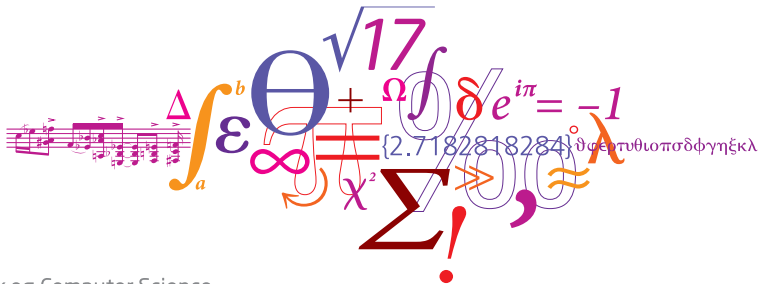


Hjerner, kunstig intelligens og matematik

Thomas Bolander, DTU Compute



Lidt om mig selv

Thomas Bolander

- Professor i logik og kunstig intelligens (AI) ved *DTU Compute, Danmarks Tekniske Universitet*.
- **Aktuel forskning:** Sociale aspekter af kunstig intelligens.
- Medlem af bl.a. *SIRI-kommissionen* under IDA, *TechDK-kommissionen* under DJØF og *Tigerrådet* under Dansk Erhverv. Etiske, samfundsmæssige, juridiske aspekter af AI.
- H. C. Ørsted sølvmedalje for fremragende forskningsformidling, 2019.
- Medarrangør og videnskabelig rådgiver for *Science & Cocktails*.



Hvad er kunstig intelligens?

John McCarthy, den kunstige intelligens' fader, definerer:

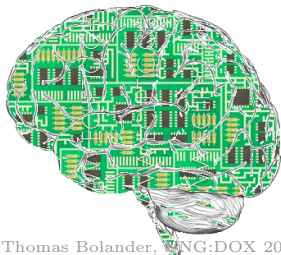
*“Artificial intelligence is the **science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs.**”*

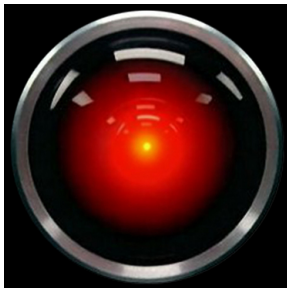
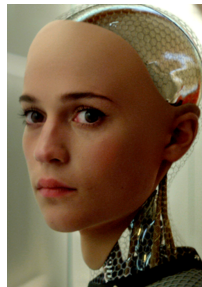
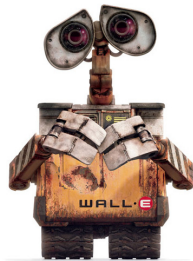
(McCarthy, 1956)

Er der forskel på at ville forstå menneskehjernen og at lave kunstig intelligens?



John McCarthy, 2006



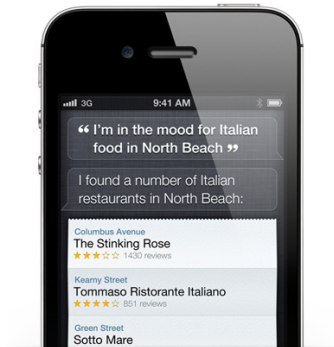




I think it's a man preparing food in a kitchen and he seems 😊.



CaptionBot billedgenkendelse



Siri på iPhone



Google førerløs bil

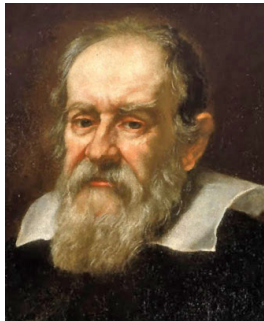


Google Search

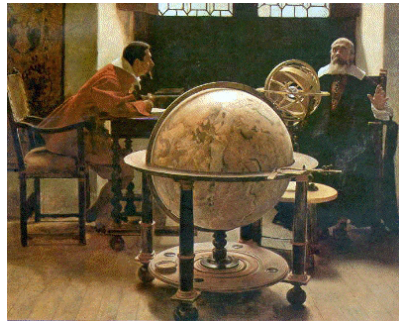
I'm Feeling Lucky

*“Naturens store bog er skrevet
i matematikkens sprog.”*

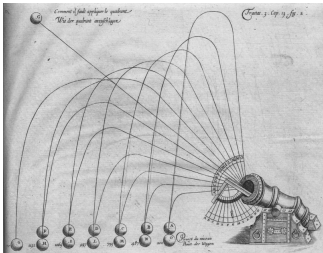
(Galilei, 1623)



