بسم الله الرحمن الرحیم

هوش و حیات مصنوعی (از الف تا ی)
رویکردی تحلیلی مبتنی بر شناخت

دکترسعید ستایشی؛ استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

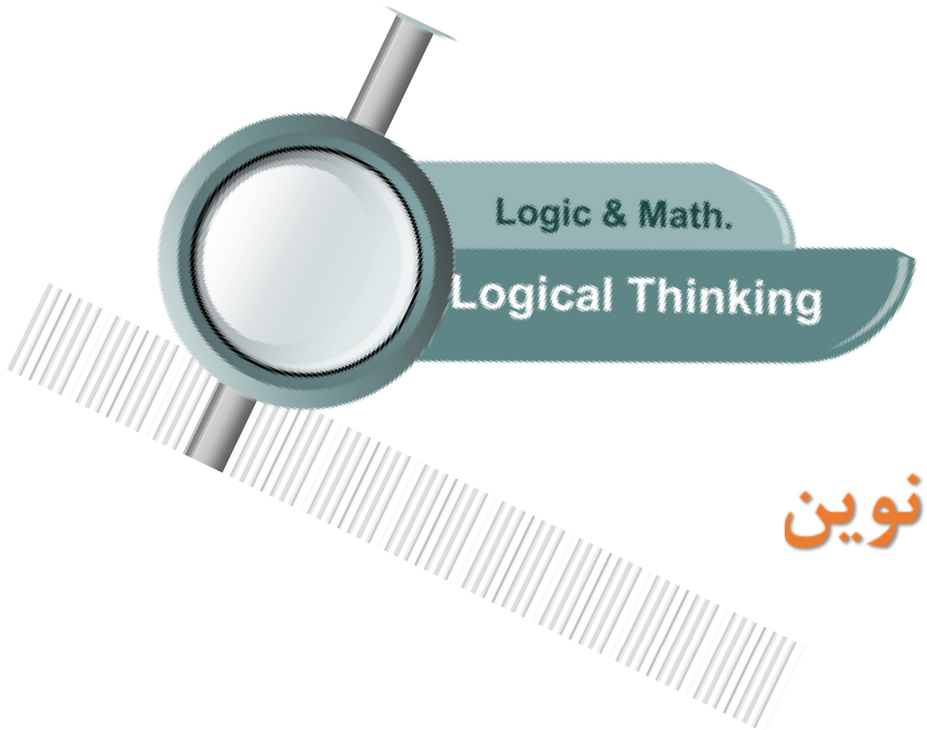
بزرگداشت زنده یاد دکتر
کامبیز بدیع
زمستان1402 تهران

1 Introduction

2 Artificial Intelligence

هوش مصنوعی

مبانی تاریخچه



رهیافتی نوین

- **دانش:**

عبارت است از**مجموعه حقایق و اصولی** که توسط انسان جمع می گردد. دانش در رابطه با زبان، مفاهیم، قواعد، روالها، ایده ها، تجرید ها و مکانها و از این قبیل است.

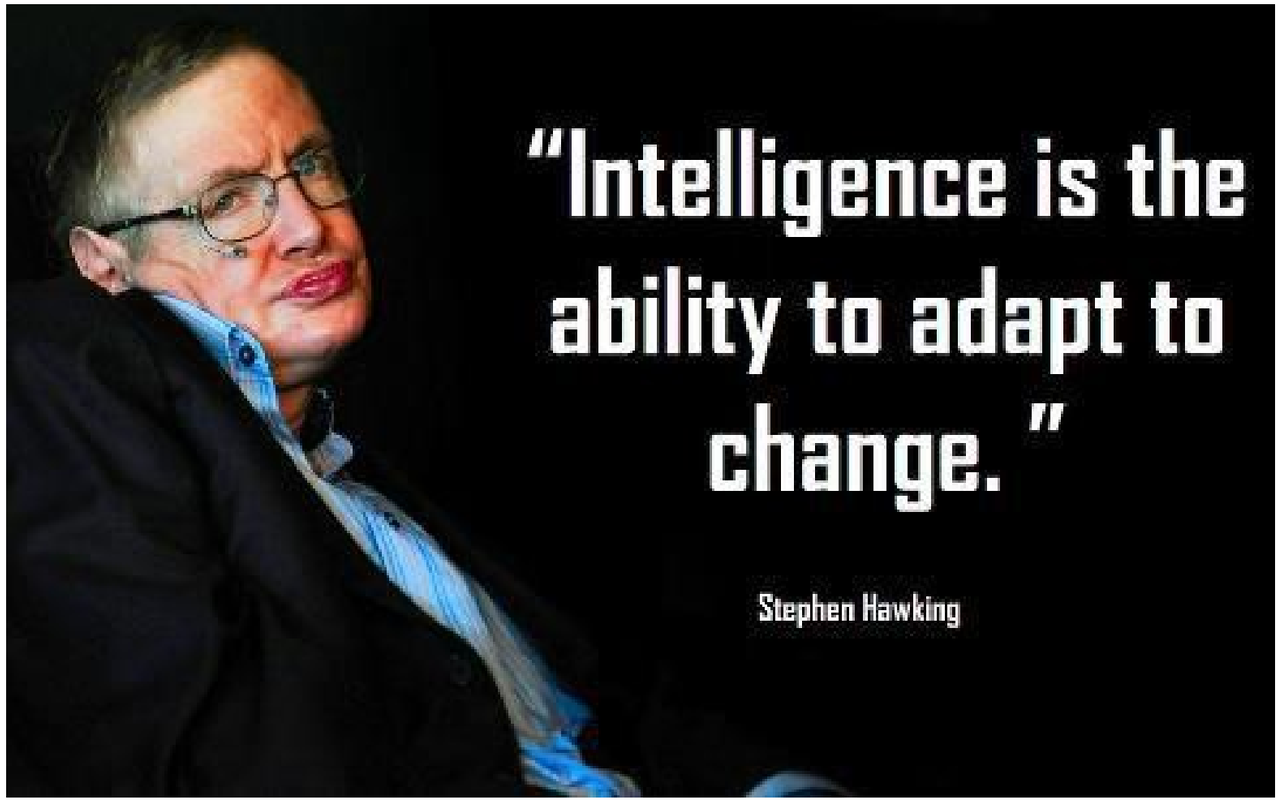
- **هوش:**

به عنوان **توانایی کسب، فهمیدن و بکارگیری دانش** و یا از طریق دیگر **توانایی تفکر و استدلال** تعریف می شود.

- هوش، مجموعه دانش هایی است که ما بر اثر تجربه و مطالعه به صورت آگاهانه یا غیر آگاهانه کسب می نماییم.
- دانش در رابطه مستقیم با هوش می باشد.

AI: یکی از جدیدترین علوم به طور رسمی در سال ۱۹۵۶ مطرح شده است.
سعی در درک کردن دارد.
سعی دارد تا موجودیت‌های هوش را بسازد.
یکی از علل مطالعه آن **یادگیری بیشتر در مورد خودمان** است.

- با **فعالیت های هوش انسان** سروکار دارد.
- وظایف هوشمند را **خودکار و منظم** می سازد.
- در زمینه های مختلف عمومی (یادگیری و درک) خاص:
  - بازی شطرنج، اثبات قضایای ریاضی، نوشتن اشعار، رانندگی در جاده شلوغ، تشخیص بیماری و ....


"Intelligence is the ability to adapt to change."
Stephen Hawking

هوش مصنوعی

مدل فکری

پردازش‌های فکری و استدلالی

یک علم تجربی که شامل فرضیات و یافته های آزمایشگاهی

ارائه انسانی

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

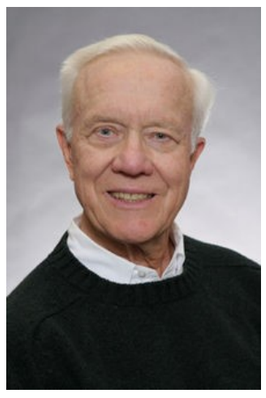
ترکیبی از ریاضیات و مهندسی

ایده‌آل هوشمندی (منطقی بودن)

تمرکز بر روی پردازش‌های رفتاری

"Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents."

ACTING RATIONALLY



"AI . . . is concerned with intelligent behavior in artifacts."

عاقلانه فکر کردن Think rationally

- مطالعه توانایی های ذهنی از طریق مدل های محاسباتی (منطق گرایی)
- مطالعه محاسباتی که منجر به درک و استدلال می شود.

مانند انسان فکر کردن Thinking humanly

- تلاش جدید و هیجان انگیز برای ساخت ماشین هایی متفکر و با حس کامل
- خودکارسازی فعالیت های مرتبط با تفکر انسان، فعالیتهایی مثل تصمیم گیری، حل مسئله، یادگیری

عاقلانه عمل کردن
Act rationally

- هوش محاسباتی، مطالعه طراحی عامل های هوشمند است:
(عمل کردن به صورت خودمختار، درک محیط خود، تغییر پذیری، قابلیت برآورده کردن اهداف دیگرو...)
- عامل خردمند، طوری عمل کند که بهترین نتیجه را ارائه دهد یا در صورت عدم قطعیت بهترین نتیجه را ارائه کند

مانند انسان عمل کردن
Acting humanly

- هنر ساخت ماشینهایی که کارهایی را انجام می دهند که آن کارها توسط انسان انجام می شوند.
- مطالعه برای ساخت کامپیوترها برای انجام کارهایی که فعلاً انسان آنها را بهتر انجام می دهد.

منطقی (عقلایی) فکر کردن: رهیافت قوانین تفکر

رمز «تفکر درست»: ارسطو سعی در کشف آن داشت.

