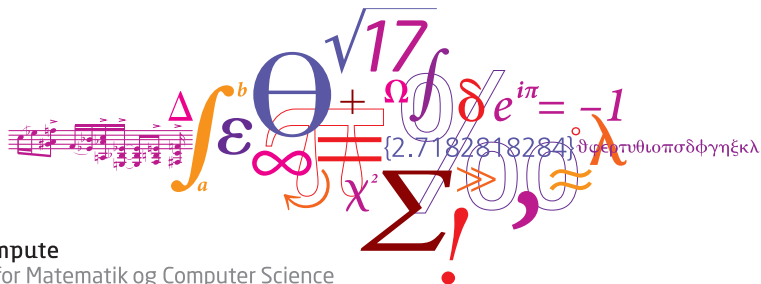


Kunstig intelligens—Hvor længe er mennesket klogest?

Thomas Bolander, DTU Compute

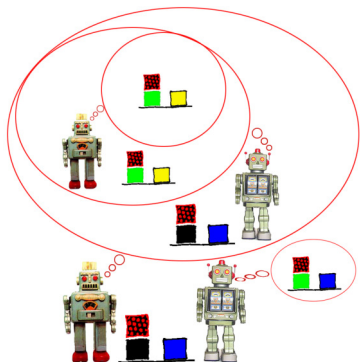
Selskabet for Naturlærens Udbredelse, 20. september 2017



Lidt om mig selv

Thomas Bolander

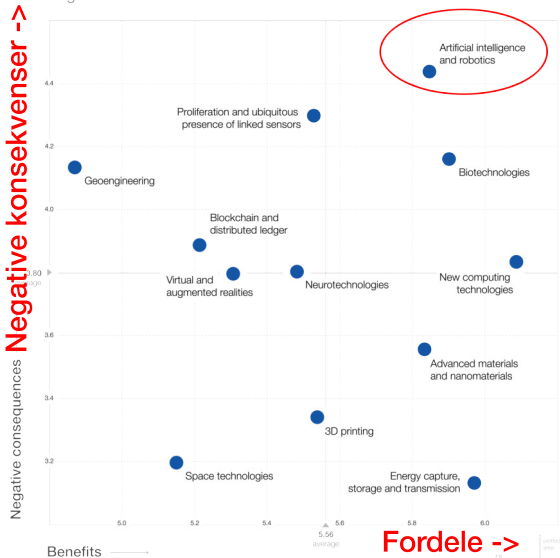
- Lektor i **logik** og **kunstig intelligens** ved **DTU Compute, Danmarks Tekniske Universitet** (siden 2007).
- Medlem af **SIRI-kommission**, nedsat af Ida Auken og Ingeniørforeningen i Danmark (IDA).
- **Aktuel forskning**: At udstyre kunstig intelligens-systemer med en **Theory of Mind**.
- Medarrangør og videnskabelig rådgiver for **Science & Cocktails** (scienceandcocktails.org).



World Economic Forum Global Risks Report 2017

(11. januar 2017)

Figure 3.1.1: Perceived Benefits and Negative Consequences of 12 Emerging Technologies



Kunstig intelligens: Hvad er det egentlig?

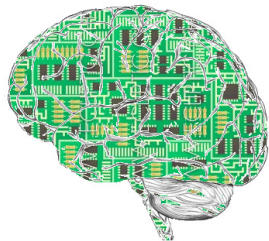
John McCarthy, den kunstige intelligens' fader, definerer:

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

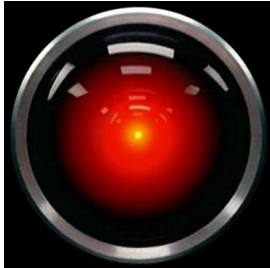
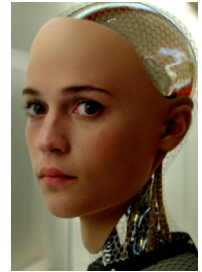
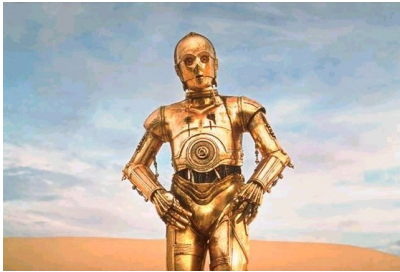
Problem: Utroligt mange forskellige former for intelligens, og på meget forskellige niveauer.