Galileo Galilei



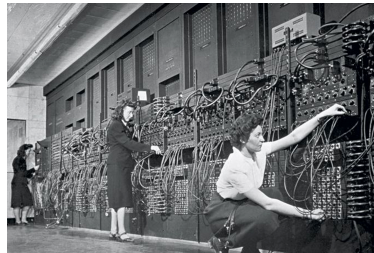
Verden \rightarrow matematik \rightarrow computer



$$a_x = \frac{-kv_x}{m} = \frac{dv_x}{dt} \quad (1),$$

and

$$a_y = \frac{1}{m}(-kv_y - mg) = \frac{-kv_y}{m} - g = \frac{dv_y}{dt} \quad (2)$$



balistiske bevægelser



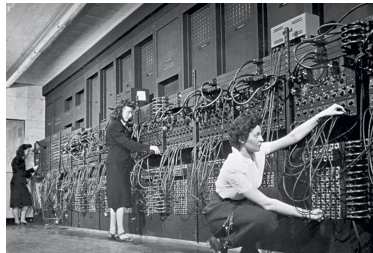
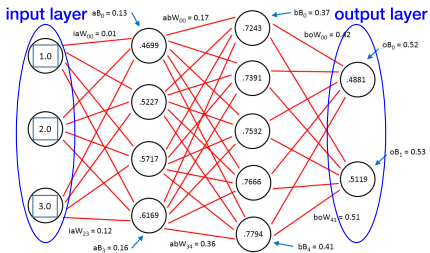
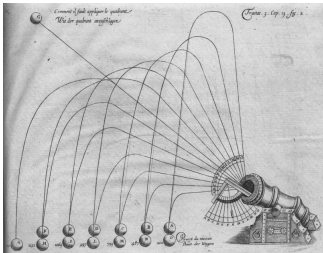
matematisk model



computer

- **Symbolisk kunstig intelligens:** Mennesker bygger den matematiske model, computeren regner på den.

Verden \rightarrow matematik \rightarrow computer



balistiske bevægelser



matematisk model



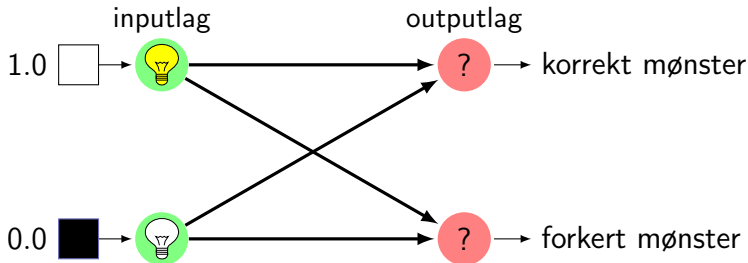
computer

- **Symbolisk kunstig intelligens:** Mennesker bygger den matematiske model, computeren regner på den.
- **Subsymbolisk kunstig intelligens:** Computeren bygger selv sin model af verden.

Subsymbolsk kunstig intelligens: neurale netværk


Et neuralt netværk producerer et **output** (et eller flere tal) fra et **input** (et eller flere tal). Ofte brugt til **klassifikation**: hvilken klasse tilhører inputtet? Fx kat eller hund?

