

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Introduktion til DM507

Rolf Fagerberg

Forår 2015

Dagens program

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

- 1 Hvem er vi?
- 2 Format
- 3 Formål
- 4 Indhold
- 5 Algoritmeanalyse
 - Ingredienser
 - Konkret eksempel

Hvem er vi?

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Underviser:

- Rolf Fagerberg, IMADA
Forskningsområde: algoritmer og datastrukturer

Deltagere:

- BA i Datalogi
- BA i Software Engineering
- BA i Matematik-Økonomi
- BA i Anvendt Matematik
- BA sidefag i Datalogi

Stor diversitet: forskellige semestre (2./4./6.) i uddannelsen, forskellige mængder af programmering og af matematiske fag på uddannelsen.

Kursets format

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Forudsætninger:

Programmering i Java, lidt matematik

Format:

I (forelæsninger), TE (øvelser), S (arbejde selv og i studiegrupper)

Eksamenform:

Skriftlig eksamen:

4 timer med bøger, noter, og computer. Karakter efter 7-skala.

Projekt:

I flere dele. Karakter B/IB. Skal bestås for at gå til skriftlig eksamen.

Materialer

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Lærebog:

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein:
Introduction to Algorithms, 3rd edition, 2009.

Andet læremateriale på kursets webside:

Slides fra forelæsninger
Opgaver til øvelsestimer
Tidligere eksamenssæt
Projektet

Forventet arbejdsindsats

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

- Før forelæsning: 0,5 timer
- Forelæsning: 2 timer
- Efter forelæsning: 1,5 timer
- Før opgaveregning: 3 timer
- Opgaveregning: 2 timer

- Hver halvdel af projektet: 25 timer
- Eksamenslæsning: 40 timer
- Spørgetime og eksamen: 8 timer

I alt: $21 \cdot 9 + 2 \cdot 25 + 40 + 8 = 287$ timer

10 ECTS = $1/6$ årsværk = $1650/6$ timer = 275 timer

Kursets formål og plads i det store billede

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Generelt mål i IT: Få computer til at udføre en opgave.

Relaterede spørgsmål:

- **Hvordan skrives programmer?**
Programmering, programmeringssprog, software engineering.
- **Hvordan skal programmet løse opgaven?** ← DM507
Algoritmer og datastrukturer, lineær programmering, databasesystemer.
- **(Hvor godt) er det overhovedet muligt at løse opgaven?**
Nedre grænser, kompleksitet, beregnelighed.
- **Hvordan fungerer maskinen der udfører opgaven?**
Baggrundviden om computerarkitektur og operativsystemer.

Fokus: *Hvordan* skal programmet løse opgaven?

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Algoritme = løsningsmetode.

Tilpas præcist skrevet ned: præcis tekst, pseudo-kode, flow-diagrammer, formler, . . .

Datastruktur = data + effektive operationer herpå.

Forskellige datastrukturer gemmer forskellige typer data og/eller tilbyder forskellige operationer. Har stor anvendelse som delelement i algoritmer.

Relevante opgaver for ethvert beregningsproblem:

- 1 Find (mindst) **een** algoritme der løser problemet.
- 2 **Sammenlign flere** algoritmer der løser problemet.
- 3 Hvad er den **bedste** algoritme der kan findes?

Udvikling og vurdering af algoritmer

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

- 1 **Find** (mindst) **een** algoritme der løser problemet.
- 2 **Sammenlign flere** algoritmer der løser problemet.
- 3 Hvad er den **bedste** algoritme der kan findes?

Punkt 1: Kræver ideer, tænkearbejde, erfaring, og en værktøjskasse af kendte algoritmer. Korrekthed: ved analyse eller implementation/afprøvning?

Punkt 2: Kræver definition af hvad er kvalitet. Sammenligning: ved analyse eller implementation/afprøvning?

Analyse: Giver høj sikkerhed for korrekthed. Sparer implementationsarbejde. Sammenligning upåvirket af: maskine, sprog, programmør, konkrete input. (Men: relevans for virkelighed skal holdes for øje.)

I alle byggefag analyserer og planlægger man før man bygger (tænk storebæltsbro). Din fremtidige chef vil forlange det!

(Bemærk: **Punkt 3** kan *kun* afklares med analyse.)

Målsætning for kurset

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

DM507 giver dig en **værktøjskasse af algoritmer** for fundamentale problemer, samt **metoder til at udvikle og analysere nye algoritmer** og varianter af eksisterende.



Målsætning for kurset

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Regneøvelser og programmeringsprojekter øger din forståelse for værktøjerne og træner dig i brug af værktøjskassen.



Undervejs begejstres du måske også over smarte og elegante ideer i algoritmer og analyser.



Konkret indhold af kurset

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Algoritmer:

- Analyse af algoritmer: korrekthed og køretid
- Del og hersk algoritmer
- Grådige algoritmer
- Dynamisk programmering
- Sortering
- Graf-algoritmer
- Huffman-kodning

Datastrukturer:

- Ordbøger (søgetræer og hashing)
- Prioritetskøer (heaps)
- Disjunkte mængder

Algoritmeanalyse

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Mindstekrav til algoritmer:

- Stopper for alle input.
- Korrekt output når stopper.