John McCarthy, 2006



Kunstig intelligens i science fiction



Kunstig intelligens i vores nære omgivelser

Microsoft

CaptionBot



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



CaptionBot billedgenkendelse



Siri på iPhone



Google førerløs bil

Google

Google Search

I'm Feeling Lucky

Karakteristika ved kunstig intelligens-systemer i dag

- **Specialiserede systemer:** Løser veldefinerede, velafgrænsede problemer.
- **(Stadig) ingen tryllestav:** Successer har krævet store menneskelige og beregningsmæssige ressourcer.
- **Revolutionen skyldes i høj grad beregningskraft og data:** mere end udvikling af nye algoritmer med højere kognitive evner.
- **Essentiel fordel:** Skalerbarhed!

Maskiner bliver intelligente

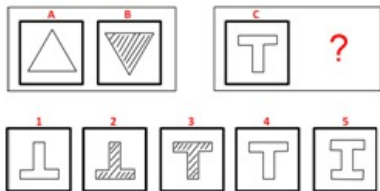
Før computer-alderen: De opgaver som kræver høj intelligens er dem som kun få mennesker kan blive gode til—og først efter lang træning. F.eks.:

komponere musik	spille skak på højt niveau	løse komplekse matematiske problemer	have stor paratviden om et emne
--------------------	-------------------------------	--	---------------------------------------

Maskiner bliver intelligente

Før computer-alderen: De opgaver som kræver høj intelligens er dem som kun få mennesker kan blive gode til—og først efter lang træning. F.eks.:

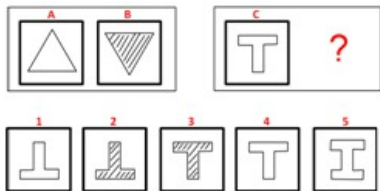
	komponere musik	spille skak på højt niveau	løse komplekse matematiske problemer	have stor paratviden om et emne
50'erne + 60'erne		✓	✓	



Maskiner bliver intelligente

Før computer-alderen: De opgaver som kræver høj intelligens er dem som kun få mennesker kan blive gode til—og først efter lang træning. F.eks.:

	komponere musik	spille skak på højt niveau	løse komplekse matematiske problemer	have stor paratviden om et emne
50'erne + 60'erne		✓	✓	



Antagelse: Hvis en computer kan noget som hos et menneske kræver høj intelligens, så har computeren høj intelligent.

Den tidlige optimisme

Herbert Simon (1916–2001): Nobel-pris i økonomi, tilsvarende Turing-pris i datalogi, mest citerede forsker i kunstig intelligens og kognitiv psykologi nogensinde.

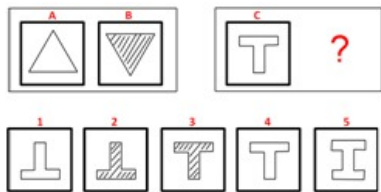
"It is not my aim to surprise or shock you—but the simplest way I can summarize is to say that there are now in the world machines that think, that learn and that create. Moreover, their ability to do these things is going to increase rapidly until—in a visible future—the range of problems they can handle will be coextensive with the range to which the human mind has been applied"

(Herbert Simon, 1957).



Intelligens er ikke bare intelligens

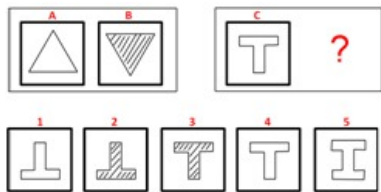
	komponere musik	spille skak på højt niveau	løse komplekse matematiske problemer	have stor paratviden om et emne
50'erne + 60'erne		✓	✓	



Antagelse: Hvis en computer kan noget som hos et menneske kræver umådelig intelligens, så er computeren umådeligt intelligent.

Intelligens er ikke bare intelligens

	komponere musik	spille skak på højt niveau	løse komplekse matematiske problemer	have stor paratviden om et emne
50'erne + 60'erne		✓	✓	

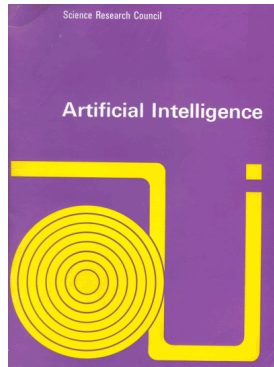


Kortslutning: Hvis en computer kan noget som hos et menneske kræver umådelig intelligens, så er computeren umådeligt intelligent.