قیاس (syllogisms): از موضوعات مطرح شده توسط ارسطو می‌باشد، که الگوهایی برای ساختارهای استدلالی ایجاد کرد.

همواره نتایج صحیحی برای مقدمات صحیح به دست می‌آورد.

مثال: «سقراط انسان است، تمام انسان‌ها می‌میرند، پس سقراط خواهد مرد.»

- منطقیون **نمادگذاری** دقیقی را برای احکامی در مورد تمام انواع چیزهای موجود در دنیا و رابطه بین انها ارائه کردند.
- در سال ۱۹۶۵ برنامه هایی نوشته شدند که می توانستند هر مسئله قابل حلی را که در نمادگذاری منطقی توصیف شد، حل کنند.

مشکلات این رهیافت:

۱- تبدیل دانش غیر رسمی به شکل واژه های رسمی نمادگذاری منطقی آسان نیست.

۲- تفاوت عمده‌ای بین قادر به حل مسئله بودن در اصول و انجام آن در عمل وجود دارد.

انسانی فکر کردن: رهیافت مدلسازی شناختی

چگونگی شناسایی عملکرد افکار انسان (چگونگی عملکرد مغز):

۱- درون گرایی (سعی کنیم به افکار خود پی ببریم)

۲- تجارب روانشناسی (فرد را در حین انجام عملیات مشاهده کنیم)

۳- تصویر برداری از مغز (مغز را در حین عملیات مشاهده کنیم)

علوم شناختی:

مدل‌های کامپیوتر از AI و همچنین تکنیک‌های تجربی از روانشناختی را گرد هم می‌آورد تا بتواند تئوری‌های دقیقی از کارکرد ذهن انسان به دست آورند.

عملکرد عقلایی: رهیافت عامل خردمند (عقلایی)

- یک روش عملکرد عقلایی (خردمندانه)، **استدلال منطقی** است که منجر به فعالیتی می شود که هدفی را برآورده می کند و سپس بر روی آن نتیجه عمل می کند.
- استنتاج درست به معنای خردمندی کامل نیست زیرا در بعضی از وضعیت ها، هیچ کار درستی برای انجام دادن وجود ندارد، در حالی که باید کاری صورت گیرد.
- راه هایی برای عملکرد منطقی وجود دارد که نمی توان گفت شامل استنتاج باشند (**نقش یادگیری** به عنوان گسترش دستیابی طراح به محیط های ناشناخته).

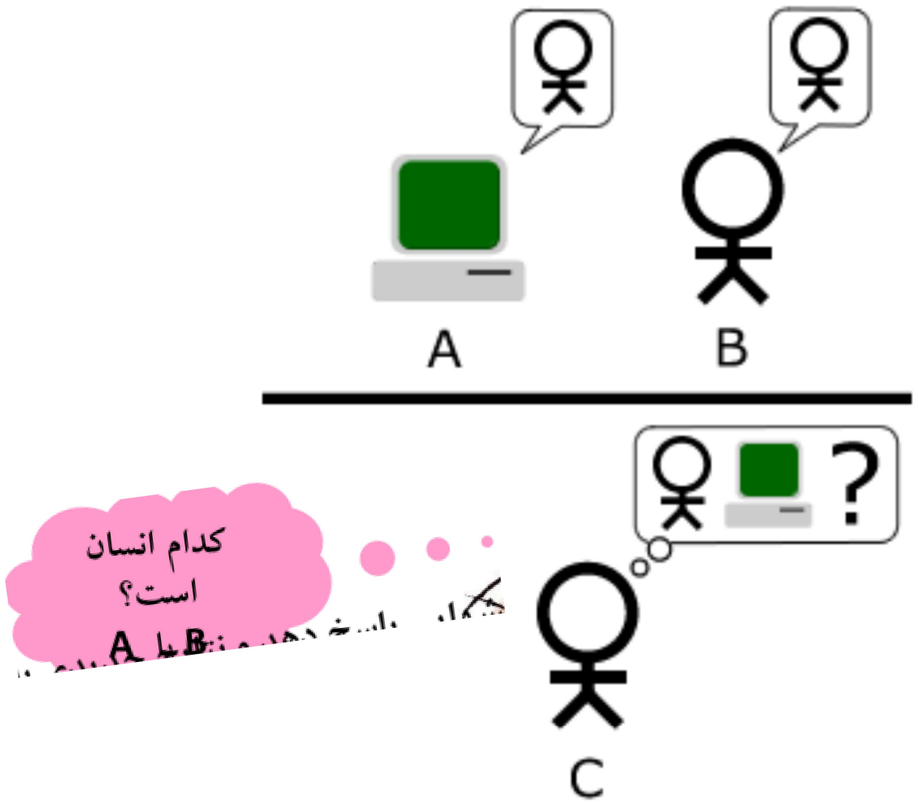
به عنوان مثال: عقب کشیدن دست از یک اجاق داغ

انسان گونه عمل کردن: رهیافت آزمون تورینگ

تست تورینگ: این آزمون از ارتباط فیزیکی مستقیم بین کامپیوتر و محقق اجتناب می‌کند.

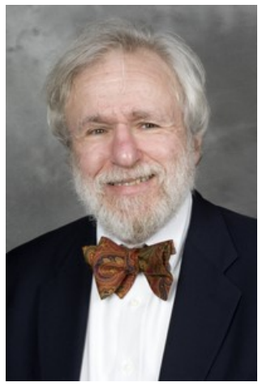
آزمونی از کامپیوتر به عمل آید، و آزمون گیرنده نتواند دریابد که در آن طرف انسان قرار دارد یا کامپیوتر.

A


A
B
?
C
کدام انسان
است؟

THINKING RATIONALLY

"The study of mental faculties through the use of computational models."



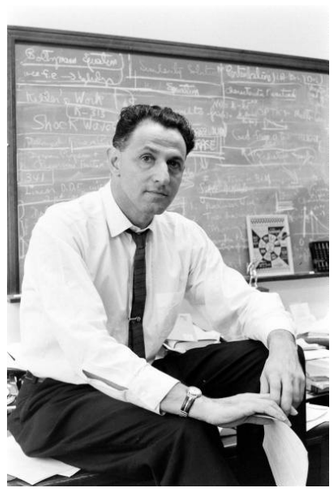
"The study of the computations that make
it possible to perceive, reason, and act."

مزایای مطالعه AI به‌عنوان طراحی عامل منطقی:

عامل: در اصل چیزی است که ابتدا درک می‌کند و سپس عمل می‌کند.

۱- نسبت به رهیافت «قوانین تفکر» کلی تر است.

۲- پیشرفت علمی، بسیار قانون‌پذیرتر از رهیافت‌هایی است که بر تفکر یا رفتار انسانی متکی هستند.



مبانی هوش مصنوعی

فلسفه: منطق، استدلال، ناشی شدن تفکر از مغز فیزیکی، مبانی یادگیری، زبان و عقلانیت

ریاضیات: نمایش رسمی الگوریتمها، محاسبات، تصمیم پذیری و تصمیم ناپذیری، احتمال

زبان شناسی: علم ارائه، گرامر

نظریه کنترل و سیبرنتیک: تحت کنترل در آوردن محصولات مصنوعی، ثبات و پایداری، طراحی عامل بهینه

روان شناسی: تطبیق، اثر طبیعی ادراک و تاثیر آن بر محیط

علوم عصبی: نحوه پردازش اطلاعات توسط مغز

اقتصاد: نظریه تصمیمهای عقلایی، نظریه بازی

مهندسی کامپیوتر: ساخت کامپیوترهای سریع

فلسفه: (۴۲۸ قبل از میلاد مسیح – تاکنون)

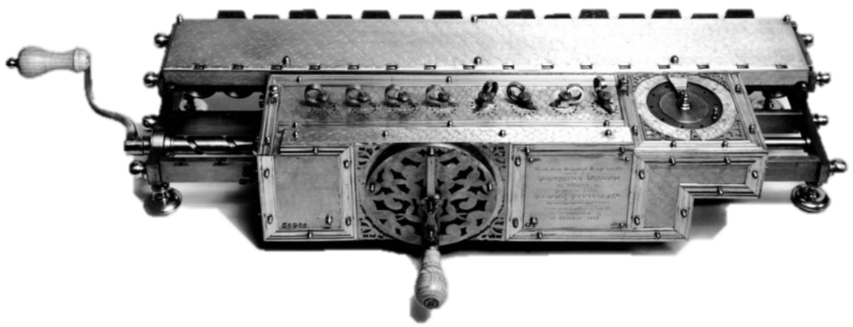
- پایه‌های تفکر و فرهنگ غرب تشکیل شده است از: افلاطون، استادش سقراط، و شاگردش ارسطو.
- **قیاس:** ارسطو، سیستمی غیررسمی از قیاس برای استدلال مناسب توسعه داد، امکان تولید نتایج، بر پایه فرضیات اولیه به طور مکانیکی وجود داشت.
- **در نظر گرفتن ذهن به‌عنوان سیستمی فیزیکی**
  - رنه دکارت مدافع سرسخت قدرت استدلال بود؛ و همچنین طرفدار مکتب دوالیسم.
  - ماتریالیسم: در مقابل دوالیسم قرار دارد و معتقد است تمامی جهان مطابق قوانین فیزیکی عمل می‌کنند.
  - ویلهم لایبنیز: تبدیل موقعیت ماتریالیستی به نتایج منطقی

ساخت ابزاری مکانیکی برای انجام عملیات منطقی

“IT IS NOT ENOUGH TO HAVE A GOOD MIND;
THE MAIN THING IS TO USE IT WELL.”
Rene Descartes
www.quote-coyote.com

