

## هوش مصنوعی

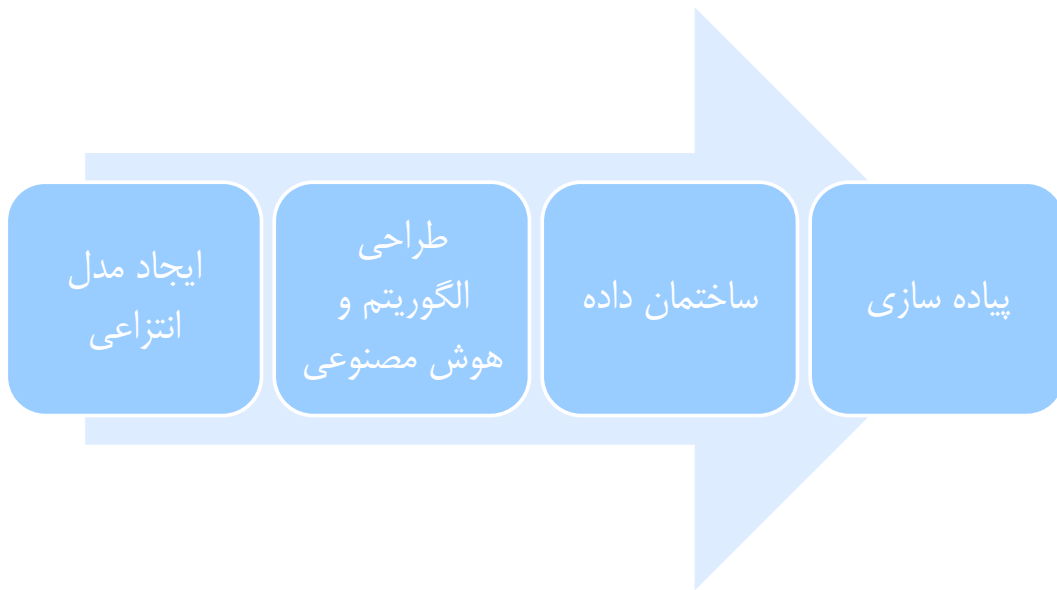
### درس اول: هوش مصنوعی چیست؟

سید کاوه احمدی

### به این مسائل فکر کنید:

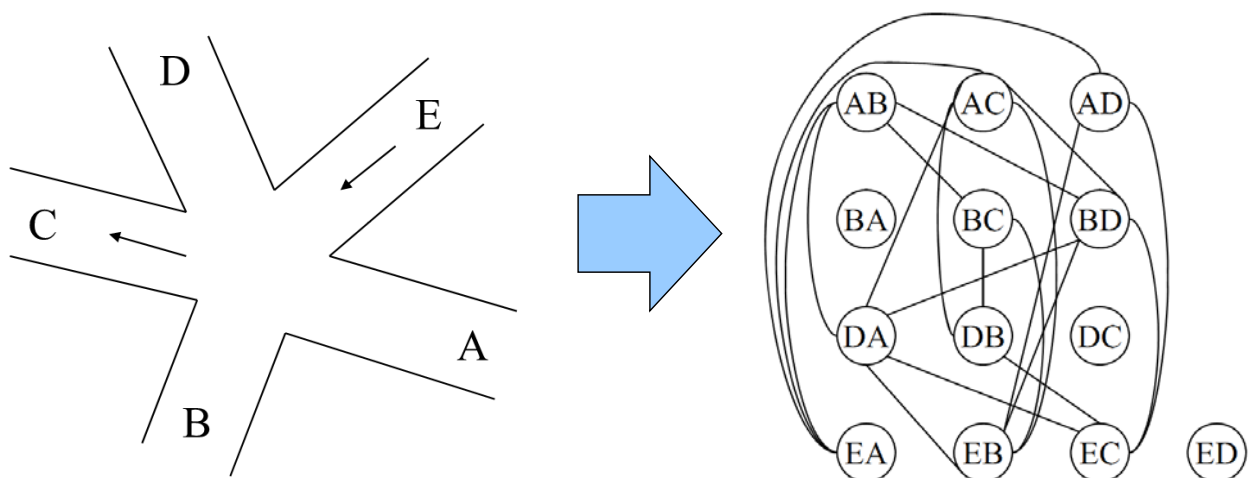
- سامانه ثبت حضور غیاب با امکان تشخیص افراد از روی اثر انگشت/عنبیه/چهره
- سامانه پیشنهاد بهترین مسیرهای هوایی برای سفر از مبدا و مقصد مشخص براساس ترجیحات مشتری بازی‌ها
- سامانه‌های کنترل هوشمند (سرعت/تخلف و...)
- سامانه طراحی جدول کلمات متقاطع برای نشریات
- نمایش اخبار مرتبط یا یک خبر در یک سامانه خبری
- پیشنهاد فیلم‌های احتمالاً 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

