



Det Naturvidenskabelige Fakultet

Fagpakke i Machine Learning og Algoritmer

Machine learning

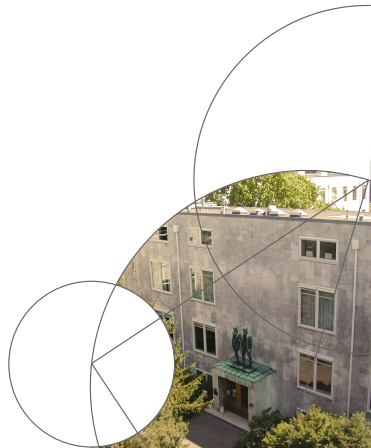
Arinbjörn Brandsson

Benjamin Rotendahl

Andrea Charlie Stender Cordes

Christopher Mulvad Groot

Datalogisk Institut



① Hvad er Machine Learning

② Problemet

③ Algoritmen

④ Algoritme-analyse



Hvad er Machine Learning

Problemstilling

Vi indsamler større og større mængder af data hele tiden, så meget at det har fået sit eget buzzword **Big Data**.



Hvad er Machine Learning

Problemstilling

Vi indsamler større og større mængder af data hele tiden, så meget at det har fået sit eget buzzword **Big Data**.

Vi mennesker kan ikke overskue så store mængder af data



Hvad er Machine Learning

Problemstilling

Vi indsamler større og større mængder af data hele tiden, så meget at det har fået sit eget buzzword **Big Data**.

Vi mennesker kan ikke overskue så store mængder af data

ML til undsætning!

Vi ønsker istedet at lave systemer sådan at computere kan finde de underliggende mønstre og bruge den viden/erfaring der ligger i data'en.



Hvad er Machine Learning

Problemstilling

Vi indsamler større og større mængder af data hele tiden, så meget at det har fået sit eget buzzword **Big Data**.

Vi mennesker kan ikke overskue så store mængder af data

ML til undsætning!

Vi ønsker istedet at lave systemer sådan at computere kan finde de underliggende mønstre og bruge den viden/erfaring der ligger i data'en.

Hvornår er ML godt?

- 1 Der eksisterer et mønster



Hvad er Machine Learning

Problemstilling

Vi indsamler større og større mængder af data hele tiden, så meget at det har fået sit eget buzzword **Big Data**.

Vi mennesker kan ikke overskue så store mængder af data

ML til undsætning!

Vi ønsker istedet at lave systemer sådan at computere kan finde de underliggende mønstre og bruge den viden/erfaring der ligger i data'en.

Hvornår er ML godt?

- 1 Der eksisterer et mønster
- 2 Vi kan ikke finde en matematisk formel



Hvad er Machine Learning

Problemstilling

Vi indsamler større og større mængder af data hele tiden, så meget at det har fået sit eget buzzword **Big Data**.

Vi mennesker kan ikke overskue så store mængder af data

ML til undsætning!

Vi ønsker istedet at lave systemer sådan at computere kan finde de underliggende mønstre og bruge den viden/erfaring der ligger i data'en.

Hvornår er ML godt?

- 1 Der eksisterer et mønster
- 2 Vi kan ikke finde en matematisk formel
- 3 Vi har data på problemet



Eksempel tid

Netflix udlovede en dusør på 6,5 millioner kroner til den der kunne forbedre deres anbefalings algoritme med 10%.



Eksempel tid

Netflix udlovede en dusør på 6,5 millioner kroner til den der kunne forbedre deres anbefalings algoritme med 10%.

Kan ML bruges?

- 1 Der eksisterer et mønster!



Eksempel tid

Netflix udlovede en dusør på 6,5 millioner kroner til den der kunne forbedre deres anbefalings algoritme med 10%.

Kan ML bruges?

- 1 Der eksisterer et mønster!
- 2 Vi kan ikke finde en formel for film



Eksempel tid

Netflix udlovede en dusør på 6,5 millioner kroner til den der kunne forbedre deres anbefalings algoritme med 10%.

Kan ML bruges?

- 1 Der eksisterer et mønster!
- 2 Vi kan ikke finde en formel for film
- 3 Der er massere af data til rådighed!



Eksempel tid

Netflix udlovede en dusør på 6,5 millioner kroner til den der kunne forbedre deres anbefalings algoritme med 10%.

Kan ML bruges?