(1596–1650)

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)



❑ ایجاد منبع دانش:

- فرانسیس بیکن، جنبش آزمون‌گرایان را آغاز کرد.
- با شعار جان لاک مفهوم یافت: **«هیچ چیز قابل فهم نیست اگر ابتدا در حس نباشد.»**
- **اصل استقرای امروزی**، در حقیقت از کتاب دیوید هیوم نشأت می‌گیرد: **"رسانه‌ای از طبیعت انسان"**
- برتراندراسل، ارائه‌دهندهٔ این تئوری بود که:

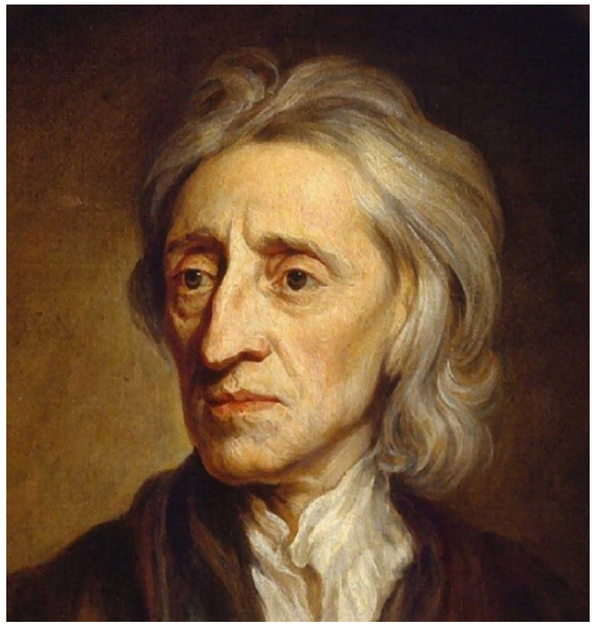
«قوانین عمومی توسط تکرار ارتباطات بین عناصر آنها به وجود می‌آیند.»

❑ ارتباط بین دانش و عمل (فعالیت یا کنش):

- اشیاء را با تحلیل، دسته‌بندی می‌کنیم و در اطراف آنها، کارکرد مورد نیازشان نمایان می‌گردد.
- فعالیت ها از طریق یک ارتباط منطقی بین اهداف و دانش مربوط به نتیجه فعالیت، قابل توجیه هستند.
- در این میان پایه **سیستم‌مکاشفه‌ای GPS** (سیستم برنامه ریزی کلاسیک) بنیان گذارده می‌شود.

Empiricism

Francis Bacon's
(1561–1626)



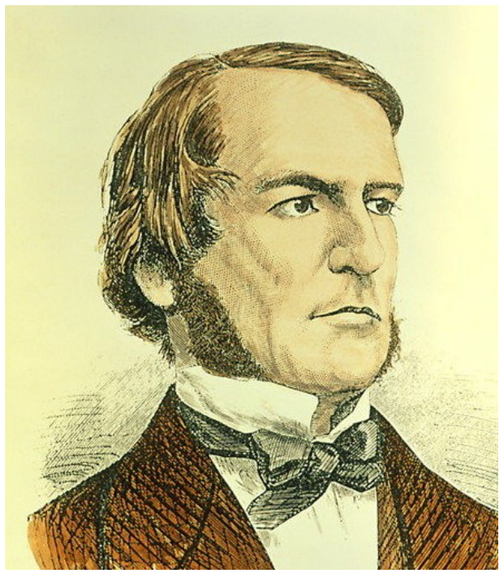
John Locke
(1632–1704):

ریاضیات: (۱۵۰۰-تاکنون)

- برای ارتباط فلسفه با دانش نظری، نیاز به فرمول‌سازی ریاضی در سه زمینه اصلی است:
  1) منطق 2) محاسبات 3) احتمالات

منطق:

- ارسطو: دانشمندی که بیشترین **شکل‌گیری نگرش فلسفی منطق** را به او نسبت می‌دهند.
- جورج بول: یک **زبان رسمی برای ساخت استنتاج منطقی** ارائه داد.
- فریج: **منطق مرتبه اول** را به شکلی مطرح نمود که در بیشتر سیستم‌های نمایش دانش پایه استفاده می‌شود.
- آلفرد تارسکی: تئوری چگونگی **ارتباط بین اشیاء موجود در محیط منطقی، و اشیاء موجود در دنیای واقعی** را ارائه نمود.



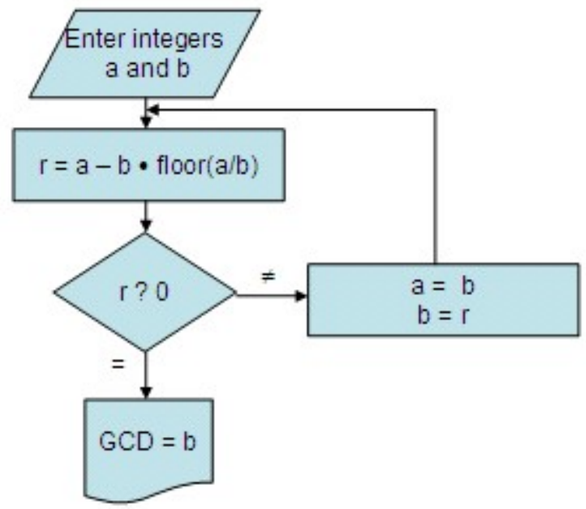
First order logic

Computation

محاسبات:

- نظریه اظهار محاسبات به عنوان الگوریتمی رسمی به خوارزمی برمی‌گردد، ریاضیدان ایرانی قرن نوزدهم که نوشته‌های وی، جبر و تئوری اعداد عربی را به اروپا معرفی کرد.
- الگوریتم اقلیدس برای محاسبه GCD
  - دیوید هیلبرت: ریاضیدان بزرگی بود که شهرت وی به دلیل مسائلی است که نتوانست حل کند.
  - راسل: قضیه **کامل نبودن (incompleteness)** را مطرح نمود (گزاره های صحیحی که **تصمیم** ناپذیرند و درستی آن توسط هیچ الگوریتمی نمی تواند تعیین شود(**خواص اعداد طبیعی**)) یا (توابعی وجود دارند که با الگوریتم نمایش داده نمی شوند «**قابل محاسبه نیستند**»).
  - تورینگ: ماشین تورینگ قادر به محاسبه هر تابع **محاسبه‌پذیری** است.
    - توابعی وجود دارد که هیچ ماشین تورینگی نمی تواند آنها را محاسبه کند.
    - به عنوان مثال، هیچ ماشینی نمی تواند به طور کلی بگوید که برنامه ای با یک ورودی خاص، پاسخی را ارائه می کند یا بی نهایت بار اجرا می شود.

Euclid's algorithm for computing greatest common divisors



تئوری پیچیدگی:

۱) انجام‌ناپذیری (**حل ناپذیر**)

(زمان لازم برای حل مسئله با بزرگ شدن نمونه ها به طور نمایی افزایش می یابد.)

۲) استحاله (دگرگونی)

(مسئله تولید رفتار هوشمند را به مسئله های کوچکتر قابل حل تفسیم کرد.)

استیون کوک و ریچارد کارپ: تئوری NP-completeness را مطرح کردند.

احتمالات:

- گاردنیوی: اولین کسی بود که **ایده احتمال** را مطرح کرد.
- پیر فرمت، پاسکال، برنولی، لاپلاس و دیگر دانشمندان بر رشد و توسعه این ایده تأثیر داشتند.
- برنولی: دیدگاه «**درجه باور**» **ذهنی** را در مقایسه با نرخ نتایج عینی مطرح کرد.
- بیس: قانونی برای **بهنگام‌سازی احتمالات ذهنی** را به وجود آورد.
- نیومن و مورگنسترن: **تئوری تصمیم‌گیری** را آغاز کردند (از ترکیب تئوری احتمال، تئوری سودمندی حاصل می‌شود).

Blaise Pascal (1623-1662)

“the arithmetical machine produces effects which appear nearer to thought than all the actions of animals.”

اقتصاد: (۱۷۷۶- تاکنون)

• اقتصاد مطالعه روشهایی برای کسب بهترین نتیجه

- والریس: **نظریه بهره وری**
- **نظریه تصمیم:** ترکیب نظریه احتمال با نظریه بهره وری برای تصمیم گیری در شرایط غیر قطعی

برای مراکز اقتصادی بزرگ که هر عامل به فعالیت های عامل دیگر توجه نمی کند.

- وان نویمن و همکارش**نظریه بازی**: در بعضی از بازی ها عمال عقلایی یا خردمند باید به طور تصادفی عمل کند.

برای مراکز اقتصادی کوچک که فعالیت یک عامل می تواند در بهره وری عامل های دیگر موثر باشد.

علوم عصبی: (۳۳۵ قبل از میلاد-تاکنون)

- مطالعه سیستم عصبی به خصوص در مغز است.
- روش دقیقی که مغز تفکر را می سازد (راز بزرگ علمی).
- هیچ نظریه ای در مورد چگونگی ذخیره مغز (حافظه) انسان وجود ندارد.
- مجموعه ای از سلولهای ساده منجر به نفکر و هوشیاری می شود.
- مغز قادر به انجام کارهایی خارج از حوزه علم فیزیکی
- مغز نسبت به کامپیوتر شخصی حافظه و اتصالات داخلی بیشتری دارد.
- بزرگترین سوپر کامپیوترها ظرفیتی برابر با مغز دارند اما مغز از تمام نرون های خود به طور همزمان استفاده نمی کند

- پال بروکا: مغز محل **عملیات شناختی**.
- راشوسکی: اولین کسی که **مدل های ریاضی** را در مطالعه سیستم عصبی به کار گرفت.
- هانس برگر: اندازه گیری **فعالیت دست نخورده مغز**.

