

Syntaks og semantik

Lektion 1

6 februar 2007

I dag

- ➊ Introduktion
- ➋ Ord og sprog
- ➌ Regulære udtryk

Introduktion til kurset

- 1 Indhold
- 2 Form
- 3 Materiale
- 4 Eksamen
- 5 Folk

3 / 32

Kursets emne

Grundlæggende aspekter ved programmeringssprog:

- Hvordan kan vi beskrive hvordan et sprog **ser ud**? (dets **form**)

- Hvordan kan vi beskrive hvordan et sprog skal **forstås**? (dets **adfærd**)

4 / 32

Kursets emne

Grundlæggende aspekter ved programmeringssprog:

- Hvordan kan vi beskrive hvordan et sprog **ser ud**? (dets **form**)

Syntaks:

- regulære sprog, endelige automater, regulære udtryk
- kontekst-frie sprog, push-down-automater, kontekst-frie grammatikker
- Hvordan kan vi beskrive hvordan et sprog skal **forstås**? (dets **adfærd**)

Semantik:

- operationel semantik

5/32

Kursets indhold

Syntaks – regulære sprog:

- 1 Introduktion; sprog; regulære udtryk
- 2 Endelige automater
- 3 Regulære udtryk
- 4 Sprog der *ikke* er regulære

Syntaks – kontekstfrie sprog:

- 5 Kontekstfrie grammatikker
- 6 Pushdown-automater
- 7 Sprog der *ikke* er kontekstfrie

6/32

Kursets indhold

Semantik:

- 8 Introduktion til operationel semantik
- 9 Operationelle semantikker for **Bims**
- 10 Udvidelser af **Bims**
- 11 Blokke og procedurer
- 12 Parametermekanismer
- 13 Objektorientede sprog

Teoretisk grundlag:

- 14 Rekursive definitioner

7/32

Hvad kan jeg bruge det til?

- Vil jeg lære et nyt programmeringssprog?
Nej.
- Skal vi se nogen smarte algoritmer?
Nej.
- Vil jeg blive bedre til at programmere?
Forhåbentlig.
- Vil jeg opnå større forståelse for hvordan programmeringssprog er opbygget?
Ja.
- Vil jeg opnå større forståelse for hvilke problemer computere kan løse?
Til dels.
- Vil jeg blive bedre til at forstå teorien bag programmering?
Ja.

8/32

Kursets form

- 8:15 – 10:00: Forelæsning
- 10:10 – 12:00: Opgaveregning

9/32

Kursets form

- 8:15 – 10:00: Forelæsning
 - i **B3-104** og i **NOVI**s auditorium
 - de sidste 5 minutter bruges på **quiz**
 - Læs stoffet *hurtigt* inden forelæsningen, så I ved hvad det handler om, og læs det *grundigt* igen bagefter, så I er sikre på at have forstået det.
 - Kursets emner bygger ovenpå hinanden, så hvis der er noget man misser, er det svært at finde tilbage igen!
- 10:10 – 12:00: Opgaveregning
 - i grupperum
 - to større **afleveringsopgaver**
 - Forvent ikke at kunne forstå stoffet uden at regne opgaver.
 - Studerende der ikke regner opgaver, kan ikke opholde sig i grupperummet under opgaveregningen.

10/32

Quiz

- sidste 5 minutter af hver forelæsning
- små opgaver, multiple choice
- afleveres anonymt
- **I** kan se hvad dagens vigtige pointer var, og om I har forstået dem
- **Jeg** kan se om jeg formår at formidle de vigtige pointer

11 / 32

Afleveringsopgaver

- to gennemgående opgaver som I skal bruge en del af opgaveregningen på, *hver gang*
- afleveres til mig, kommenteres bagefter først af jeres kolleger og til sidst af mig
- vil være del af **eksamenspensum**
- kan for PE-studerende erstattes af tilsvarende opgaver der har *relation til projektet*
- Syntaksopgave

