



Det Biovidenskabelige Fakultet

# Fagpakke om Machine Learning

Algoritmer og problemløsning

Arinbjörn Brandsson

Benjamin Rotendahl

Andrea Charlie Stender Cordes

Christopher Mulvad Groot



- ❶ Dagens program
- ❷ Introduktion til algoritmer
- ❸ Algoritme vs Algoritme
- ❹ Algoritme design
- ❺ Øvelser
- ❻ Opsamling og Spørgsmål



# Program for idag

## Første time

- Introduktion til algoritmer.
- Algoritme design og metoder.
- Hvordan man kan sammenligne forskellige løsninger.
- Øvelser i algoritmer.



# Program for idag

## Første time

- Introduktion til algoritmer.
- Algoritme design og metoder.
- Hvordan man kan sammenligne forskellige løsninger.
- Øvelser i algoritmer.

## Anden time

- Introduktion til Programmering.
- Programmerings øvelser.



# Program for idag

## Første time

- Introduktion til algoritmer.
- Algoritme design og metoder.
- Hvordan man kan sammenligne forskellige løsninger.
- Øvelser i algoritmer.

## Anden time

- Introduktion til Programmering.
- Programmerings øvelser.

## I morgen

- Databehandling med Machine Learning.
- Øvelser i dataanalyse.



# Hvad er en Algoritme?

*An algorithm is a self-contained step-by-step set of operations to be performed that can be expressed within a finite amount of space and time and in a well-defined formal language.*



# Hvad er en Algoritme?

*An algorithm is a self-contained step-by-step set of operations to be performed that can be expressed within a finite amount of space and time and in a well-defined formal language.*

## På dansk

En algoritme er en **opskrift** på hvordan et bestemt problem kan løses.



# Havregryns algoritme

## Eksempel

### Algorithm 1

Indgangsbetingelser: En skål, mælk, havregryn

Udgangsbetingelser: Morgenmad

**while** Skålen ikke er fyldt **do**

    Hæld Gryn i Skålen

**end while**

**if** Jeg er tyk **then**

    mælk = Minimælk

**else**

    mælk = Letmælk

**end if**

**while** Skålen ikke er fyldt **do**

    Hæld mælk i Skålen

**end while**



# Krav til en algoritme?

## Krav til en algoritme

**Veldefineret** Ingen tvetydigheder og vendinger som: “ så tager du det bedste resultat ... ”



# Krav til en algoritme?

## Krav til en algoritme

**Veldefineret** Ingen tvetydigheder og vendinger som: “ så tager du det bedste resultat ... ”

**Terminerer** Den må ikke køre for evigt, du skal garantere at den rent faktisk finder sit svar.



# Krav til en algoritme?

## Krav til en algoritme

**Veldefineret** Ingen tvetydigheder og vendinger som: “ så tager du det bedste resultat ... ”

**Terminerer** Den må ikke køre for evigt, du skal garantere at den rent faktisk finder sit svar.

**input og output** Jeg skal vide at hvis jeg giver den  $A$  så returnerer den  $B$ .



# Krav til en algoritme?

## Krav til en algoritme

**Veldefineret** Ingen tvetydigheder og vendinger som: “ så tager du det bedste resultat ... ”

**Terminerer** Den må ikke køre for evigt, du skal garantere at den rent faktisk finder sit svar.

**input og output** Jeg skal vide at hvis jeg giver den  $A$  så returnerer den  $B$ .

**Kan bevises** Det er muligt både at bevise korrekthed og køretid for algoritmen.



# Eksempler på algoritmer

Algoritmer bruges inden for alle former for problemløsnings.



# Eksempler på algoritmer

Algoritmer bruges inden for alle former for problemløsning.

## Bioinformatik

*Longest common subsequence:* Sammenligning af DNA strenge for at se hvor beslægtet to strenge er.



# Eksempler på algoritmer

Algoritmer bruges inden for alle former for problemløsnings.

## Bioinformatik

*Longest common subsequence:* Sammenligning af DNA strenge for at se hvor beslægtet to strenge er.

## Primtals faktorisering

Bruges i *kryptering*: Basis for at vi kan have sikker kommunikation.



# Eksempler på algoritmer

Algoritmer bruges inden for alle former for problemløsning.

## Bioinformatik

*Longest common subsequence:* Sammenligning af DNA strenge for at se hvor beslægtet to strenge er.

## Primtals faktorisering

Bruges i *kryptering*: Basis for at vi kan have sikker kommunikation.

## Machine Learning

En samling af algoritmer der selv kan lære og finde egenskaber i store data sæt. Gør det muligt at løse problemer der før var uden for menneskers kunnen.





# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .



# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer

### Hold B



# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen  
*Merge Sort*

### Hold B



# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen *Merge Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på under 20 minutter

### Hold B



# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen *Merge Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på under 20 minutter
- De kan sortere 100 millioner tal på 4 timer.