روانشناسی: (۱۸۷۹- تاکنون):

- هلمولتز: روشی علمی برای **مطالعه بینایی انسان** به کار برد؛
  این کتاب به عنوان مرجع بینایی فیزیولوژیک
  به‌عنوان «مهمترین رساله فیزیکی و روانشناختی بینایی انسان تا به امروز» شناخته می‌شود.
- وندت: اولین **آزمایشگاه روانشناسی تجربی** را در دانشگاه لایپزیک راه‌اندازی کرد.
- داتسون و تورن دایک: **حرکت رفتارگرایی** (behaviorism) را مطرح کردند.

اساس مشخصه روانشناسی شناختی(cognitive psychology)، این نگرش است که مغز دارنده و پردازش‌کننده اطلاعات است.

- کریک: کتاب **ماهیت بیان** را منتشر کرد.
  سه مرحله کلیدی را برای عامل مبتنی بر دانش معین
  - محرک‌ها باید به شکل درونی تبدیل شوند.
  - نمایش داخلی توسط فرایندهای شناختی پردازش می شوند
  - اینها دوباره به صورت عمل برگردند.

مهندسی کامپیوتر: (۱۹۴۰- تاکنون)

برای پیشرفت هوش مصنوعی، به دو چیز احتیاج داریم: هوش محصول مصنوعی

در این تقسیم‌بندی، کامپیوتر می‌تواند به عنوان محصول مصنوعی محسوب گردد.

- Heath Robinson: اولین کامپیوتر مدرن عملیاتی بود که در سال ۱۹۴۰ توسط تیم آلن تورینگ به منظور کدگشایی پیام‌های آلمان‌ها ساخته شد.
- Colossus: نام ماشین بعدی بود که تیوپ‌های مکنده در آن به کار برده شد.
- Z-3: اولین کامپیوتر قابل برنامه‌ریزی که توسط کنراد زوس در ۱۹۴۱ اختراع شد.
- اعداد با ممیز شناور و زبان Plankalkul : نیز توسط زوس اختراع شدند.
- ABC: اولین کامپیوتر الکترونیک در امریکا توسط جان آتاناسف و کلیفورد در دانشگاه ایالتی ایوا
- MARK I , II , III: توسط تیمی به رهبری هوراد ایکن در هاروارد توسعه داده شد.
- ENIAC: اولین کامپیوتردیجیتال الکترونیک چند منظوره، توسط تیمی به سرپرستی ماچلی و اکرت در دانشگاه پنسیلوانیا ساخته شد.
- IBM 701: اولین کامپیوتر سودآور، توسط ناتانیل روچتر در سال ۱۹۵۲ ساخته شد.

- چارلز بابیج: طراحی ماشینی که جداول لگاریتمی را محاسبه کند.
  - طراحی موتور آنالیتیکی (موتور تفاضلی) برای محاسبه جدولها در پروژه های علمی و مهندسی
  - طرح حافظه قابل‌آدرس‌دهی، برنامه ذخیره شده و پرش‌های شرطی
- کار در زمینه AI منجر به ایده‌های بسیار متعددی شد که به علوم کامپیوتر برگشت.

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.

نظریه کنترل و سیبرنتیک: (۲۵۰ قبل از میلاد- تاکنون)

- الکساندریا: **اولین ماشین خود کنترلی** (یک ساعت آبی همراه یک تنظیم کننده که جریان آبی را با نرخ ثابت نگهداری می کرد).
- تئوری ریاضی **سیستم های بازخوردی پایدار** در قرن ۱۹ مطرح شد.
- واینر: **نظریه کنترل**
- کتاب Ashby: هوش می توانست با استفاده از دستگاه های هم ایستا ایجاد شود که شامل حلقه های فیدبک برای دستیابی به رفتار وقفی پایدار.

هدف نظریه کنترل مدرن، طراحی سیستمی است که تابع هدف را در طول زمان ماکزیمم کند (*طراحی سیستمی با رفتار های بهینه*).

زبان‌شناسی: (۱۹۷۵- تاکنون)

- اسکینر: در سال ۱۹۷۵ کتابی در زمینه رفتارگرایان برای یادگیری زبان، با نام «**رفتار زبانی**» منتشر کرد.
- چامسکی: بر اساس تئوری خودش یعنی ساختارهای ترکیبی، این کتاب را تجدید نظر و چاپ کرد. که به اندازه اصل کتاب شهرت پیدا کرد. تئوری چامسکی بر اساس **مدل‌های نحوی** قرار دارد.

- زبان‌شناسی مدرن و AI در یک زمان متولد شدند، بنابراین زبان‌شناسی نقش مهمی در رشد AI بازی نمی‌کند.
- این دو دریک زمینه مشترک به نام
  - **زبان‌شناسی محاسباتی**(Computational linguistics) یا
  - **پردازش زبان طبیعی** (natural language processing)
- بهم تنیده شده‌اند که در آن بر روی مسئله استفاده زبان تمرکز شده است.

تاریخچه هوش مصنوعی

- پیدایش هوش مصنوعی (۱۹۴۳- ۱۹۵۶)
- اشتیاق زودهنگام، آرزوهای بزرگ (۱۹۵۲-۱۹۶۹)
- مقداری واقعیت (۱۹۶۶-۱۹۷۴)
- سیستم‌های مبتنی بر دانش: کلید قدرت؟ (۱۹۶۹-۱۹۷۹)
- AI به یک صنعت تبدیل می شود (۱۹۸۰ تا کنون)
- بازگشت شبکه‌های عصبی (۱۹۸۶- تاکنون)
- حوادث اخیر (۱۹۸۷- تاکنون)

پیدایش هوش مصنوعی (۱۹۴۳- ۱۹۵۶)

- اولین کار جدی در حیطه AI، توسط وارن مک‌کلود و والتر پیتز انجام شد.
- سه منبع استفاده شده توسط آنها:

1) **دانش فیزیولوژی پایه و عملکرد نرون در مغز**
2) **تحلیل رسمی منطق گزاره‌ها متعلق به راسل و رایت هد**
3) **تئوری محاسبات تورینگ**

- در ۱۹۴۹ دونالد هب، **قانون ساده بهنگام‌سازی برای تغییر تقویت اتصالات بین نرون‌ها** را تعریف کرد که از طریق آن یادگیری میسر می‌گردد.
- در زمانی که کلود شانون و آلن تورینگ، برنامه بازی شطرنج را نوشتند ، SNARC، **اولین کامپیوتر شبکه عصبی** در دانشگاه پرینستون توسط مینسکی و ادموندز ساخته شد.

- این کامپیوتر، از ۳ هزار تیوپ مکشی و مکانیزم خلبانی خودکار اضافی که مربوط به بمب‌افکن‌های B24 می‌باشد برای شبیه‌سازی شبکه ۴۰ نرونی استفاده کرد.
- ۱۹۴۳، مک کولوچ و والتر پیتز: **ارایه مدل نرون مصنوعی** بیتی(دو حالته) قابل یادگیری به منظور محاسبه هر تابع قابل محاسبه.
- ۱۹۵۰، الن 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، ارتور 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" نقض کرد.
- محققین علاقمند به **تئوری آتوماتا، شبکه‌های عصبی** و **مطالعه هوش**، گرد یکدیگر جمع شدند و در کارگاهی در دورت موند مشغول فعالیت شدند.

در این میان نام هوش مصنوعی برای حیطه فعالیت آنها انتخاب شد.

اشتیاق زودهنگام، آرزوهای بزرگ (۱۹۵۲-۱۹۶۹)

فعالان در عرصه AI:

- روچستو و تیمش در IBM
- هربرت جلونتر: با ساخت Geometry Theorem Prover (GTP) (قضایای ریاضی را حل می کرد)
- آرتور ساموئل: ساخت برنامه برای بازی چکر
- جان مک کارتی در MIT:
  - تعریف زبان لیسپ (Lisp) مهمترین زبان هوش مصنوعی
  - مفهوم اشتراک زمانی (time sharing)
  - نشر مقاله‌ای با عنوان "برنامه‌ها با عقل سلیم یا باشعور"
  - تشریح یک سیستم فرضی به نام Advice Taker ، که به اصول پایه بازنمایی معرفت و استدلال تجسم بخشید
  - کار بر روی سیستم برنامه‌ریزی سؤال-جواب
  - کار بر روی پروژه روبات‌های shakey

- مینسکی: کار بر روی دنیاهای کوچک یا ریز دنیا (microworlds)و همکاری با مک‌کارتی، ولی بر سر اختلاف بر نگرش منطقی و ضدمنطقی کار تحقیقاتی خود را از هم جدا کردند.

مینسکی با گروهی از دانشجویان بر روی میکروورلدها کار کرد که برخی از آنها عبارتند از:

- جیمز اسلاگل، SAINT، **قادر به حل مسائل انتگرال‌گیری فرم بسته**
- اوانز: ANALOGY، **حل مسائل مشابهت هندسی در تست‌های هوش**
- رافائل: SIR، **پاسخ به قضایای پرسشی جملات ورودی**
- بابرو: STUDENT، **حل مسائل داستانی جبر**

مقداری واقعیت (۱۹۶۶-۱۹۷۴)

• مشکلات تقریباً تمام پروژه‌ها تحقیقی AI وقتی پدیدار می‌شدند که مسائل گسترده‌تری برای حل توسط آنها مطرح می‌شد:

• برنامه‌های اولیه اغلب دارای **دانش محدود** یا **فاقد دانش** در مورد موضوع کار بودند.