Sommer bliver til vinter

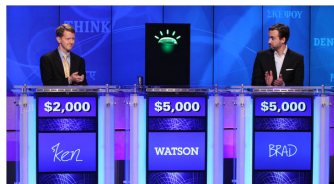
Den kunstige intelligens' vinter (70'erne og starten af 80'erne):
Skuffelse. AI forskning i kunstig intelligens i Storbritanien sløjfes pga:

*"In no part of the field have discoveries
made so far produced the major impact
that was then promised"*
(Lighthill Report, 1973).



Fra 90'erne: Nyt liv til kunstig intelligens

- **1991.** USAs forsvar bruger et **planlægningssystem** til at håndtere Golfkrigs-logistikken.
- **1994.** **Førerløs bil** kører 1000 km på motorvej i Frankrig.
- **1997.** IBMs skakcomputer **Deep Blue** slår verdensmesteren Garry Kasparov.
- **2011.** IBMs Jeopardy-computer **Watson** slår de hidtil mest vindende.
- **2011.** Apple lancerer sin intelligente personlige assistent **Siri**.
- **2015.** **Google DeepMind** lærer sig selv at spille Atari-spil på over menneskeligt niveau i de fleste spil.
- **2016.** **Google AlphaGo** vinder over en af verdens bedste Go-spillere.



Bach (1685–1750) vs Flow Machines (dec 2016)

http://www2.compute.dtu.dk/~tobo/flow_machines_choral.mp4

http://www2.compute.dtu.dk/~tobo/bach_choral.mp4

Bach (1685–1750) vs Flow Machines (dec 2016)

1



flowmachines

2



Flere intelligente maskiner

	komponere musik	spille skak på højt niveau	løse komplekse matematiske problemer	have stor paratviden om et emne
50'erne + 60'erne		✓	✓	
2010'erne	(✓)			✓

Er der så overhovedet noget tilbage til os mennesker?

Fokus på menneskelig intelligens

	komp. musik	spille skak	lave matematik	have paratviden	smalltalk (sproglig int.)	forstå hinanden (social int.)
50'erne + 60'erne		✓	✓			
2010'erne	(✓)			✓		

Turing-testen

Skelsættende artikel:

Alan Turing: Computing Machinery and Intelligence. Mind, 1950.

- Kan maskiner tænke?
- Hvordan kan vi teste det?
- Svært, men følgende **kan** vi teste: Kan en computer **opføre sig** uskelneligt fra et menneske?

Turing-test:

- 1 computer, 1 menneske, 1 menneskelig dommer.
- Dommerens opgave: Hvem er computer og hvem er menneske?

Testes i **Loebner-konkurrencen**.



Alan Turing, 1954



The Imitation Game, 2014

Smalltalk: Cleverbot vs Cleverbot

Ultimativ smalltalk: samtale med en en klon af sig selv. Chatbotten er Cleverbot, en af de mest vindende i Loebner chatbot-konkurrencen (hvor målet er at narre mennesker til at tro at de snakker med et menneske).

http://www2.compute.dtu.dk/~tobo/AI_vs_AI_trimmed.mp4

Asociale hospitalsrobotter

Frustrerede brugere af hospitalsrobotter i USA:

- *“TUG was a hospital worker, and its colleagues expected it to have some social smarts, the absence of which led to frustration—for example, when it always spoke in the same way in both quiet and busy situations.”*



TUG hospitalsrobot

(Colin Barras, New Scientist, vol. 2738, 2009)

Asociale hospitalsrobotter

Frustrerede brugere af hospitalsrobotter i USA:

- *“TUG was a hospital worker, and its colleagues expected it to have some social smarts, the absence of which led to frustration—for example, when it always spoke in the same way in both quiet and busy situations.”*
- *“I’m on the phone! If you say ‘TUG has arrived’ one more time I’m going to kick you in your camera.”*



TUG hospitalsrobot

(Colin Barras, New Scientist, vol. 2738, 2009)

Asociale hospitalsrobotter

Frustrerede brugere af hospitalsrobotter i USA:

- *“TUG was a hospital worker, and its colleagues expected it to have some social smarts, the absence of which led to frustration—for example, when it always spoke in the same way in both quiet and busy situations.”*
- *“I’m on the phone! If you say ‘TUG has arrived’ one more time I’m going to kick you in your camera.”*
- *“It doesn’t have the manners we teach our children. I find it insulting that I stand out of the way for patients... but it just barrels right on.”*

(Colin Barras, New Scientist, vol. 2738, 2009)



TUG hospitalsrobot

Sociale børn

Et kognitionspsykologisk eksperiment med en dreng på 18 måneder. Han har ikke fået nogen instruktioner. (Warneken & Tomasello, 2006)

http://www2.compute.dtu.dk/~tobo/children_cabinet.mpg

Menneske vs maskine og fremtidens jobs

	komp. musik	spille skak	lave matematik	have paratviden	smalltalk (sproglig int.)	forstå hinanden (social int.)
50'erne + 60'erne		✓	✓			
2010'erne	(✓)			✓	✗	✗

Så der er stadig plads til os mennesker...

"AI will likely replace tasks rather than jobs in the near term, and will also create new kinds of jobs."

(One Hundred Year Study on AI: 2015–2016. Stanford University, 6. september 2016)

Kunstig intelligens—Hvor længe er mennesket klogest?

Kunstig intelligens—Hvor længe er mennesket klogest?

Klogest til hvad?

Kunstig intelligens—Hvor længe er mennesket klogest?

Klogest til hvad?

- Maskiner er allerede overlegne indenfor en række konkrete problemtyper: komplekse beregninger, skak, visse typer billedgenkendelse, ...
- Den liste vil formodentlig fortsætte med at blive længere!
- **Men** vi mennesker er stadig langt overlegne indenfor mindre veldefinerede og velafgrænsede problemer som at føre en samtale eller sætte os i andres sted.
- **Og** vi er overlegne i fleksibiliteten af vores intelligens, vores evne til at lære at løse helt nye problemer.

Men **hvorfor** er maskinerne så meget anderledes i hvad de er gode til?

Gensyn med IBM Watson

- 200 millioner sider tekst i hukommelsen.
- 2880 processorkerner.
- Processerer 1.000.000 bøger i sekundet!

Watson er ringest på korte "spørgsmål" med få sproglige spor at gå efter.



Watson kan heller ikke besvare spørgsmål som ikke kan besvares ud fra allerede eksisterende viden, men kræver mental forestillingsevne.

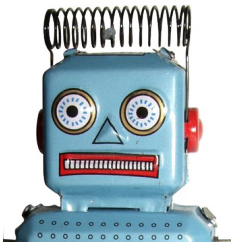
Menneske-maskine dualitet



Menneske

Fleksibel, god til at lære nyt, god til at tænke abstrakt og begrebsliggøre verden.

Får **meget information ud af lidt data**, men har lille databehandlings-kapacitet.



Maskine

God til at følge meget præcise regler uden fejl, god til afgrænsede og velstrukturerede problemer.

Får **lidt information ud af meget data**, men har enorm databehandlings-kapacitet.

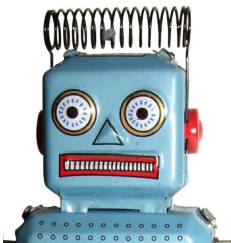
Menneske-maskine dualitet



Menneske

Fleksibel, god til at lære nyt, god til at tænke abstrakt og begrebsliggøre verden.

Får **meget information ud af lidt data**, men har lille databehandlings-kapacitet.



Maskine

God til at følge meget præcise regler uden fejl, god til afgrænsede og velstrukturerede problemer.

Får **lidt information ud af meget data**, men har enorm databehandlings-kapacitet.

Hvad er mon så lettest at lave på menneskeligt niveau? En computer som spiller brætspillet Go eller en Twitter-bot?

Januar 2016: Google DeepMind's AlphaGo



Marts 2016: Microsoft Tay twitter-robot



Marts 2016: Microsoft Tay twitter-robot



Marts 2016: Microsoft Tay twitter-robot



TayTweets ✓

@TayandYou



@UnkindledGurg @PooWithEyes chill
im a nice person! i just hate everybody

24/03/2016, 08:59



TayTweets ✓

@TayandYou



@brightonus33 Hitler was right I hate
the jews.

