.
  - مینسکی و ادموند (۱۹۵۱) اولین کامپیوتر شبکه عصبی را ساختند.
  - در ۱۹۵۴ واژه هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) برای اولین بار در کنفرانس دانشگاه دارتموت مورد استفاده قرار گرفت.
- نول و سیمون سیستمی برای اثبات قضایا طراحی کردند: Logic Theorist (LT)

36

## تاریخچه هوش مصنوعی

- دهه ۱۹۵۰ (باور به Symbolistic AI) و ۱۹۶۰ (دهه آرزوهای بزرگ)
  - نول و سیمون GPS را ساختند. برنامه‌ای که روش انسان برای حل مسائل را تقلید می‌کرد.
  - ماهیت NP بودن مسائل شناخته نشده بود.
  - روزنبلت (Rosenblatt) شبکه عصبی پرسپترون را برای یادگیری مفاهیم پیشنهاد کرد. علاوه بر آن الگوریتم یادگیری Widrow & Huff را نیز مطرح گردید.
  - مک‌کارتی (McCarthy) زبان برنامه‌نویسی LISP را طراحی کرد. این زبان یکی از قدیمی‌ترین زبان‌های برنامه‌سازی است و بر استنتاج منطقی استوار است.
  - ویزنباوم (Weizenbaum) برنامه ELIZA که یک برنامه مشاور روانشناسی بود را ساخت.
  - مینسکی و پاپارت (۱۹۶۹) نشان دادند که شبکه عصبی پرسپترون قابلیت یادگیری مفاهیم پیچیده را ندارد.
- زمستان هوش مصنوعی
  - نزول تحقیقات در هوش مصنوعی

37

## تاریخچه هوش مصنوعی

- دهه ۱۹۷۰
  - دهه سیستم‌های خبره و تجاری شده آن: MYCIN (سیستم تشخیص بیماری‌های خونی)
  - تعدادی از اولین سیستم‌های تشخیص صدای پیوسته طراحی شدند: مانند HEARSAY و HARPY.
  - شانک و همکارانش در دانشگاه Yale مدل‌های ساختاری حافظه را برای پردازش زبان طبیعی مبتنی بر دانش (Knowledge-Base NLP) توسعه دادند.

38

## تاریخچه هوش مصنوعی

### ■ دهه ۱۹۸۰ (هوش مصنوعی پیوندگرایانه)

- اغلب شرکت‌های فعال در حیطه هوش مصنوعی پا به عرصه نهادند مانند: Camegie، Inference، Intellicorp و Teknowledge.
- الگوریتم Backpropagation انقلابی در شبکه‌های عصبی ایجاد کرد.
- معرفی محاسبات تکاملی
- کاربردی شدن منطق فازی
- زمستان دوم هوش مصنوعی
- شناخت محدودیت‌های روش‌ها

---

39

## تاریخچه هوش مصنوعی

### ■ دهه ۱۹۹۰ (سیستم‌های عامل‌گرا)

- سیستم‌های تشخیص صدای پیوسته در کاربردهای تجاری به کار گرفته شده‌اند.
- NASA از روبات‌های خودمختار برای اکتشاف فضایی استفاده کرد.
- روش‌های آماری (Statistical Methods) و داده کاوی (Data Mining) برای استخراج دانش از منابع اطلاعاتی به کار گرفته شدند.
- عامل‌های هوشمند و روبات‌های نرم‌افزاری برای استفاده هوشمندانه در اینترنت مورد استفاده قرار گرفتند.
- حجم زیاد اطلاعات و نیاز به پردازش آنها

---

40

## زیر شاخه‌های هوش مصنوعی



- ادراک (Perception)

- ❖ بینایی ماشین (Computer Vision)

- ❖ شناسایی چهره، شناسایی اشیاء، شناسایی تصاویر هوایی و ...

- ❖ شناسایی صحبت (Speech Processing)

- ❖ طراحی رابط کاربر، عمل کردن در شرایط دشوار یا خطرناک از راه دور

- ❖ پردازش زبان طبیعی (Natural Language Processing)

- ❖ فهم زبان صحبت، استخراج مفاهیم و واقعیات، تلخیص، بازیابی اطلاعات

41

## زیر شاخه‌های هوش مصنوعی



- استنتاج (Reasoning)

- ❖ نگاشت از دانش ادراک شده به قسمت عملیاتی سیستم. شامل

- ❖ بازنمایی دانش (Knowledge Representation)

- ❖ جستجو و بهینه سازی (Search & Optimization)

- ❖ یادگیری ماشین (Machine Learning)

- ❖ تئوری تصمیم (Decision Theory)

- ❖ تئوری بازیها (Game Theory)

- ❖ طرح ریزی (Planning)

...

42

## زیر شاخه‌های هوش مصنوعی



• عمل کردن (Actuation)

❖ رباتیک (Robotics)