• **پیچیده شدن** الگوریتم برنامه های جدید (برنامه ترجمه متون)

• **انجام ناپذیری** بسیاری از مسائل (عدم موفقیت اثبات قضایا با مفروضات بیشتر)

• بکارگیری بعضی **محدودیتها روی ساختارهای اساسی** (اعمال برخی محدودیت‌های پایه‌ای بر روی ساختار پایه مورد استفاده برای تولید رفتار هوشمند)

سیستم‌های مبتنی بر دانش: کلید قدرت؟ (۱۹۶۹-۱۹۷۹)

- روش‌های ضعیف(fundamental structures) : مبتنی بر یک **جستجوی همه‌منظوره** می‌باشند که سعی کرد قدم های اولیه را بپیماید تا راه حل کامل به دست آید.
- این روش کلی به **نمونه های بزرگ و دشوار مسئله** نمی پرداختند.
- استفاده از **دانش فراوان در زمینه خاص** (برای حل مسائل دشوار، تقریباً جواب را از قبل بدانیم.)
- برنامه DENDRAL از برنامه‌هایی است که از این رهیافت استفاده می‌کند.
- اهمیت برنامه DENDRAL در این بود که اولین سیستم موفق با دانش غنی بود، یعنی تبحر سیستم بر پایه تعداد بسیار زیادی قانون ایجاد شده بود.
- سیستم‌های بعدی ایده اصلی رهیافت Advice taker مک کارتی را دنبال می‌کردند یعنی جداسازی دانش (در شکل قوانین) و مؤلفه استدلال.
- افزایش تقاضا برای شِمای نمایش دانش (استفاده از **منطق در پرولوگ**، استفاده از ایده مینسکی یعنی قابها و ...)

- سیستم های خبره در گسترش جدید مهارت انسانی، سیستم MYCIN جهت تشخیص عفونت های خونی
- MYCIN نسبت به DENDRAL دو تفاوت عمده دارد:

برخلاف قوانین DENDRAL، هیچ مدل نظریه ای برای انکه قوانین MYCIN استنتاج شود، وجود نداشت (از طریق مصاحبه با خبرگان).

قوانین می‌بایست عدم قطعیت مربوط به دانش پزشکی را منعکس می‌کرد.

AI به یک صنعت تبدیل می‌شود (۱۹۸۰–تاکنون)

- RI: اولین سیستم خبره تجاری موفق از شرکت DEC که سودآوری زیادی را برای شرکت به همراه داشت.
- پروژه «نسل پنجم»: این پروژه ژاپنی به منظور ساخت کامپیوترهای هوشمندی که پرولوگ (مبتنی بر منطق) را به جای کد ماشین اجرا می‌کردند، انجام شد.
- شرکت‌های دیگر جهان از جمله میکروالکترونیک، MCC، لیسپ ماشین، تگزاس اینسترومنت، سمبولیکس، زیراکس و غیره در ساخت ایستگاه‌های کاری بهینه شده در این عرصه فعالیت داشتند.

بازگشت شبکه‌های عصبی (۱۹۸۶- تاکنون)

دانشمندان فعال در این عرصه:

- هاپ فیلد: که به آنالیز خواص ذخیره‌سازی و بهینه‌سازی شبکه‌ها پرداخت.
- راسل هارت و هینتون: مطالعه مدل‌های شبکه عصبی را ادامه دادند.
- بریسون و هو: الگوریتم یادگیری انتشار به عقب را مجدداً مطرح کردند.

• **شبکه عصبی مدرن** شامل دو حوزه است:
ایجاد **الگوریتم** ها و **معماری** های شبکه و درک خواص **ریاضی** آنها است.
مدل سازی دقیق خواص تجربی **نرون** های واقعی و نرون ها به صورت دسته جمعی

حوادث اخیر:

- رهیافت HMM: رهیافت غالب در سال‌های اخیر می‌باشد که توسط مایکف به وجود آمده است.
  این رهیافت از دو جنبه زیر حائز اهمیت است:
  مبتنی بر نظریه ریاضی محض است.
  طی فرایندی با یادگیری گروه عظیمی از داده گفتار واقعی خود را بهبود می‌بخشد.
- رهیافت Bayes Theorem: استدلال دقیق و سخت گیرانه را با استفاده از دانش غیر قطعی به طور کارآمد نشان داد.
- ایده **سیستم‌های خبره** نرماتیو توسط کار جوداپیر و اردیک هوروتیز و دیوید هکرمن مطرح شد:

"سیستم‌هایی که مطابق قوانین تئوری تصمیم‌گیری به طور منطقی عمل می‌کنند و سعی ندارند که مراحل تفکر در خبره های انسانی را تقلید کنند.«

• پیدایش **عامل های هوشمند**: «ساخت ماشینهایی که فکر می کنند، یاد می گیرند و خلق می کنند»

«تکنیک های متناظر در آمار، شناخت الگو و یادگیری ماشین با استفاده از حجم عظیمی از داده ها به جای مهندسی دانش با کدنویسی معمولی»

شرایط فعلی AI:

• **وسایل نقلیه رباتیک:** اتومبیل روباتیک بدون راننده

• **تشخیص صدا**

• **زمان بندی و برنامه ریزی خودمختار:** عملیات فضاپیما

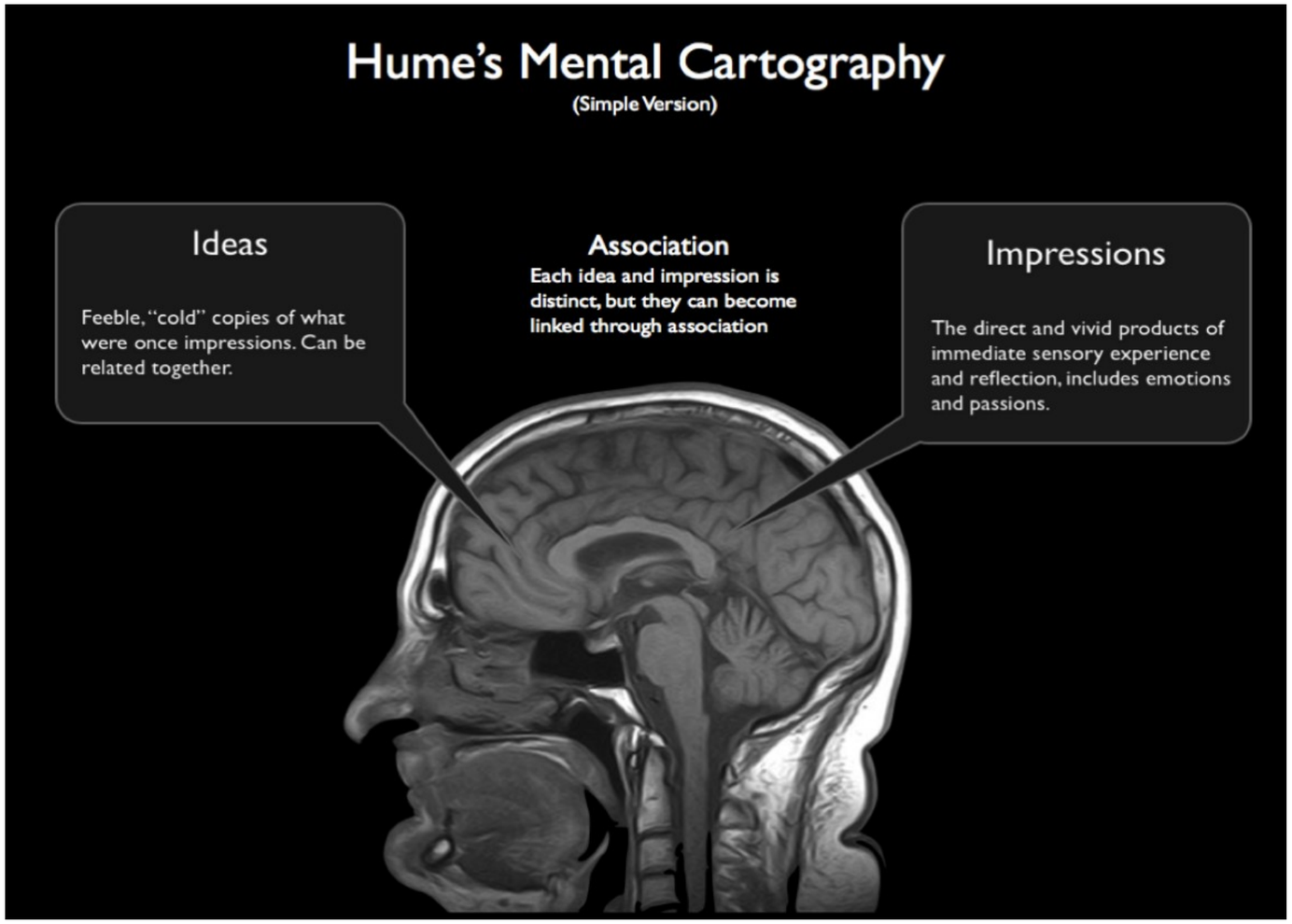
• **انجام بازی کامپیوتری:** بازی شطرنج

• **جنگ هرزنامه:** الگوریتم های یادگیری، بیلیون ها پیام را به عنوان هرزنامه تشخیص و دسته بندی کنند