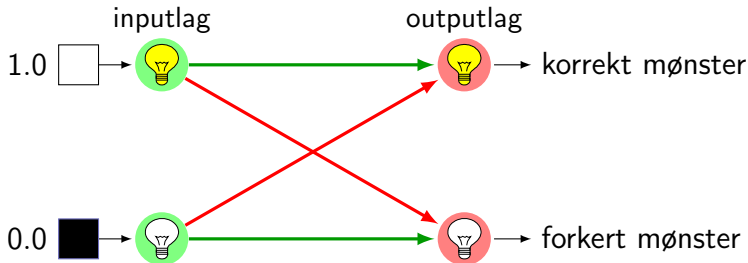
Eksempel. Genkend mønsteret $\begin{matrix} 1.0 & \square \\ 0.0 & \blacksquare \end{matrix}$ blandt alle 1x2 pixel billeder i sort-hvid (inklusive gråtoner).



Subsymbolsk kunstig intelligens: neurale netværk

Et neuralt netværk producerer et **output** (et eller flere tal) fra et **input** (et eller flere tal). Ofte brugt til **klassifikation**: hvilken klasse tilhører inputtet? Fx kat eller hund?

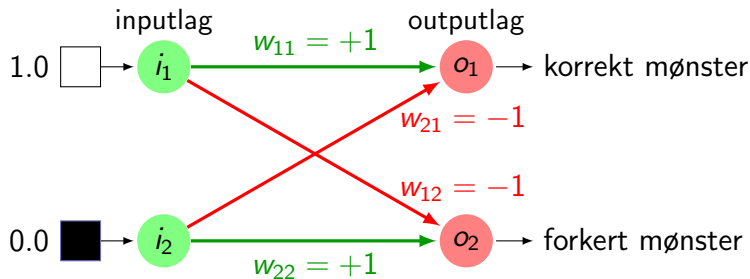
Eksempel. Genkend mønsteret $\begin{matrix} 1.0 \\ 0.0 \end{matrix}$  blandt alle 1x2 pixel billeder i sort-hvid (inklusive gråtoner).



Subsymbolsk kunstig intelligens: neurale netværk

Et neuralt netværk producerer et **output** (et eller flere tal) fra et **input** (et eller flere tal). Ofte brugt til **klassifikation**: hvilken klasse tilhører inputtet? Fx kat eller hund?

Eksempel. Genkend mønsteret $\begin{matrix} 1.0 & \square \\ 0.0 & \blacksquare \end{matrix}$ blandt alle 1x2 pixel billeder i sort-hvid (inklusive gråtoner).



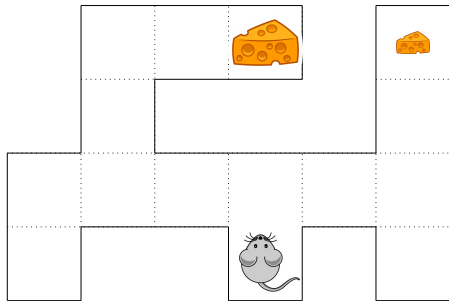
$$\begin{aligned} o_1 &= w_{11}i_1 + w_{21}i_2 \\ &= i_1 - i_2 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} o_2 &= w_{12}i_1 + w_{22}i_2 \\ &= -i_1 + i_2 = -1 \end{aligned}$$

Reinforcement learning

Essentially, the animal makes more-or-less random movements and selects, in the sense that it subsequently repeats, those which produced the "desired result".

(J. W. S. Pringle, 1951)



$$Q(a, s) \leftarrow Q(a, s) + \alpha (R(s) + \max_{a'} Q(a', s') - Q(a, s))$$

↑ ny værdi ↑ gammel værdi ↑ læringshastighed ↑ modtaget belønning ↑ forventet fremtidig belønning ↑ gammel værdi

Google DeepMinds AlphaGo

- Følge reglerne i spillet, holde styr på de bedst mulige træk: symbolsk kunstig intelligens (diskret matematik).
- Læring fra erfaring: reinforcement learning (statistik og sandsynlighedsregning).
- Mønstergenkendelse af gode træk: subsymbolsk kunstig intelligens, neurale netværk (differentialligninger).



Hvor bærer det hele hen?