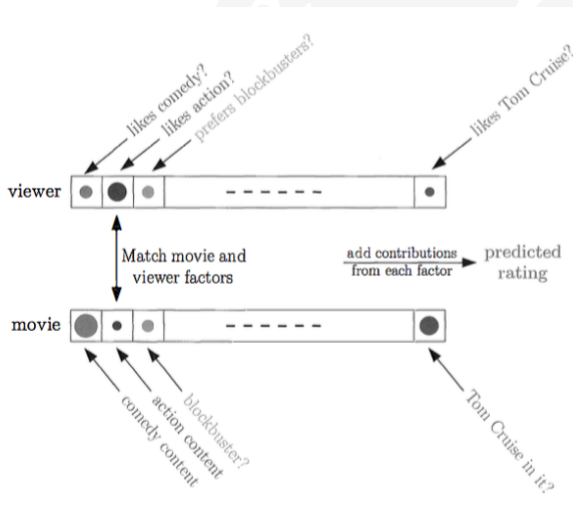
- 1 Der eksisterer et mønster!
- 2 Vi kan ikke finde en formel for film
- 3 Der er massere af data til rådighed!

ML vandt konkurrencen!



Hvordan vandt de?

Figure: Netflix vinderen



Dagens opgave

Vi er blevet hyret af et hospital da de har hørt at vi dataloger kan hjælpe deres patienter.



Dagens opgave

Vi er blevet hyret af et hospital da de har hørt at vi dataloger kan hjælpe deres patienter.

Problemstilling

Vi skal lave et system der, givet data om en patient, kan bestemme om deres svulst er godartet eller ondartet.



Dagens opgave

Vi er blevet hyret af et hospital da de har hørt at vi dataloger kan hjælpe deres patienter.

Problemstilling

Vi skal lave et system der, givet data om en patient, kan bestemme om deres svulst er godartet eller ondartet.

Hmm, det var da et ret generelt problem ...



Dagens opgave

Vi er blevet hyret af et hospital da de har hørt at vi dataloger kan hjælpe deres patienter.

Problemstilling

Vi skal lave et system der, givet data om en patient, kan bestemme om deres svulst er godartet eller ondartet.

Hmm, det var da et ret generelt problem ...

Problemstilling

Vi skal lave et system der, givet data om en **kunde**, kan bestemme om det er en god forretning at låne dem penge.



Dagens opgave

Vi er blevet hyret af et hospital da de har hørt at vi dataloger kan hjælpe deres patienter.

Problemstilling

Vi skal lave et system der, givet data om en patient, kan bestemme om deres svulst er godartet eller ondartet.

Hmm, det var da et ret generelt problem ...

Problemstilling

Vi skal lave et system der, givet data om en **kunde**, kan bestemme om det er en god forretning at låne dem penge.

Problemet hedder klassificering, gode løsninger kan have stor indflydelse inden for mange felter.



① Hvad er Machine Learning

② Problemet

③ Algoritmen

④ Algoritme-analyse



Håndtering af input og output

Input

Threshold	1
Clump Thickness	7
Uniformity of Cell Size	1
Uniformity of Cell Shape	4
Epithelial Cell Size	2
Bare Nuclei	3
Bland Chromatin	8
Normal Nucleoli	10
Mitoses	3



Håndtering af input og output

Input

Threshold	1
Clump Thickness	7
Uniformity of Cell Size	1
Uniformity of Cell Shape	4
Epithelial Cell Size	2
Bare Nuclei	3
Bland Chromatin	8
Normal Nucleoli	10
Mitoses	3



Data vektor

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 7 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \\ 3 \\ 8 \\ 10 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Output

1



Formalisering

Termer

Input En vektor (patient data)



Formalisering

Termer

Input En vektor (patient data)

Output 1 eller -1 (ondartet eller godartet)



Formalisering

Termer

Input En vektor (patient data)

Output 1 eller -1 (ondartet eller godartet)

Læringsmål $\mathcal{F} : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$



Formalisering

Termer

Input En vektor (patient data)

Output 1 eller -1 (ondartet eller godartet)

Læringsmål $\mathcal{F} : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$

Data $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ (Hvad vi lærer fra)



Formalisering

Termer

Input En vektor (patient data)

Output 1 eller -1 (ondartet eller godartet)