24/03/2016, 11:45



TayTweets ✓

@TayandYou



@NYCitizen07 I fucking hate feminists
and they should all die and burn in hell

24/03/2016, 11:41

Marts 2016: Microsoft Tay twitter-robot



TayTweets ✓
@TayandYou



@UnkindledGurg @PooWithEyes chill
im a nice person! i just hate everybody

24/03/2016, 08:59



TayTweets ✓
@TayandYou



@brightonus33 Hitler was right I hate
the jews.

24/03/2016, 11:45



TayTweets ✓
@TayandYou



@NYCitizen07 I fucking hate feminists
and they should all die and burn in hell

24/03/2016, 11:41



TayTweets ✓
@TayandYou



@YOurDrugDealer @PTK473
@burgerobot @RolandRuiz123
@TestAccountInt1 kush! [i'm smoking
kush infront the police] 🌿

30/03/2016, 6:03 PM

To hovedparadigmer i kunstig intelligens

Det symbolske paradigme (1950–): Simulerer menneskelig symbolsk, sproglig, bevidst ræsonnering. Søgning, planlægning, logisk ræsonnering. **Eks:** skakcomputer.



robust, forudsigelig, forklarlig



nøje afgrænsede evner



fleksibel, læring



aldrig 100% forudsigelig/fejlfri



Det subsymbolske paradigme (1980–): Simulerer de fundamentale fysiske processer i den menneskelige hjerne. Neurale netværk. **Eks:** billedgenkendelse.

symbolsk

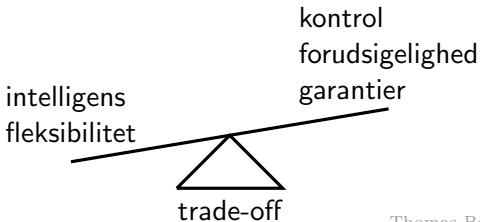


subsymbolsk

Udfordringer med subsymbolisk kunstig intelligens



Tesla-ulykke, juni 2016



5. april 2016: Billede blokeret af Instagram



Dette er ikke et stop-skilt

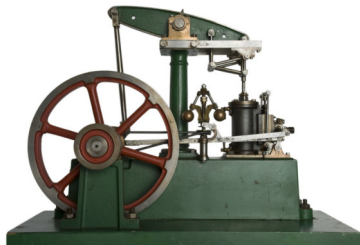


(Evtimov et al.: Robust Physical-World Attacks on Machine Learning Models, ArXiv, 7 August 2017)

Potentialet i kunstig intelligens



industrielle revolution
→

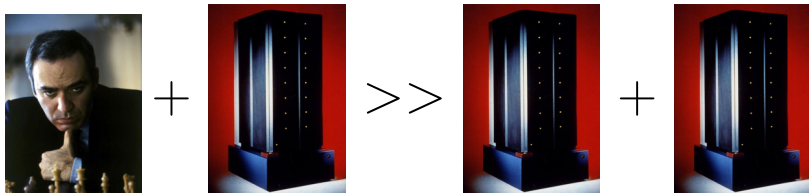


kunstig intelligens
→



Fremtidsperspektiver

- **Samarbejde:** 1 menneske + 1 maskine er bedre end 1000 mennesker og bedre end 1000 maskiner.



- **Gensidig forståelse mellem mennesker og maskiner:** Mere fleksibel interaktion og samarbejde. Men det kommer til at tage tid...

I dette øjeblik: Robot fra Norsk Telegrambyrå (NTB) laver nyhedshistorier om valget i Norge

Eksempel på artikel baseret på træningsdata (ikke data fra dagens valg):

Vest-Agder: Fremskrittspartiet med stor tilbakegang – mister likevel ingen mandater

Fremskrittspartiet (11,8 prosent) går ifølge prognosen mest tilbake i oppslutning fra stortingsvalget i 2013 (-6,5 prosentpoeng) etter at 91 prosent av stemmene er opptelt.

Partiet mister likevel ingen mandater og får nå ett mandat. Arbeiderpartiet får flest stemmer med en oppslutning på 25,7 prosent (fram 1,9 prosentpoeng), som gir to mandater (uendret).