- Semantikopgave

12 / 32

Afleveringsopgaver

- to gennemgående opgaver som I skal bruge en del af opgaveregningen på, *hver gang*
- afleveres til mig, kommenteres bagefter først af jeres kolleger og til sidst af mig
- vil være del af **eksamenspensum**
- kan for PE-studerende erstattes af tilsvarende opgaver der har *relation til projektet*
- Syntaksopgave
 - tilgængelig nu
 - afleveres senest 12 marts
 - evt. erstatningsopgave skal indleveres senest 16 februar
- Semantikopgave
 - vil blive offentliggjort senest 6 marts

13/32

Bøger

- Michael **Sipser**: *Introduction to the Theory of Computation*, Second Edition, PWS Publishing Co. 2005.
Brug ikke ældre udgaver, der er lavet for meget om!
- Hans **Hüttel**: *Pilen ved træets rod*, Aalborg Universitet 2007.
- begge klar i boghandelen nu
- Sipser skal vi bruge *nu*
- Hüttel først i marts

14/32

Hjemmeside

<http://sands07.twoday.net>

- slides
- opgaver
- andet materiale
- interessante links
- RSS-feed
- kommentarfunktion!

15/32

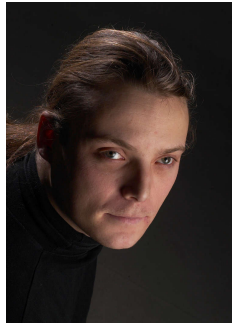
Eksamen

- mundtlig, 20min
- et antal spørgsmål kendt på forhånd – træk ét af dem
- 20min forberedelsestid
- ekstern censor, karakter
- pensum og spørgsmål fastlægges ved tredjesidste kursusgang
- afleveringsopgaver indgår som hver deres spørgsmål

16/32



Uli Fahrenberg
underviser
uli@cs.aau.dk



Jens Alsted
hjælpelærer
alsted@cs.aau.dk



Hans Hüttel
lærebogsforfatter
hans@cs.aau.dk

17/32

Bogstaver, ord

Sprog

At sammensætte ord

Operationer på sprog

Ord og sprog

- 6 Bogstaver, ord
- 7 Sprog
- 8 At sammensætte ord
- 9 Operationer på sprog

18/32

- Σ – en endelig mængde af **bogstaver** eller **symboler**
– et **alfabet**
- et **ord**: en endelig følge af bogstaver
– normalt skrevet uden parenteser eller kommaer
- eksempel: $\Sigma = \{0, 1\}$
ord over Σ : f.x. 0, 1, 00, 01, 1001010110101
- eksempel: $\Sigma = \{a, b, c, d, r\}$
ord over Σ : f.x. *a, b, c, d, r, abba, abracadabra*
- eksempel: $\Sigma = \{\text{gik, jeg, land, mig, og, over, sø, to, vi}\}$
ord over Σ : f.x. “jeg og mig og vi to”
eller “jeg gik mig over sø og land”
- eksempel: $\Sigma = \{\text{else, if, then, } Exp, Stm\}$
ord over Σ : f.x. “if *Exp* then *Stm* else *Stm*”

19/32

- et **sprog**: en mængde af ord (endelig eller uendelig)
- mængden af *alle* ord over et alfabet Σ skrives Σ^*
(den er altid uendelig (medmindre Σ er tom ...))
- eksempel: $\Sigma = \{0, 1\}$
 $\Sigma^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, 010, \dots\}$
- ϵ – det *tomme* ord; ordet af længde 0
- **længden** af et ord: $|w|$ = antallet af bogstaver i ordet
- \emptyset – det *tomme sprog*; mængden uden indhold
- **Bemærk**: ϵ er et *ord*, \emptyset er et *sprog*. Og $\{\epsilon\} \neq \emptyset$

20/32

- at **sammensætte** ord: $abe \circ kat = abekat$
(svarer til at gange tal sammen, men *ikke kommutativt!*)
(\circ -tegnet udelades de fleste gange)
- ε er **identiteten**: $w \circ \varepsilon = w$ og $\varepsilon \circ w = w$ for alle ord w .
(ligesom tallet 1 er identiteten for multiplikation)
- gentagen sammensættelse skrives som **potenser**: $a^2 = aa$,
 $a^3 = aaa$, $a^9 = aaaaaaaaaa$ etc.