### Hold B

# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen *Merge Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på under 20 minutter
- De kan sortere 100 millioner tal på 4 timer.

### Hold B

- Har en computer der er 1000 gange hurtigere end hold A



# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen *Merge Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på under 20 minutter
- De kan sortere 100 millioner tal på 4 timer.

### Hold B

- Har en computer der er 1000 gange hurtigere end hold A
- Bruger algoritmen *Insertion Sort*



# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen *Merge Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på under 20 minutter
- De kan sortere 100 millioner tal på 4 timer.

### Hold B

- Har en computer der er 1000 gange hurtigere end hold A
- Bruger algoritmen *Insertion Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på 5 timer.





# Valget af algoritme

## Soterings algoritmer

Givet en liste af  $n$  tal ønsker vi at returnere en sorteret liste af længde  $n$ .

### Hold A

- Har en computer
- Bruger algoritmen *Merge Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på under 20 minutter
- De kan sortere 100 millioner tal på 4 timer.

### Hold B

- Har en computer der er 1000 gange hurtigere end hold A
- Bruger algoritmen *Insertion Sort*
- De kan sortere 10 millioner tal på 5 timer.
- De kan sortere 100 millioner tal på **23 dage!**



# Sammenligning af Algoritmer

*Vi bruger begrebet Køretid for at beskrive  
hvordan tiden en algoritme bruger stiger med  
input.*



# Sammenligning af Algoritmer

*Vi bruger begrebet Køretid for at beskrive hvordan tiden en algoritme bruger stiger med input.*

## Definition på køretid

En øvregrænse for den tid der bliver brugt på at løse et problem af størrelse  $n$ . Skrives som

$$O(n), O(n^2), O(n \lg n), O(n!), O\left(\frac{a}{b}\right)$$



# Sammenligning af Algoritmer

*Vi bruger begrebet Køretid for at beskrive hvordan tiden en algoritme bruger stiger med input.*

## Definition på køretid

En øvregrænse for den tid der bliver brugt på at løse et problem af størrelse  $n$ . Skrives som

$$O(n), O(n^2), O(n \lg n), O(n!), O\left(\frac{a}{b}\right)$$

## Algoritme for minimums funktionen

Givet en liste  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  ønsker vi at returnere det mindste tal i listen. Hvad er algoritmen og hvad er køretiden?



# Minimums algoritme

## Eksempel

### Algorithm 2

Input: En liste  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

Ouput: Det mindste tal i listen.

---

$\text{min} = x_1$

**for**  $x_i$  in  $X$  **do**

**if**  $x_i < \text{min}$  **then**

$\text{min} = x_i$

**end if**

**end for**

---



# Minimums algoritme

## Eksempel

### Algorithm 3

Input: En liste  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

Output: Det mindste tal i listen.

---

$\text{min} = x_1$

**for**  $x_i$  in  $X$  **do**

**if**  $x_i < \text{min}$  **then**

$\text{min} = x_i$

**end if**

**end for**

---

## Analyse af algoritmen

Køretid?



# Minimums algoritme

## Eksempel

### Algorithm 4

Input: En liste  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

Output: Det mindste tal i listen.

---

$\text{min} = x_1$

**for**  $x_i$  in  $X$  **do**

**if**  $x_i < \text{min}$  **then**

$\text{min} = x_i$

**end if**

**end for**

---

## Analyse af algoritmen

Køretid?  $O(n)$



# Minimums algoritme

## Eksempel

### Algorithm 5

Input: En liste  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

Output: Det mindste tal i listen.

---

$\text{min} = x_1$

**for**  $x_i$  in  $X$  **do**

**if**  $x_i < \text{min}$  **then**

$\text{min} = x_i$

**end if**

**end for**

---

## Analyse af algoritmen

Køretid?  $O(n)$

Er den optimal?





# Minimums algoritme

## Eksempel

### Algorithm 6

Input: En liste  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$

Output: Det mindste tal i listen.

---

$\text{min} = x_1$

**for**  $x_i$  in  $X$  **do**

**if**  $x_i < \text{min}$  **then**

$\text{min} = x_i$

**end if**

**end for**

---

## Analyse af algoritmen

Køretid?  $O(n)$

Er den optimal? **Jeps!**



# Eksempler på køretid

## Bogo Sort

- Køretid på  $O(n!)$

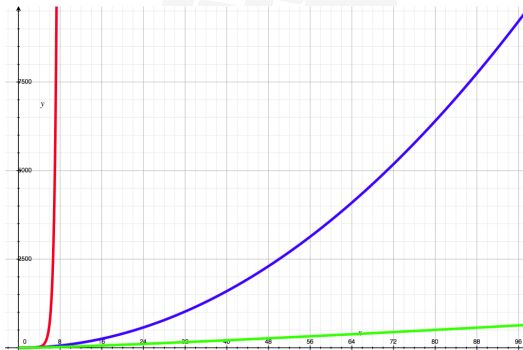
## Insertion Sort

- Køretid?  $O(n^2)$

## Merge sort

- Køretid på  $O(n \lg n)$

Figure: Graf over køretider



# Hvordan finder man på en algoritme

## Algoritme for algoritmer

- 1 Beskriv problemet med egne ord.