Læringsmål $\mathcal{F} : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$

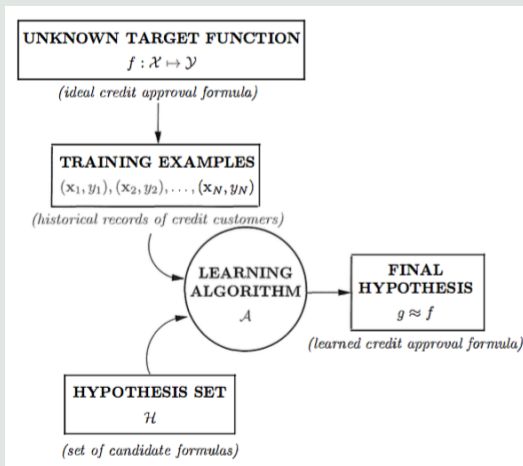
Data $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ (Hvad vi lærer fra)

Hypotese $g : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$ (Vores systems "Hjerne")



Visual Formalisering

Figure: Visuelt læringsdiagram



① Hvad er Machine Learning

② Problemet

③ Algoritmen

④ Algoritme-analyse



Valget af lærings-algoritmen

Perceptron

Den laver et *hyperplan* der adskiller data'en og finder en opdeling der giver en **lav fejl**.



Valget af lærings-algoritmen

Perceptron

Den laver et *hyperplan* der adskiller data'en og finder en opdeling der giver en **lav fejl**.

Tænk på den som en form for lineær regression på steroider

$$y = ax + b$$



Valget af lærings-algoritmen

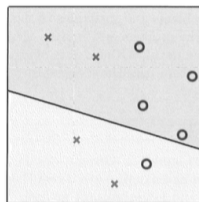
Perceptron

Den laver et *hyperplan* der adskiller data'en og finder en opdeling der giver en **lav fejl**.

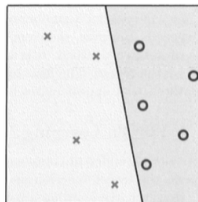
Tænk på den som en form for lineær regression på steroider

$$y = ax + b$$

Eksempel på algoritmen



(a) Misclassified data



(b) Perfectly classified data



Algoritmen i ord

Hvordan virker den?

Vi har en masse vektorer v_1, v_2, \dots, v_n og en liste af svar y_1, y_2, \dots, y_n .



Algoritmen i ord

Hvordan virker den?

Vi har en masse vektorer v_1, v_2, \dots, v_n og en liste af svar y_1, y_2, \dots, y_n .

Vi lader w være vores “vægt-vektor”.



Algoritmen i ord

Hvordan virker den?

Vi har en masse vektorer v_1, v_2, \dots, v_n og en liste af svar y_1, y_2, \dots, y_n .

Vi lader w være vores “vægt-vektor”.

$$\text{Godartet svulst: } \sum_{i=1}^d w_i x_i > b$$

$$\text{Ondartet svulst: } \sum_{i=1}^d w_i x_i < b$$



Algoritmen i ord

Hvordan virker den?

Vi har en masse vektorer v_1, v_2, \dots, v_n og en liste af svar y_1, y_2, \dots, y_n .

Vi lader w være vores “vægt-vektor”.

$$\text{Godartet svulst: } \sum_{i=1}^d w_i x_i > b$$

$$\text{Ondartet svulst: } \sum_{i=1}^d w_i x_i < b$$

Vores hypotese bliver så

$$h(x) = \text{fortegn} \left(\sum_{i=0}^d w_i x_i \right)$$



Algoritmen i ord

Hvordan virker den?

Vi har en masse vektorer v_1, v_2, \dots, v_n og en liste af svar y_1, y_2, \dots, y_n .

Vi lader w være vores “vægt-vektor”.

Godartet svulst: $\sum_{i=1}^d w_i x_i > b$

Ondartet svulst: $\sum_{i=1}^d w_i x_i < b$

Vores hypotese bliver så

$$h(x) = \text{fortegn} \left(\sum_{i=0}^d w_i x_i \right)$$

Men hvordan bestemmer vi w ?



Hvordan den lærer

Hvordan w bestemmes



Hvordan den lærer

Hvordan w bestemmes

$w =$ vælg tilfældige tal



Hvordan den lærer

Hvordan w bestemmes

$w =$ vælg tilfældige tal

Vi forbedrer w hver gang!