21 / 32

Hvis L_1 og L_2 er sprog over et alfabet Σ , kan vi danne

- foreningsmængden $L_1 \cup L_2 = \{w \mid w \in L_1 \text{ eller } w \in L_2\}$
– sproget med alle de ord der er i L_1 **eller** L_2
- fællesmængden $L_1 \cap L_2 = \{w \mid w \in L_1 \text{ og } w \in L_2\}$
– sproget med alle de ord der er i L_1 **og** L_2
- sammensætningen
 $L_1 \circ L_2 = \{w_1 \circ w_2 \mid w_1 \in L_1 \text{ og } w_2 \in L_2\}$
– sproget med alle de ord der er **sammensætninger** af et ord fra L_1 efterfulgt af et ord fra L_2
- stjernen $L_1^* = \{w_1 \circ w_2 \circ \dots \circ w_k \mid \text{alle } w_i \in L_1\}$
– sproget med alle de ord der er **sammensætninger** af **vilkårligt mange** ord fra L_1
– indeholder ε : det tomme ord = sammensætningen af **0** ord fra L_1 ...

22 / 32

Regulære udtryk

- 10 At beskrive sprog
- 11 Regulære udtryk
- 12 I praksis

23/32

Vi kan beskrive sprog som mængder: (her lader vi $\Sigma = \{a, b\}$)

- $L_1 = \{a, b, ab\}$ (et *endeligt* sprog)
- $L_2 = \{a^n \mid n \in \mathbb{N}\}$ – alle ord der indeholder kun a , af vilkårlig længde
- $L_3 = \{a^n b a^m \mid n, m \in \mathbb{N}\}$ – alle ord der indeholder præcist ét b
- $L_4 = \{a^n b^n\}$ – alle ord der indeholder et antal a og så *samme* antal b

eller ved hjælp af **regulære udtryk**:

- $L_1 = a \cup b \cup ab$
- $L_2 = a^*$
- $L_3 = a^* \circ b \circ a^*$
- $L_4 = ???$

(vi skal senere se at L_4 *ikke* kan beskrives ved regulære udtryk!)

24/32

Definition 1.52: Et **regulært udtryk** over et alfabet Σ er et udtryk af formen

- 1 a for et $a \in \Sigma$,
- 2 ε ,
- 3 \emptyset ,
- 4 $(R_1 \cup R_2)$, hvor R_1 og R_2 er regulære udtryk,
- 5 $(R_1 \circ R_2)$, hvor R_1 og R_2 er regulære udtryk, eller
- 6 (R_1^*) , hvor R_1 er et regulært udtryk.

– en **induktiv** (eller **rekursiv**) definition: 1. til 3. giver de basale *byggesten*, og 4. til 6. giver *byggeregler* til hvordan man kan sætte ting sammen.

– parenteserne udelades ofte

25/32

Definition 1.52: Et **regulært udtryk** over et alfabet Σ er et udtryk af formen

- 1 a for et $a \in \Sigma$,
- 2 ε ,
- 3 \emptyset ,
- 4 $(R_1 \cup R_2)$, hvor R_1 og R_2 er regulære udtryk,
- 5 $(R_1 \circ R_2)$, hvor R_1 og R_2 er regulære udtryk, eller
- 6 (R_1^*) , hvor R_1 er et regulært udtryk.

Eksempler (med $\Sigma = \{a, b\}$):

$a, b, a \cup b, (a \cup b)^*, (a \cup b)^* \circ b, ((a \cup b)^* \circ b)^*$

26/32

Definition 1.52, fortsat: Sproget, som et regulært udtryk R beskriver, betegnes $\llbracket R \rrbracket$ og er defineret som følger:

- 1 $\llbracket a \rrbracket = \{a\}$
- 2 $\llbracket \varepsilon \rrbracket = \{\varepsilon\}$
- 3 $\llbracket \emptyset \rrbracket = \emptyset$
- 4 $\llbracket R_1 \cup R_2 \rrbracket = \llbracket R_1 \rrbracket \cup \llbracket R_2 \rrbracket$
- 5 $\llbracket R_1 \circ R_2 \rrbracket = \llbracket R_1 \rrbracket \circ \llbracket R_2 \rrbracket$
- 6 $\llbracket R_1^* \rrbracket = \llbracket R_1 \rrbracket^*$