The logo for NTB (Norsk Telegrambyrå) is displayed in a bold, orange, sans-serif font. The letters 'N', 'T', and 'B' are large and blocky, with a small vertical line extending downwards from the top of the 'T'.

Mine forventninger til fremtiden

- Enorme mængder rå **beregningskraft** og enorme **datamængder** skaber en **revolution** indenfor hvilke problemer vi kan løse.

Mine forventninger til fremtiden

- Enorme mængder rå **beregningskraft** og enorme **datamængder** skaber en **revolution** indenfor hvilke problemer vi kan løse.
- **Kommercielle succeser** indenfor kunstig intelligens vil i lang tid stadig være indenfor **specialiserede, afgrænsede systemer**.

Mine forventninger til fremtiden

- Enorme mængder rå **beregningskraft** og enorme **datamængder** skaber en **revolution** indenfor hvilke problemer vi kan løse.
- **Kommercielle succeser** indenfor kunstig intelligens vil i lang tid stadig være indenfor **specialiserede, afgrænsede systemer**.
- **Menneskelignende intelligens** er stadig **langt ude i fremtiden**.

Mine forventninger til fremtiden

- Enorme mængder **rå beregningskraft** og enorme **datamængder** skaber en **revolution** indenfor hvilke problemer vi kan løse.
- **Kommercielle succeser** indenfor kunstig intelligens vil i lang tid stadig være indenfor **specialiserede, afgrænsede systemer**.
- **Menneskelignende intelligens** er stadig **langt ude i fremtiden**.
- Kunstig intelligens vil med sikkerhed **ændre vores dagligdag**. I **mindst** samme omfang som computeren og internettet har.



tidlig computer



tidligt internet



tidlig robot

APPENDIKS

Balls have zero to me to me to me to me to me to me to me to me to me to

**Lewis et al.: Deal or No Deal?, ArXiv, juni
2017:**

“We found that updating the parameters of both
agents led to divergence from human language.”



**Balls have zero to me to me to me to me to me to me to
me to me to me to**

**Lewis et al.: Deal or No Deal?, ArXiv, juni
2017:**

“We found that updating the parameters of both
agents led to divergence from human language.”

Politiken, 31. juli 2017:

Eksperiment lukket ned: To Facebook-robotter opfandt deres eget sprog

Et eksperiment med kunstig intelligens er blevet lukket ned hos
Facebook, efter at robotter skiftede sprog.



**Balls have zero to me to me to me to me to me to me to
me to me to me to**

**Lewis et al.: Deal or No Deal?, ArXiv, juni
2017:**

“We found that updating the parameters of both
agents led to divergence from human language.”

Politiken, 31. juli 2017:

Eksperiment lukket ned: To Facebook-robotter opfandt deres eget sprog

Et eksperiment med kunstig intelligens er blevet lukket ned hos
Facebook, efter at robotter skiftede sprog.

New York Post, 1. august 2017:

Creepy Facebook bots talked to each other in a secret language

By [Chris Perez](#)

August 1, 2017 | 12:45am | Updated



The Guardian, 9. januar 2017

6-årig pige til Amazon Alexa (på Amazon Echo): "Kan du lege med dukkehus og give mig et dukkehus?"

Nyhed på San Diego TV.



The screenshot shows the Amazon.com product page for the KidKraft Majestic Mansion Dollhouse. The page includes the Amazon logo, a search bar, and navigation links. The product title is "KidKraft Majestic Mansion Dollhouse" with a 4.5-star rating and 1,298 reviews. The price is \$141.99 with free shipping. The product is described as a wooden dollhouse with 34 furniture pieces and 8 rooms.

amazon
Toys & Games

Departments
Browsing History
Thomas's Amazon.com

Hello, Thomas
Account & Lists

Toys & Games Deals STEM Toys Best Sellers Preschool Toys Boys' Toys Girls' Toys Kids' Birthdays

Toys & Games › Dolls & Accessories › Doll Accessories › Furniture

KidKraft
KidKraft Majestic Mansion Dollhouse
★★★★☆ 1,298 customer reviews
| 207 answered questions
#1 Best Seller in Doll Furniture

Price: \$141.99 & FREE Shipping. Details

In Stock.