▪ **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)

## مراحل حل مسئله

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

- عرض خیابان‌ها
- میزان ترافیک خیابان‌ها

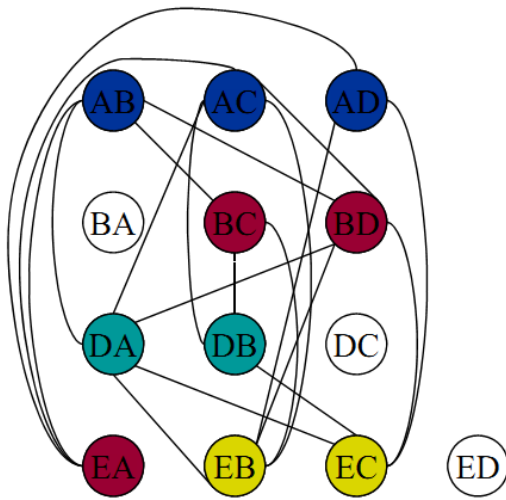
### ■ مدل:

- 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.

- رتوس مجاور نباید هم‌رنگ باشند

### ■ ساختمان داده:

- چگونه گراف را پیاده‌سازی کرده آنرا رنگ آمیزی کنیم؟



[محمد قدسی - دانشگاه شریف]

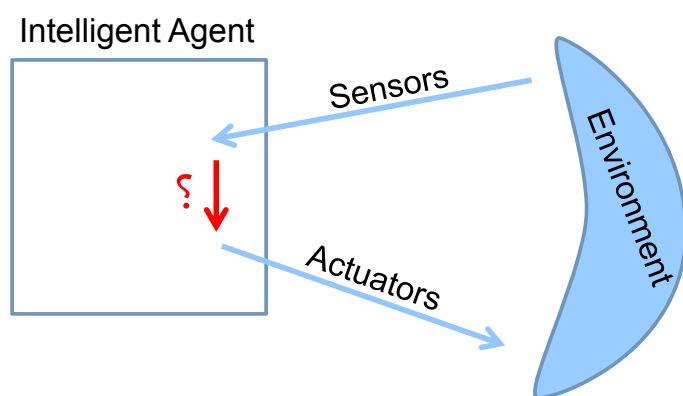
## یک برنامه هوش مصنوعی چیست؟

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

# یک برنامه هوش مصنوعی چیست؟

- یک مغز
- یک فرمول
- یک عامل هوشمند

## عامل هوشمند



**Perception-Action cycle**

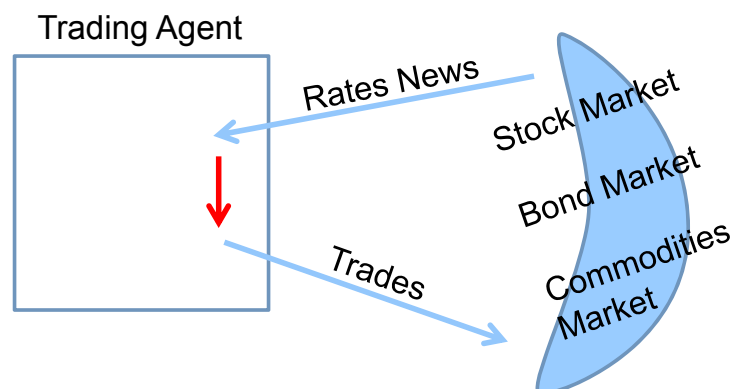
- عامل وضعیت محیط را با استفاده از حسگرهایش درک (perceive) می کند.
- می تواند با استفاده از عملگرهایش روی وضعیت محیط اثر بگذارد (effect).
- سوال اساسی در هوش مصنوعی پیدا کردن تابع نگاشت از حسگرها به اعمال است (سیاست کنترل عامل)
- تمام این درس در مورد این است که عامل چگونه براساس شرایط فعلی محیط (هرآنچه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