• **برنامه ریزی ترابری:** برنامه ریزی ترابری و زمان بندی حمل و نقل

• **روباتیک**

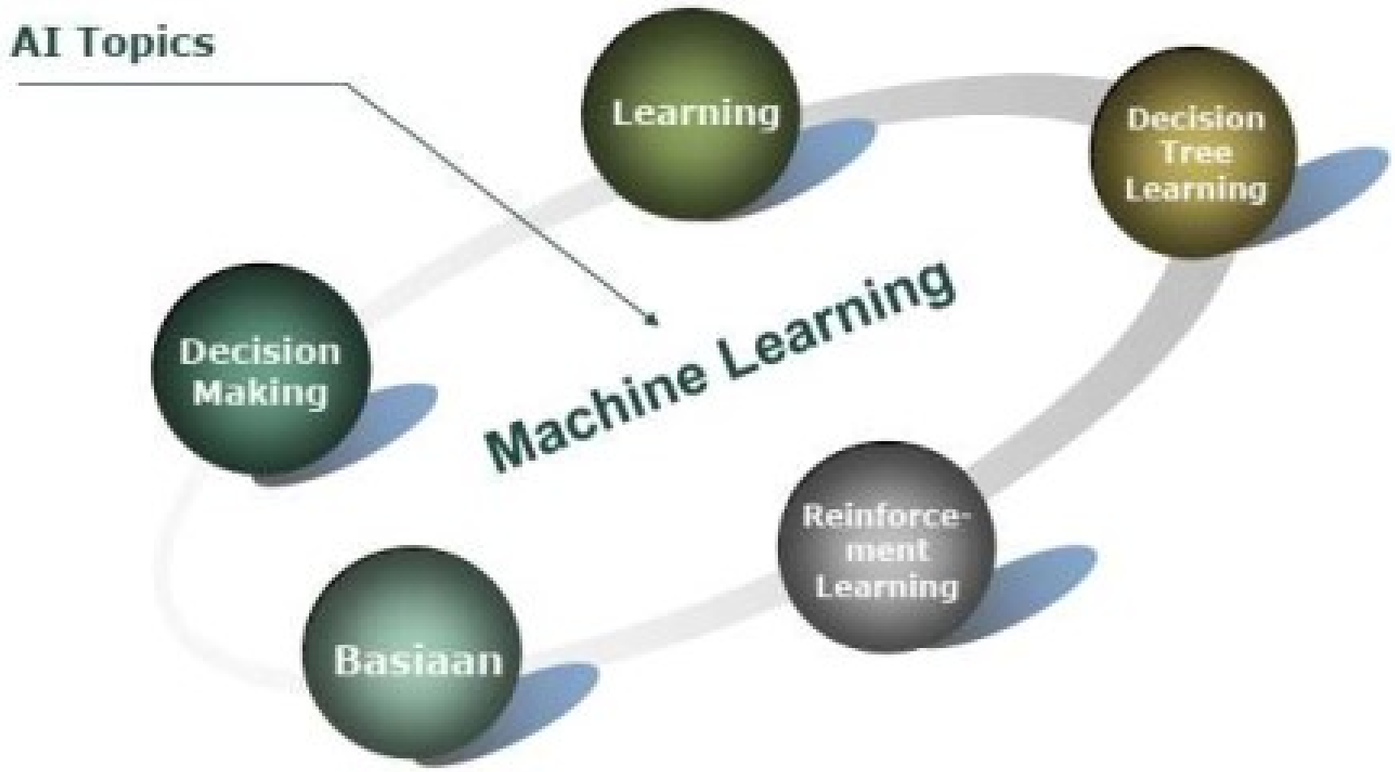
• **ترجمه توسط ماشین:** ترجمه متون از زبانی به زبان دیگر به صورت اتوماتیک


Hume's Mental Cartography
(Simple Version)
Ideas
Feeble, "cold" copies of what were once impressions. Can be related together.
Association
Each idea and impression is distinct, but they can become linked through association
Impressions
The direct and vivid products of immediate sensory experience and reflection, includes emotions and passions.

Machine Learning

هوش مصنوعی

یادگیری ماشین


AI Topics
Learning
Decision Tree Learning
Decision Making
Machine Learning
Reinforce-ment Learning
Basiaan

- **دانش:**

عبارت است از**مجموعه حقایق و اصولی** که توسط انسان جمع می گردد. دانش در رابطه با زبان، مفاهیم، قواعد، روالها، ایده ها، تجرید ها و مکانها و از این قبیل است.

- **هوش:**

به عنوان **توانایی کسب، فهمیدن و بکارگیری دانش** و یا از طریق دیگر **توانایی تفکر و استدلال** تعریف می شود.

- هوش، مجموعه دانش هایی است که ما بر اثر تجربه و مطالعه به صورت آگاهانه یا غیر آگاهانه کسب می نماییم.

- پیدایش **عامل های هوشمند**:

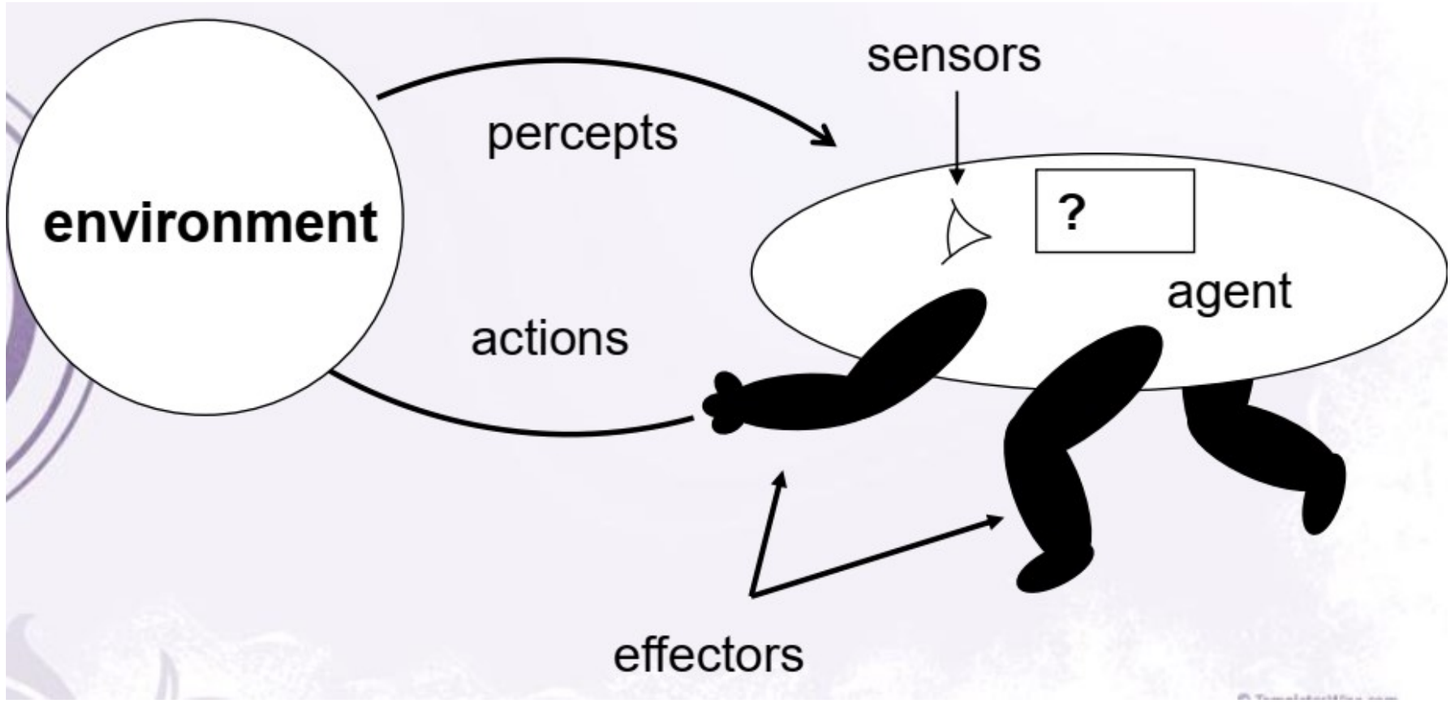
«ساخت ماشینهایی که فکر می کنند، یاد می گیرند و خلق می کنند»

“Computational Intelligence
is the study
of the design of intelligent
agents.”

ACTING RATIONALLY

مزایای مطالعه AI به‌عنوان طراحی عامل منطقی

در اصل چیزی که ابتدا درک می‌کند و سپس عمل می‌کند.


sensors
percepts
environment
?
agent
actions
effectors

یادگیری چیست؟

- «یادگیری» عبارتست از تغییر نسبتاً پایدار در احساس، تفکر و رفتار فرد که بر اساس تجربه ایجاد شده باشد.

به نقل از ویکی‌پدیا

یادگیری ماشین چیست؟

- «یادگیری ماشین» برنامه‌نویسی برای بهینه‌سازی یک عملکرد با استفاده از داده‌ها و تجربیات گذشته است.

- «یادگیری ماشین» در پی راهی برای ایجاد برنامه‌ای است که عملکرد را به صورت خودکار و با توجه به تجربیات ارتقا دهد. (*Tom M. Mitchell*).

Arthur Samuel (1959)

Field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed.

Tom Mitchell (1998)

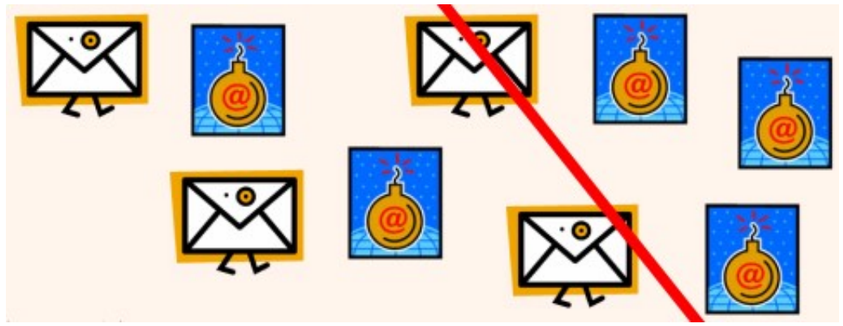
Well-posed Learning Problem: A computer program is said to learn from experience E with respect to some task T and some performance measure P, if its performance on T, as measured by P, improves with experience E.