# Hvordan finder man på en algoritme

## Algoritme for algoritmer

- 1 Beskriv problemet med egne ord.
- 2 Del problemet op i mindre dele.



# Hvordan finder man på en algoritme

## Algoritme for algoritmer

- 1 Beskriv problemet med egne ord.
- 2 Del problemet op i mindre dele.
- 3 Definer output



# Hvordan finder man på en algoritme

## Algoritme for algoritmer

- 1 Beskriv problemet med egne ord.
- 2 Del problemet op i mindre dele.
- 3 Definer output
- 4 Definer input



# Hvordan finder man på en algoritme

## Algoritme for algoritmer

- 1 Beskriv problemet med egne ord.
- 2 Del problemet op i mindre dele.
- 3 Definer output
- 4 Definer input
- 5 Beskriv trin for at gå fra input til output



# Øvelser

## Algoritme for øvelserne

- 1 Der præsenteres et problem med eksempler.





# Øvelser

## Algoritme for øvelserne

- 1 Der præsenteres et problem med eksempler.
- 2 I finder på en algoritme for problemet (Arbejd gerne sammen)



# Øvelser

## Algoritme for øvelserne

- 1 Der præsenteres et problem med eksempler.
- 2 I finder på en algoritme for problemet (Arbejd gerne sammen)
- 3 Vi løser den sammen på tavlen.



# Øvelser

## Algoritme for øvelserne

- 1 Der præsenteres et problem med eksempler.
- 2 I finder på en algoritme for problemet (Arbejd gerne sammen)
- 3 Vi løser den sammen på tavlen.
- 4 Plus gåder!



# Søgning

## Mål

Givet en sorteret liste og et element, bestem om element er i listen, ved at kigge på så få elementer som muligt.



# Søgning

## Mål

Givet en sorteret liste og et element, bestem om element er i listen, ved at kigge på så få elementer som muligt.

## Eksempel

Lad en liste være givet ved  $[2, 4, 5, 7, 8, 11, 25]$ , hvor vi ønsker at finde ud af om elementet 11 er i listen. Svaret skulle gerne være ja. (det første element har indeks 0).



# Sortering

## Mål

Sorter en givet usorteret liste.



# Sortering

## Mål

Sorter en givet usorteret liste.

## Eksempel

Lad en liste være givet ved  $[7, 4, 5, 12, 1]$ , denne vil vi gerne sortere! Den sorterede liste skulle gerne være  $[1, 4, 5, 7, 12]$ .



# Implementering af sorteringsmetode

## Mål

Skriv en algoritme for Merge Sort.





# Implementering af sorteringsmetode

## Mål

Skriv en algoritme for Merge Sort.

## Eksempel

Tavledemonstration!



# Primtal

## Mål

Skriv en algoritme der finder det  $n$ 'te primtal — prøv at gøre den så hurtig som mulig.



# Primtal

## Mål

Skriv en algoritme der finder det  $n$ 'te primtal — prøv at gøre den så hurtig som mulig.

## Eksempel

Find det femte primtal. Algoritmen skal gerne returnere 11.



# DNS system

## Hvad er DNS

Forklaring på tavlen

## Mål

Tænk over hvordan vi kan lave et DNS system



# DNS system

## Hvad er DNS

Forklaring på tavlen

## Mål

Tænk over hvordan vi kan lave et DNS system

## Eksempel

Snak lidt om hvordan det kunne gøre smart



# Nøgle gåde

Hvordan holder jeg min garagedør lukket?

I har en gargeport med en IR modtager der kan modtage et signal og en nøglering der kan sende et signal.



# Nøgle gåde

## Hvordan holder jeg min garagedør lukket?

I har en gargeport med en IR modtager der kan modtage et signal og en nøglering der kan sende et signal.

## Mål

Hvordan kan vi gøre den sikker? Hvilke skal “Computeren” i nøgleringen kunne?



# Nøgle gåde

## Hvordan holder jeg min garagedør lukket?

I har en gargeport med en IR modtager der kan modtage et signal og en nøglering der kan sende et signal.

## Mål

Hvordan kan vi gøre den sikker? Hvilke skal “Computeren” i nøgleringen kunne?

## Eksempel

Send en kode til IR modtageren?





# Spørgsmål

## Næste time

I lærer at implementere algoritmer så i kan få en computer til at køre dem.

*Nogle Spørgsmål?*