Hvordan den lærer

Hvordan w bestemmes

$w =$ vælg tilfældige tal

Vi forbedrer w hver gang!

Hvis x' er på den forkerte side af w så lærer den
“erfaringen” ved formlen



Hvordan den lærer

Hvordan w bestemmes

$w =$ vælg tilfældige tal

Vi forbedrer w hver gang!

Hvis x' er på den forkerte side af w så lærer den “erfaringen” ved formlen

$$w_{ny} = w + y'x'$$



Hvordan den lærer

Hvordan w bestemmes

$w =$ vælg tilfældige tal

Vi forbedrer w hver gang!

Hvis x' er på den forkerte side af w så lærer den “erfaringen” ved formlen

$$w_{ny} = w + y'x'$$

Forsæt med at lære indtil du ikke kan lære mere.



Perceptron algoritme

Pseudocode

Algorithm 1

Input: datasæt $X = [(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)]$

Output: Hypotesen w .

w = Tilfældige tal

$\text{misCat} = (1, 1)$

while $\text{misCat} \neq (0, 0)$ **do**

$\text{misCat} = (0, 0)$

for (x_i, y_i) in X **do**

if $\text{sign}(w^T x_i) \neq y_i$ **then**

$\text{misCat} = (x_i, y_i)$

$w = w + y_i x_i$

end if

end for

end while

return w

① Hvad er Machine Learning

② Problemet

③ Algoritmen

④ Algoritme-analyse



Analyse

Nogen der kan gætte køretiden?



Analyse

Nogen der kan gætte køretiden?

$$O(2^{(n+1)\log(n+1)}(n+1)^2)$$



Analyse

Nogen der kan gætte køretiden?

$$O(2^{(n+1)\log(n+1)}(n+1)^2)$$

Korrekthed og optimering

Kan vi egentlig lære noget?



Analyse

Nogen der kan gætte køretiden?

$$O(2^{(n+1)\log(n+1)}(n+1)^2)$$

Korrekthed og optimering

Kan vi egentlig lære noget? Er algoritmen optimal?



Analyse

Nogen der kan gætte køretiden?

$$O(2^{(n+1)\log(n+1)}(n+1)^2)$$

Korrekthed og optimering

Kan vi egentlig lære noget? Er algoritmen optimal?

Redder vi så nogle liv?



Analyse

Nogen der kan gætte køretiden?

$$O(2^{(n+1)\log(n+1)}(n+1)^2)$$

Korrekthed og optimering

Kan vi egentlig lære noget? Er algoritmen optimal?

Redder vi så nogle liv?

Lad os kode det og se hvor god den er!



Afslutning

Hvor god er den?

I opgaverne kigger i kun på **25 eksempler!** og tester på 75 patienter



Afslutning

Hvor god er den?

I opgaverne kigger i kun på **25 eksempler!** og tester på 75 patienter

I kan forvente at den har ret på cirka 60 – 70% af patienterne!.



Afslutning

Hvor god er den?

I opgaverne kigger i kun på **25 eksempler!** og tester på 75 patienter

I kan forvente at den har ret på cirka 60 – 70% af patienterne!.

Kører man den istedet med 500 eksempler og tester på 180.



Afslutning

Hvor god er den?

I opgaverne kigger i kun på **25 eksempler!** og tester på 75 patienter

I kan forvente at den har ret på cirka 60 – 70% af patienterne!.

Kører man den istedet med 500 eksempler og tester på 180. Rammer den rigtigt 181 gange og forkert 2 gange. Det betyder at den har en succes rate på **98,9%!**



Afslutning

Hvor god er den?

I opgaverne kigger i kun på **25 eksempler!** og tester på 75 patienter

I kan forvente at den har ret på cirka 60 – 70% af patienterne!.

Kører man den istedet med 500 eksempler og tester på 180. Rammer den rigtigt 181 gange og forkert 2 gange. Det betyder at den har en succes rate på **98,9%!**

Spørgsmål?



Evaluering

Facebook grupper

<https://www.facebook.com/DIKUDatalogi/>



Evaluering

Facebook grupper

<https://www.facebook.com/DIKUDatalogi/>

Evaluerings skema

<http://rotendahl.dk/eval>



Evaluering

Facebook grupper

<https://www.facebook.com/DIKUDatalogi/>

Evaluerings skema

<http://rotendahl.dk/eval>

Tak for denne gang! (Vi ses på DIKU)