- به عنوان مثال یک برنامه‌ی تشخیص هرزنامه را در نظر بگیرید که با توجه به ایمیل‌هایی که کاربر به عنوان spam اعلام می‌کند، سعی در بهبود کارایی خود دارد.

T عمل طبقه‌بندی ایمیل‌ها به دو گروه spam/not spam

E پی‌گیری ایمیل‌های کاربر به عنوان spam اعلام می‌کند.

P تعداد ایمیل‌هایی که به درستی به عنوان spam طبقه‌بندی شده‌اند.



USC CS Distinguished Lecture Series, 2008

- برای حل یک مسأله بر روی کامپیوتر به یک «الگوریتم» احتیاج داریم.
- برای برخی مسائل نمی‌توان یک الگوریتم نوشت، مانند تشخیص هرزنامه‌ها. حتی ممکن است برخی از ایمیل‌ها بسته به کاربر هرزنامه تلقی شوند یا نه، اما نمونه‌های زیادی از داده در اختیار داریم.
- در جاهایی که نمی‌توانیم مستقیما برنامه‌ی مورد نظر را بنویسیم، به یادگیری احتیاج داریم، که با کمک یک سری داده‌ی آموزشی یا تجربیات صورت می‌پذیرد.
  - به عنوان مثال برای محاسبه‌ی حقوق پرسنل نیازی به یادگیری وجود ندارد.

یادگیری

استخراج یک مدل کلی از روی داده‌ها

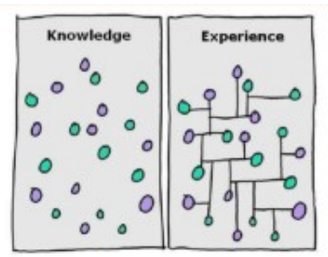
حجم انبوهی از داده‌ها که ارزان به دست می‌آیند

بیشتر داده‌های اخذ شده دیجیتال هستند

دانش در خصوص آن‌ها به سادگی و با هزینه‌ی پایین حاصل نمی‌شود

John Naisbitt.

We are drowning in information
and starving for knowledge



موارد احتیاج به یادگیری

- در مواردی که انسان خبره در دسترس نیست،
- زمانی که انسان قادر به توضیح مهارت خود نیست، مانند تشخیص صوت
- زمانی که مساله‌ی مورد نظر در طول زمان تغییر می‌کند؛ به شرایط محیط وابسته است، مانند مسیریابی در شبکه‌های کامپیوتری
- حالاتی که به حل مساله به تطبیق با شرایط خاصی وابسته است، تشخیص هویت با استفاده از خصیصه‌های زیستی

- خرده‌فروشی: به عنوان مثال استخراج مدل کلی رفتار مشتری‌ها از روی تراکنش‌های مربوط به آن‌ها مثلا کسی که از یک فروشگاه online یک محصول را خریداری می‌کند، با توجه به سابقه‌ی خریدهای مشابه می‌توان خریدهای بعدی او را حدس زد.
- هرچند ممکن است قادر به ارائه‌ی یک مدل دقیق نباشیم، اما می‌توان یک *تقریب خوب و مفید* به دست آورد.
- مدل به دست آمده می‌تواند برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرد (predictive) و یا به منظور استخراج دانش از داده‌ها به کار آید (descriptive).

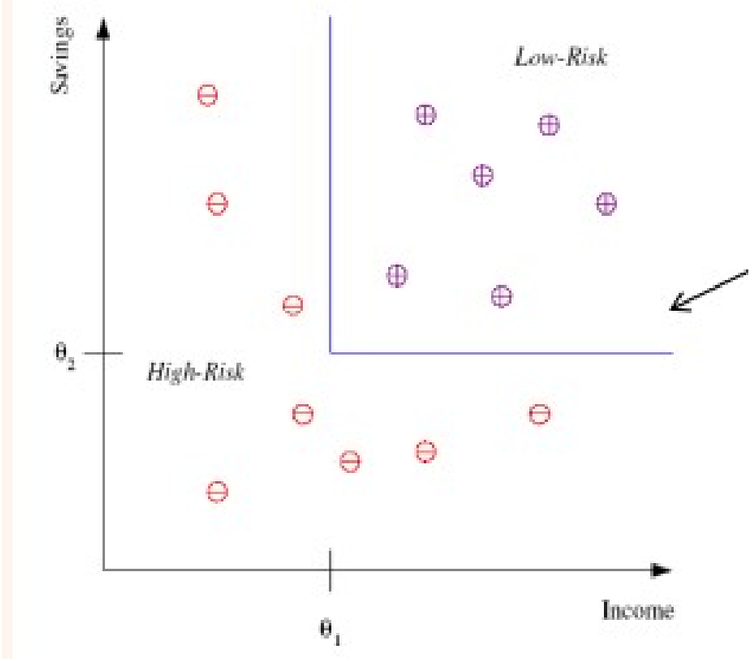
Data Mining

- کاربرد روش‌های یادگیری ماشین در مواجه با پایگاه‌داده‌های بزرگ، داده‌کاوی نامیده می‌شود.
  - خرده‌فروشی: تحلیل سبد خرید، مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)
  - کاربردهای مالی: رده‌بندی اعتبار مشتریان، تشخیص سوءاستفاده از کارت‌های اعتباری، بررسی بازار سهام
  - کاربردهای صنعتی: عیب‌یابی، رباتیک و کنترل
  - کاربردهای پزشکی: تشخیص بیماری
  - ارتباطات: تشخیص هرزنامه، تشخیص نفوذ(intrusin detection)
  - وب‌کاوی (موتورهای جستجو) و بیوانفورماتیک

- یادگیری ماشین، یکی از مهم‌ترین بخش‌های هوش مصنوعی است. برای هوشمند بودن، یک سیستم که در محیطی با شرایط متغیر قرار دارد، باید توانایی آموختن داشته باشد. در چنین حالتی طراحان نیازی به پیش‌بینی همه‌ی حالات ممکن نخواهند داشت.
- برای حل بسیاری از مسائل در بینایی ماشین، تشخیص صوت، الگوریتم‌های یادگیری به کار می‌آیند.
- شناسایی هویت با کمک چهره یکی از این زمینه‌هاست که در «بازشناسی الگو» مطرح می‌شود.

Classifications

Discriminant



ارزیابی اعتبار

IF *income* > θ_1 AND *savings* > θ_2 THEN low-risk ELSE high-risk

تشخیص کاراکتر(OCR) «بازشناسی الگو» هم نامیده می‌شود

تشخیص هویت با استفاده از دست‌خط

تشخیص کاراکترهای دستنویس

یک کلمه دنباله‌ای از کاراکترهاست

- تشخیص چهره
  - شرایط نوری متفاوت،
    پوشش و آرایش‌های مختلف

Training examples of a person

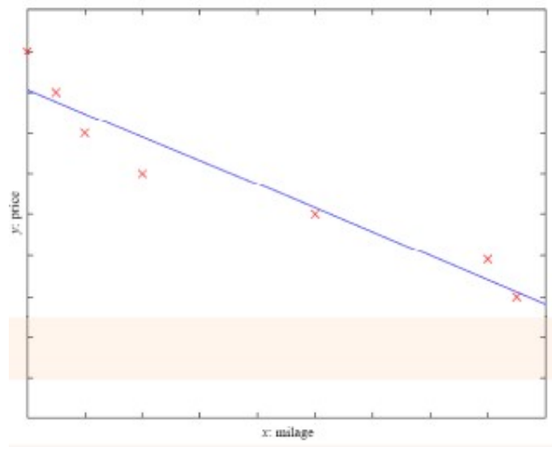
Test images

ORL dataset,
AT&T Laboratories, Cambridge UK

- تشخیص صوت
  - وابستگی زمانی
  - Sensor fusion
- تشخیص بیماری
  - در نظر گرفتن ریسک تصمیم‌گیری
- تشخیص موارد نامتعارف (outlier detection)
  - Intrusion Detection Systems

طبقه‌بندی

نمونه یادگیری بانظارت (supervised)