27/32

Definition 1.52, fortsat: Sproget, som et regulært udtryk R beskriver, betegnes $\llbracket R \rrbracket$ og er defineret som følger:

- 1 $\llbracket a \rrbracket = \{a\}$
- 2 $\llbracket \varepsilon \rrbracket = \{\varepsilon\}$
- 3 $\llbracket \emptyset \rrbracket = \emptyset$
- 4 $\llbracket R_1 \cup R_2 \rrbracket = \llbracket R_1 \rrbracket \cup \llbracket R_2 \rrbracket$
- 5 $\llbracket R_1 \circ R_2 \rrbracket = \llbracket R_1 \rrbracket \circ \llbracket R_2 \rrbracket$
- 6 $\llbracket R_1^* \rrbracket = \llbracket R_1 \rrbracket^*$

– Sipser skriver $L(R)$ i stedet for $\llbracket R \rrbracket$. Jeg vil bruge begge notationer

Udvidelser:

- $\Sigma = a_1 \cup a_2 \cup \dots \cup a_n$ (hvis sproget er $\Sigma = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$)
- $R^+ = R \circ R^*$

28/32

Eksempler (1.53): (for $\Sigma = \{0, 1\}$)

- 1 $\llbracket 0^*10^* \rrbracket$ = sproget med alle ord der indeholder symbolet 1 *præcist* én gang
- 2 $\llbracket \Sigma^*0\Sigma^* \rrbracket$ = sproget med alle ord der indeholder symbolet 1 *mindst* én gang
- 4 $\llbracket (01^+)^* \rrbracket$ = sproget af alle ord hvori ethvert 0 efterfølges af mindst ét 1
- 5 $\llbracket (\Sigma\Sigma)^* \rrbracket = \{w \mid |w| \text{ er et lige tal} \}$
- 8 $\llbracket 0\Sigma^*0 \cup 1\Sigma^*1 \cup 0 \cup 1 \rrbracket = \{w \mid \text{start- og slutsymbolet i } w \text{ er ens} \}$
- 9 $(0 \cup \varepsilon)1^* = 01^* \cup 1^*$
- X $(0 \cup 1)^* = (0^*1^*)^*$

29/32

- regulære udtryk bruges i praksis bl.a. til analyse og editering af tekst
- i dag ser vi på `grep` og `sed`
- senere skal vi også bruge `flex`
- ellers bruges de i `ed`, `vi`, `emacs` og stort set alle skriptsprog (`perl`, `PHP`, `bash` etc.)
- Men **pas på!** Der er store forskelle i syntaksen mellem de forskellige programmers "regulære udtryk," og nogen gange dækker "regulære udtryk" også over ting der faktisk *ikke* er regulære i teknisk forstand. (Fy, `perl`!)

30/32

| Sipser | grep, sed etc. | kommentarer |
|--------------------------|------------------------------|--|
| a | a | |
| Σ | $.$ | |
| ε, \emptyset | | findes ikke |
| $R_1 \cup R_2$ | $R_1 \mid R_2$ | |
| $R_1 \circ R_2$ | $R_1 R_2$ | |
| R^* | R^* | |
| R^+ | R^+ | |
| $(,)$ | $\backslash (, \backslash)$ | |
| | $[abcd]$ | svarer til $a \cup b \cup c \cup d$ |
| | $[:alpha:]$ | matcher alle bogstaver |
| | $[:digit:]$ | matcher alle cifre |
| | $^$ | negation. Rigtige regexps indeholder <i>ikke</i> negation! |

se også man sed eller man 7 regex

31/32

Eksempler:

- `grep 'In' regexp-ex.txt`
- `grep 'In\(d\|t\)' regexp-ex.txt`
- `grep 'In\([dt]\)' regexp-ex.txt` #det samme
- `grep '[HJ][ae]ns' regexp-ex.txt`
- `grep 'a.*e.*e' regexp-ex.txt`
- `grep 'a[^]*e[^]*e' regexp-ex.txt`
- `sed 's:a:u:g' regexp-ex.txt`
- `sed 's: *: :g' regexp-ex.txt`
- `sed 's: :\n:g' regexp-ex.txt`

32/32