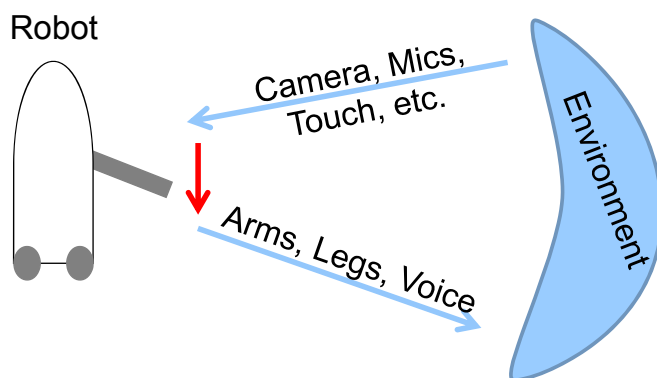
## کاربردهای هوش مصنوعی

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

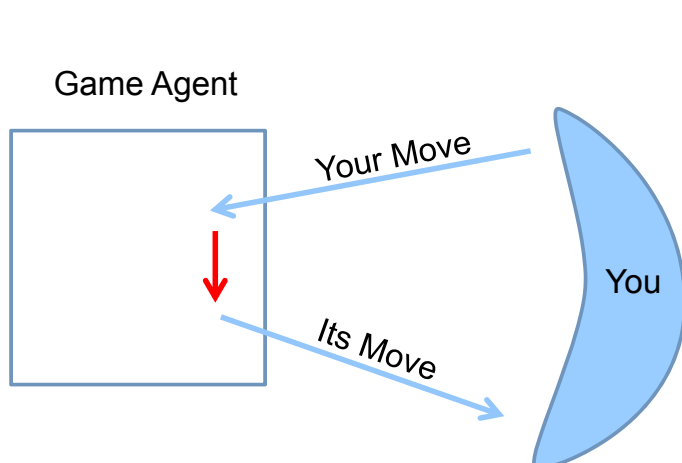
## هوش مصنوعی در اقتصاد

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





## هوش مصنوعی در بازی‌ها



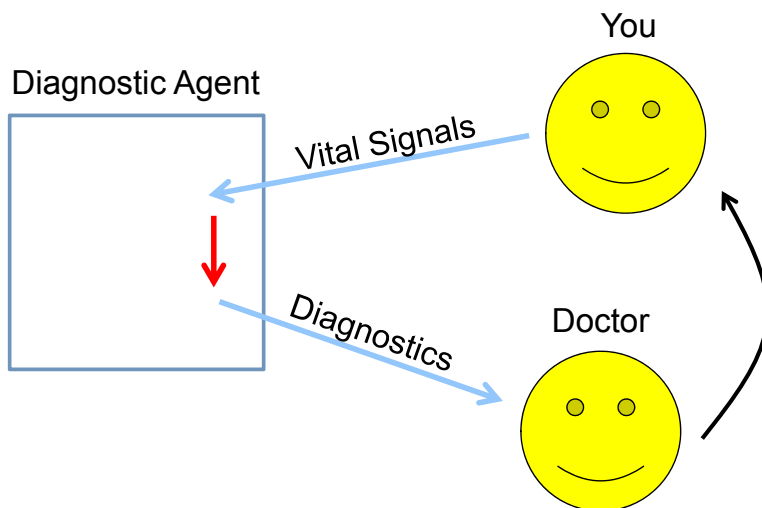
■ بازی‌های هوشمند

— بازی در برابر شما

■ شطرنج

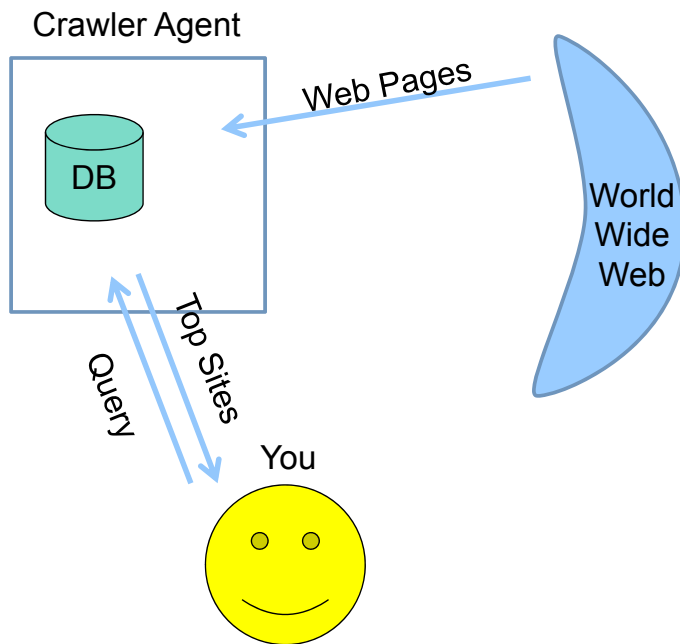
■ ایجاد شخصیت‌های هوشمند و باور پذیر

— در برابر حرکات شما و انش قابل قبولی داشته باشد!