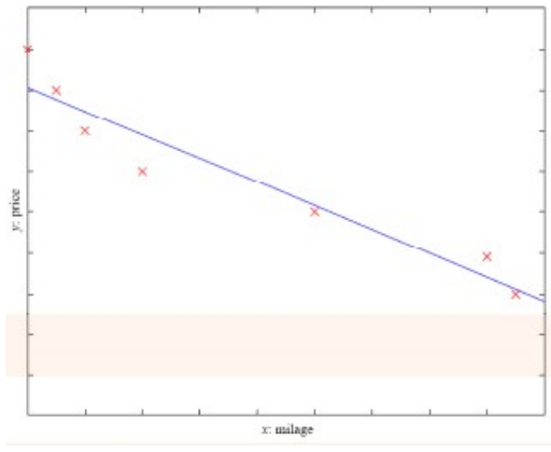
$$y = wx+w_0$$

یا

$$y = w_2x^2+w_1x+w_0$$

رگرسیون

قیمت اتومبیل دسته‌دوم



x : car attributes

y : price

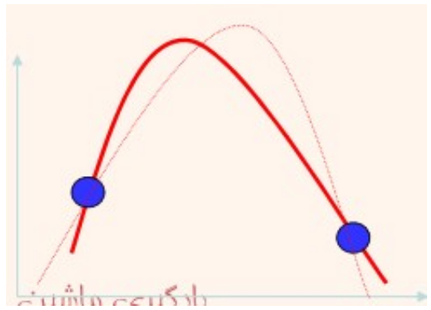
$y = g\ (x \mid \theta)$

g ( ) model,

θ parameters

به دست آوردن تابعی برای ارزیابی کیفیت یک تصویر

From Live Image quality database



شیوه‌های یادگیری

- یادگیری با نظارت
- یادگیری بدون نظارت

- یادگیری نیمه‌نظارتی
  - یادگیری فعال
- یادگیری تقویتی

Supervised learning

Unsupervised learning

Semi-supervised learning

Active learning

Reinforcement learning

یادگیری بانظارت

supervised Learning

- در این شیوه همراه با نمونه‌های آموزشی، پاسخ مطلوب هم وجود دارد.
  - پیش‌بینی نمونه‌های جدید
  - استخراج دانش
  - فشرده‌سازی
  - تشخیص نمونه‌های غیرنرمال؛ تشخیص تقلب و سوءاستفاده

یادگیری بی‌نظارت

Unsupervised Learning

- در این حالت تنها داده‌های ورودی وجود دارند، بدون این که ناظر مقدار مطلوب را مشخص کند.
- هدف پیدا کردن «نظم» (regularity) موجود در داده است، آن‌چه معمول و طبیعی است.

- خوشه‌بندی(clustering): گروه‌بندی نمونه‌های مشابه

Density estimation

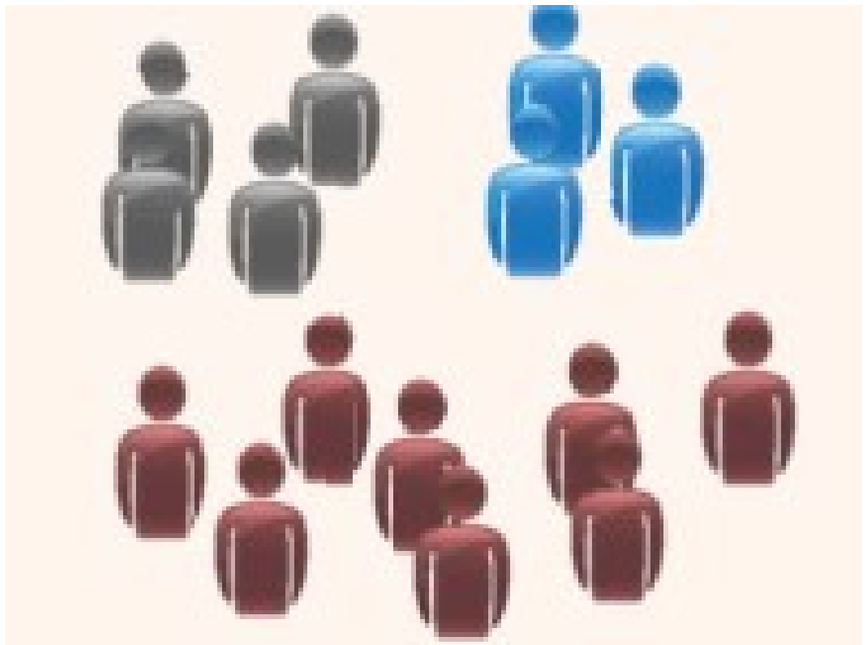
  - مدیریت ارتباط با مشتری
  - فشرده‌سازی تصویر(چندی‌سازی رنگ)
  - بیوانفورماتیک(Learning motifs)

جداسازی کور سیگنال (BSS)
Speaker #1
Microphone #1
Speaker #2
Microphone #2

کاربرد یادگیری بی‌نظارت

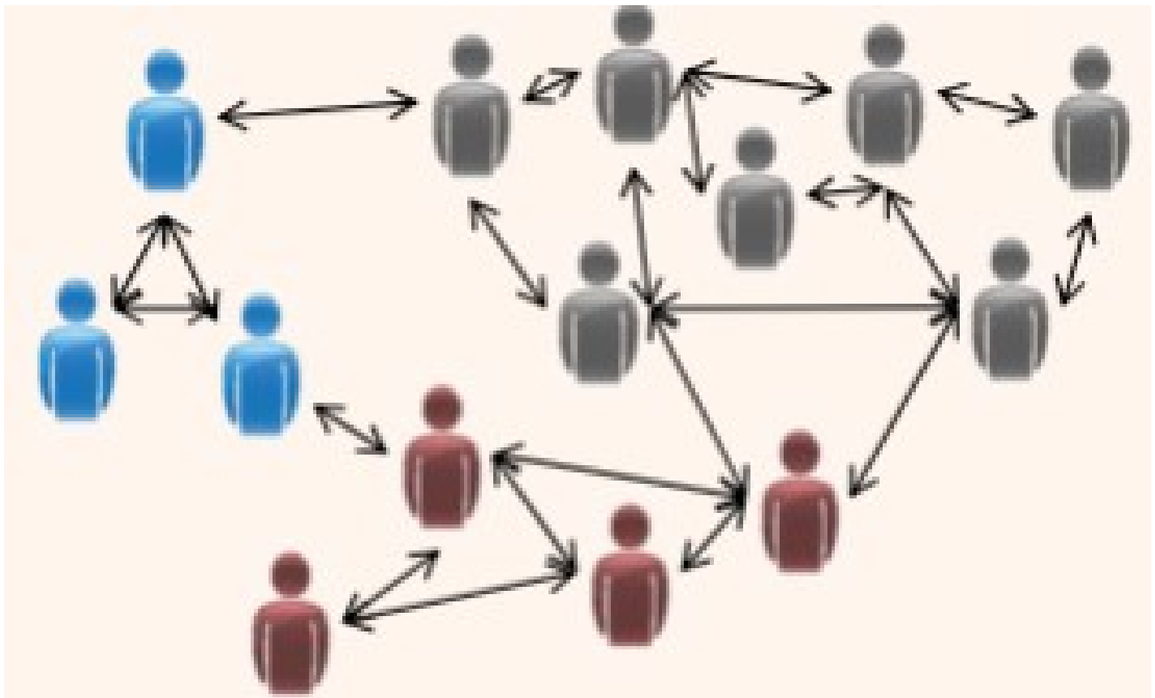
Image Segmentation

Organize computing clusters



Market segmentation

Astronomical data analysis



Social network analysis

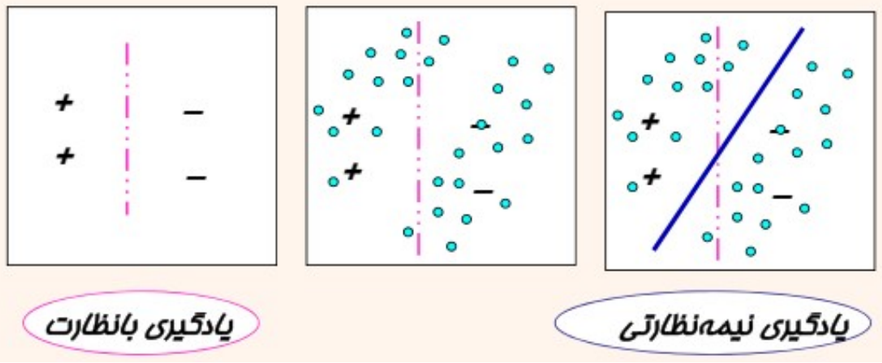
یادگیری نیمه‌نظارتی

semi-supervised Learning

تنها بخشی از داده‌ها برچسب خورده‌اند، و حجم زیادی از آن بدون برچسب هستند.

برچسب زدن داده‌ها کار پرهزینه‌ای است.

از طرفی، داده‌های برچسب نخورده‌ی زیادی در اختیار داریم.



یادگیری تقویتی

Reinforcement Learning

- در برخی موارد خروجی یک سیستم، دنباله‌ای از «کنش»هاست. به گونه‌ای که یک حرکت اهمیت ندارد، بلکه سیاستی است که باعث می‌شود مجموع حرکات، به هدف مناسب برسند.
- یک عمل مناسب است در صورتی که در مجموع و در کنار سایر اعمال مناسب باشد. در این حالت الگوریتم یادگیری باید قادر به انتخاب سیاست مناسب باشد.

ارزیابی الگوریتم‌های یادگیری

- بسته به کاربرد، برای ارزیابی الگوریتم‌های یادگیری، دقت طبقه‌بندی، حجم محاسبات و حافظه‌ی مورد نیاز در نظر گرفته می‌شود.
- الگوریتم‌های یادگیری متفاوتی وجود دارند؛ بسته به شرایط کاربرد مورد نظر، الگوریتم‌های متفاوتی را می‌توان مورد استفاده قرار داد.
- حجم مورد نیاز داده‌های آموزشی، پیچیدگی الگوریتم‌های مورد استفاده و قابلیت تعمیم مسائلی است که باید مورد بررسی قرار گیرند.

موضوعات پیشنهادی

- شناسایی هویت با استفاده از خصیصه‌های زیستی
- یادگیری نیمه‌نظارتی
  - روش‌های یادگیری فعال
- روش‌های یادگیری مبتنی بر کرنل
- تشخیص کیفیت تصویر وویدئو
- تشخیص آلات موسیقی
- بخش‌بندی تصاویر رنگ
- سیستم‌های تشخیص دسترسی غیرمجاز