Kvalitet af algoritmer som opfylder mindstekrav:

- Hastighed
- Pladsforbrug
- Komplexitet af implementation
- Ekstra egenskaber (problemspecifikke), f.eks. stabilitet af sortering.

For dette kræves følgende ingredienser: **klar beskrivelse af problem og maskine (modeller)**, en **definition af kvalitet**, samt en værktøjskasse af **analyseredskaber**.

Ingredienser i algoritmeanalyse

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

- Model af problem. Individuelt for hvert problem.
- Model af maskine. Ofte RAM-modellen (alias von Neumann modellen).
- Mål for ressourceforbrug (tid og plads).
- Analyseværktøjer: Løkkeinvarianter, induktion, rekursionsligninger.

RAM-modellen

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

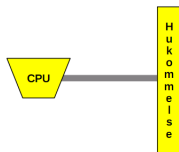
Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

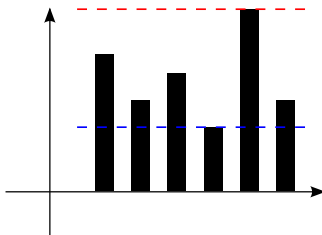


- En CPU
- En hukommelse (\sim uendeligt array af celler).
- Et antal basale operationer: add, sub, mult, shift, compare, flyt dataelement. Disse antages alle at tage samme tid.
- Tid for en algoritme: antal basale operationer udført.
- Plads for en algoritme: maks antal optagne hukommelsesceller.

Måle ressourceforbrug

For en givet størrelse n af input er der ofte mange forskellige input instanser. Algoritmen har som regel forskelligt ressourceforbrug på hver af disse. Hvilket skal vi bruge til at vurdere ressourceforbruget?

- **Worst case** (max over alle input af størrelse n)
- **Average case** (gennemsnit over en fordeling af input af størrelse n)
- **Best case** (min over alle input af størrelse n)



Køretid for de forskellige input af størrelse n

Worst case ressourceforbrug

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

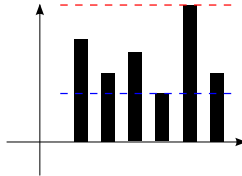
Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser
Konkret
eksempel



Worst case giver garanti. Ofte repræsentativ for average case (men nogen gange betydeligt mere pessimistisk).

Average case: Hvilken fordeling? Er den realistisk? Ofte svær analyse at gennemføre (matematisk svær).

Best case: Giver som regel ikke megen relevant information.

Næsten alle analyser i dette kursus er worst case.

Forskellige inputstørrelser

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

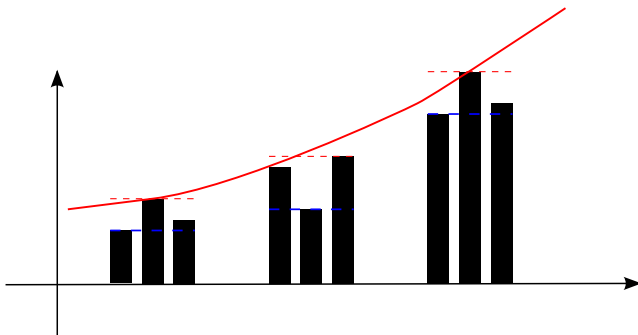
Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Worstcase køretid er normalt en voksende funktion af inputstørrelsen n :



Køretid for de forskellige input af stigende størrelse n

Voksehastighed

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

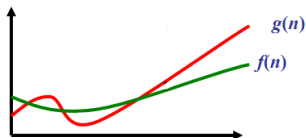
Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Forbruget skal derfor ses som en **funktion** $f(n)$ af inputstørrelsen n .

Vi har derfor brug for at **sammenligne funktioner**. Det relevante mål er **voksehastighed** - en hurtigere voksende funktion vil altid overhale en langsomt voksende funktion når n bliver stor nok. Og for små n er (næsten) alle algoritmer hurtige.



Voksehastighed

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Eksempler (stigende voksehastighed):

$$1, \quad \log n, \quad \sqrt{n}, \quad n/\log n, \quad n, \quad n \log n, \\ n\sqrt{n}, \quad n^2, \quad n^3, \quad n^{10}, \quad 2^n$$

Næste gang: mere præcis definition af [asymptotisk voksehastighed](#) og sammenligninger heraf.

Konkret eksempel på algoritmeanalyse

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

Jul i Valhalla...

Hvad har du lært i dag?

Introduktion til
DM507

Rolf Fagerberg

Hvem er vi?

Format

Formål

Indhold

Algoritmeanalyse

Ingredienser

Konkret
eksempel

- 1 Hvem er vi?
- 2 Format
- 3 Formål
- 4 Indhold
- 5 Algoritmeanalyse
 - Ingredienser
 - Konkret eksempel