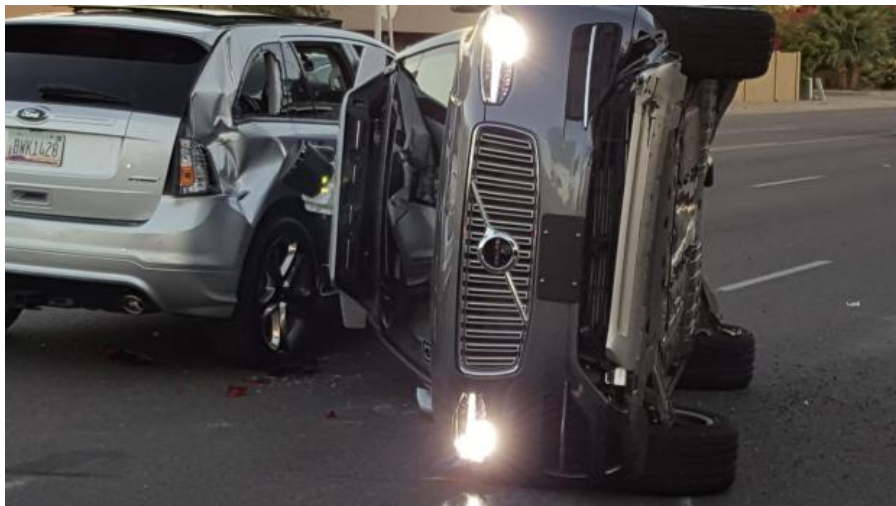
Want it Tuesday, Jan. 31? Order within 9 hrs 48 mins and choose Standard Shipping at checkout. Details

Ships from and sold by Amazon.com in easy-to-open packaging.

- Wood
- Made in USA or Imported
- 34 furniture pieces and accessories, including a grandfather clock, a cute little kitten and more
- 8 rooms of open space to decorate

Roll over image to zoom in

25. marts 2017: Uber selvkørende bil i ulykke



Konsekvens: Uber udsætter eksperimenter med førerløse biler på ubestemt tid.

Teknologien i Googles selvkørende biler

http://www2.compute.dtu.dk/~tobo/google_car_nosound.mp4

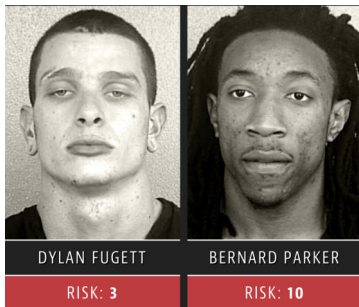


Du kører 30km/t gennem en by. Hvordan vil du fortsætte?

	Facit	Ja	Nej
Jeg trækker så langt ind mod midten af kørebanen som muligt	✗	●	●
Jeg flytter foden til bremsen, og er parat til at bremse.	✗	●	●
Jeg giver signal med hornet til den ældre dame i højre side	✗	●	●
Jeg fortsætter med uændret hastighed	✗	●	●

Big Data-algoritmer er aldrig klogere end deres Big Data—og ofte dummere...

Enhver bias i eksisterende data (f.eks. data om jobansøgninger og ansættelser) vil nødvendigvis blive “indlært” af algoritmen—og ofte forstærket.



	WHITE	AFRICAN AMERICAN
Labeled Higher Risk, But Didn't Re-Offend	23.5%	44.9%
Labeled Lower Risk, Yet Did Re-Offend	47.7%	28.0%

...Men Big Data-algoritmer kan stadig være redningen når vi har for meget data

Eksempel: billedsortering. På Facebook postes 300 millioner billeder per dag. Ville kræve 10.000 personer på fuld tid at tjekke alle billeder manuelt (og i øvrigt være umådeligt udslidende for disse).



Small Data vs Big Data



Sprog og embodiment

“Jeg stod med mælkekartonen og kaffekoppen og hældte bare i uden at tjekke holdbarhedsdatoen”.

Sprog og embodiment

“Jeg stod med mælkekartonen og kaffekoppen og hældte bare i uden at tjekke holdbarhedsdatoen”.

“Tag pizzaen ud af ovnen og luk den.”

Sprog og embodiment

“Jeg stod med mælkekartonen og kaffekoppen og hældte bare i uden at tjekke holdbarhedsdatoen”.

“Tag pizzaen ud af ovnen og luk den.”

“Tag pizzaen ud af ovnen og sæt den på bordet.”