Google Search

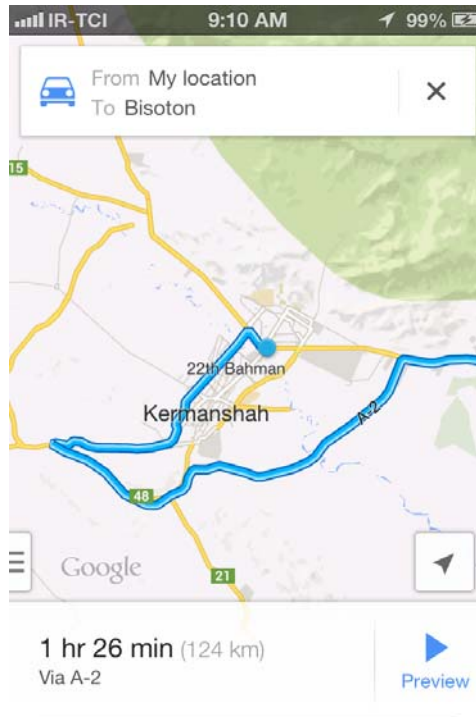
I'm Feeling Lucky



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؟



## هوش مصنوعی چیست؟

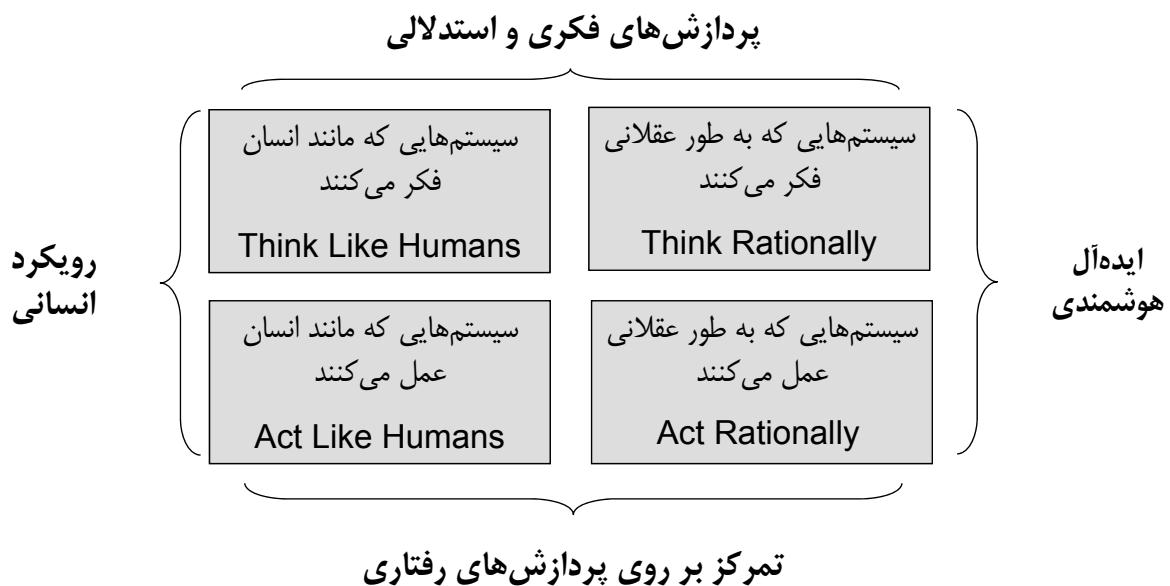
- تعریفی از هوش و هوشمندی که مورد اتفاق همه‌ی علوم باشد وجود ندارد و در علوم مختلف تعاریف متفاوتی از هوشمندی مطرح می‌شود.
  - تعریف هوش از دیدگاه یک روانشناس را با تعریف یک عصب‌شناس مقایسه کنید.
- این اختلافات در تعریف هوش مصنوعی نیز به چشم می‌خورد.
- برای تعریف هوش مصنوعی می‌توان از چهار زاویه به آن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

## 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

## هوش مصنوعی چیست؟



## انسانی فکر کردن (Thinking Humanly)

- انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه

Haugeland, 1985

- مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...

Bellman, 1978

- مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی

Charnik and McDemott, 1985

- مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند

Winston, 1992

- هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند

Kurzweil, 1990

- شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده سازی کند

Schalkoff, 1990

- شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.

Luger and Stubblefield, 1993

## 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

## 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.

## انسانی فکر کردن (Thinking Humanly)

### ■ GPS (General Problem Solver)

- برنامه‌ای برای شبیه‌سازی عملکرد تفکر انسان.
- در سال ۱۹۶۳ توسط Simon و Newel 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.

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

- انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه

Haugeland, 1985

- مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...

Bellman, 1978

- مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی

Charnik and McDemott, 1985

- مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند

Winston, 1992

- هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند

Kurzweil, 1990

- شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده‌سازی کند

Schalkoff, 1990

- شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.

Luger and Stubblefield, 1993

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

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

■ تست تورینگ:

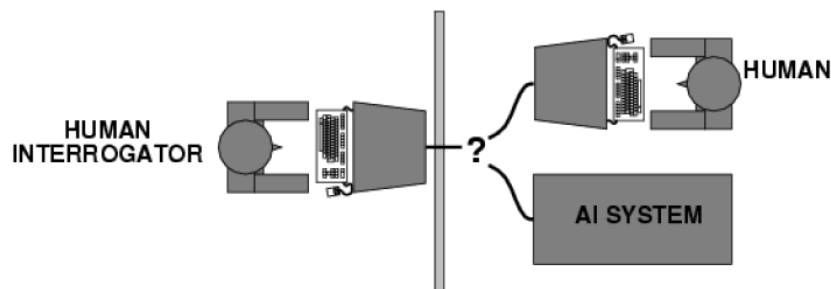
— در سال ۱۹۵۰ آلن تورینگ یک تعریف عملیاتی از هوش مطرح کرد که به تست تورینگ مشهور شد.

— 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.

## انسانی عمل کردن (Acting Humanly)

### ■ تست تورینگ:

- در تست تورینگ، یک پرسشگر سوالاتی 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 سوالی را مطرح کند.
- اگر پرسشگر نتواند از طریق پاسخ‌هایی که دریافت می‌کند حدس بزند کدام پاسخ دهنده انسان و کدامیک ماشینی است، می‌توان ماشین مورد آزمایش را هوشمند دانست.



## 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)

## عقلانی فکر کردن (Thinking Rationally)

- انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه

Haugeland, 1985

- مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...

Bellman, 1978

- مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی

Charnik and McDermott, 1985

- مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند

Winston, 1992

- هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند

Kurzweil, 1990

- شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده‌سازی کند

Schalkoff, 1990

- شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.

Luger and Stubblefield, 1993

## 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.

## 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.

## عقلانی عمل کردن (Acting Rationally)

- انگیزه‌ی تلاش‌هایی جدید برای ساخت کامپیوترهایی که فکر می‌کنند... ماشین‌هایی دارای ذهن به معنای واقعی کلمه  
Haugeland, 1985
- مکانیزه کردن فعالیت‌هایی که آنها را منتسب به تفکر انسان می‌دانیم. مانند تصمیم‌گیری، حل مسائل، یادگیری و...  
Bellman, 1978

- هنر خلق ماشین‌هایی که کارهایی انجام دهند که برای انجام توسط انسان نیازمند هوش هستند  
Kurzweil, 1990

- مطالعه‌ی فعالیت‌های ذهنی از طریق استفاده از مدل‌های محاسباتی  
Charnik and McDermott, 1985
- مطالعه‌ی روش‌های محاسباتی که ادراک، استنتاج و عمل کردن را ممکن می‌سازند  
Winston, 1992

- شاخه‌ای از دانش که می‌کوشد رفتار هوشمندانه را به فرم فرآیندهای محاسباتی تشریح و پیاده‌سازی کند  
Schalkoff, 1990
- شاخه‌ای از علم کامپیوتر که بر اتوماسیون رفتار هوشمند متمرکز است.  
Luger and Stubblefield, 1993



## 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

## تاریخچه هوش مصنوعی

- دهه ۱۹۴۰
  - مک کالو و پیتز در ۱۹۴۳ یک مدل محاسباتی برای نورون‌های مصنوعی ایجاد کردند.
  - شانون (۱۹۵۰) و تورینگ (۱۹۵۳) برنامه‌ی بازی شطرنج را طراحی کردند.
  - مینسکی و ادmond (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)

## تاریخچه هوش مصنوعی

- دهه ۱۹۵۰ (باور به Symbolic 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 (McCCarthy) 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

## 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.

## تاریخچه هوش مصنوعی

### ■ دهه ۱۹۸۰ (هوش مصنوعی پیوندگرایانه)

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

## 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

## 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

## 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)

...

## زیر شاخه‌های هوش مصنوعی



• عمل کردن (Actuation)

❖ رباتیک (Robotics)