Dagens tema

- Kjøresystemer
  (Ghezzi&Jazayeri 2.6, 2.7)
  — Innledende om semantikk
  — Operasjonell semantikk / SIMPLESEM
  — Bokholderi og minneorganisering
  — Forskjellige språkklasser

Semantikk

Hva kan du *gjøre* med språket ditt?

Semantikk

Hva kan du *gjøre* med språket ditt?

- En måte å svare på: gi **semantikken** til språket!

. . . en beskrivelse av *hva som skjer* når programmer utføres.

Semantikk

Hva kan du *gjøre* med språket ditt?

- En måte å svare på: gi **semantikken** til språket!

. . . en beskrivelse av *hva som skjer* når programmer utføres.

Dette er langt fra trivielt!

Semantikk

Hva kan du *gjøre* med språket ditt?

- En måte å svare på: gi **semantikken** til språket!

. . . en beskrivelse av *hva som skjer* når programmer utføres.

Dette er langt fra trivielt!

For å beskrive syntaks har vi noen standard verktøyer. (BNF, syntaksdiagrammer, etc.)
Tilsvarende orden har vi ikke for semantikk.

Semantikk

To innfallsvinkler:

- denotasjonell semantikk
  - beskrive i forhold til en matematisk modell
  - ofte svært komplisert
- operasjonell semantikk
  - SIMPLESEM - en abstrakt maskin
  - gi en semantikk ved å oversette inn i SIMPLESEM

Semantikk

To innfallsvinkler:

- denotasjonell semantikk
  - beskrive i forhold til en matematisk modell
  - ofte svært komplisert
- operasjonell semantikk
  - SIMPLESEM - en abstrakt maskin
  - gi en semantikk ved å oversette inn i SIMPLESEM

Vårt fokus her vil være på **minneorganisering** og **bokholderi**.
Krav til minneorganisering sier noe om hvor *rikt* et språk er.

Bokholderi

Det viktigste bokholderiet et kjøresystem må ta seg av, er følgende:

- Variable
  - Hvordan settes det av plass?
  - Hvordan fjernes de igjen?
  - Hvordan finner man variablene?
- Rutiner
  - Hvordan kaller man en rutine?
  - Hvordan kommer man tilbake fra en rutine?
  - Hvordan overfører man parametre?
- Blokker
  - Hvordan går man inn og ut av blokker?

Forskjellige språkklasser

Statiske språk – C1, C2, C2′

- minnekravet kan regnes ut før programmet kjøres, derfor kan minnet tildeles/allokeres *før* programstart
- ikke rekursjon

(FORTRAN, COBOL)

Stakk-baserte språk – C3, C4

- minnebruk følger LIFO-/stakk-prinsipp og kan *ikke* regnes ut ved kompilering
- minnet tildeles *automatisk* ved kjøring når variable deklareres i et skop
- minnet frigjøres når en er ute av skopet

(ALGOL 60)

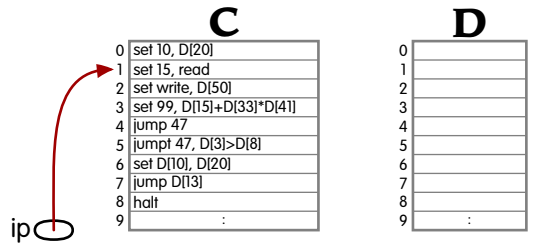
Dynamiske språk – C5

- minnebruk mer uforutsigbart, tildeles *dynamisk* ved behov
- minnet kan ikke organiseres i en stakk
- heap

(SIMULA)

SIMPLESEM

Maskinen SIMPLESEM er meget enkel:



C er et kodelager, adressert fra 0.

ip (instruksjonspeker) peker på neste instruksjon i C.

D er et datalager, adressert fra 0.

SIMPLESEM

Instruksjonsløkken

For hver instruksjon gjør SIMPLESEM følgende:

1. Hent neste instruksjon: C[ip].
2. Øk ip: ip = ip+1.
3. Utfør instruksjonen.

SIMPLESEM

Instruksjonene

set plasserer verdier i D:

```
1  set 10,D[20]
2  set 15,read
3  set write,D[50]
4  set 99,D[15]+D[33]*D[41]
5  set D[10],D[20]
```

jump hopper ved å sette ip.

```
1  jump 47
2  jump D[13]
```

jumpt hopper hvis en betingelse er sann («true»).

```
1  jumpt 47,D[3]>D[8]
```

halt avslutter programmet.

Statiske språk *uten* rutiner

Språket C1 er en særdeles forenklet form for C:

- Det finnes ingen rutiner eller blokker.
- Alle variable er følgelig globale.

Eksempel: CSH.

Variable

Alle variable ligger i D under hele kjøringen.

C1-eksempel - største felles multiplum

C

```
0  main()
1  {
2    int i, j;
3    scanf("%d%d", &i, &j);
4    while (i != j)
5      if (i > j)
6        i -= j;
7      else
8        j -= i;
9    printf("%d", i);
10 }
```

0	set 0, read
1	set 1, read
2	jumpt 8, D[0]=D[1]
3	jumpt 6, D[0]<=D[1]
4	set 0, D[0]-D[1]
5	jump 7
6	set 1, D[1]-D[0]
7	jump 2
8	set write, D[0]
9	halt

C1-eksempel - største felles multiplum

C

0	set 0, read
1	set 1, read
2	jumpt 8, D[0]=D[1]
3	jumpt 6, D[0]<=D[1]
4	set 0, D[0]-D[1]
5	jump 7
6	set 1, D[1]-D[0]
7	jump 2
8	set write, D[0]
9	halt

ip

D

0	4	(i)
1	4	(j)
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Statiske språk *med* rutiner

C2 er C1 utvidet med

- rutiner med lokale variable, men uten parametre.

(Rekursive kall er ikke tillatt.)

Tildelingen av minne kan gjøres *før* kjøring. (Statisk allokering.)

For hver variabel kan det tilordnes en adresse i D-lageret. Denne adressen kan beholdes under hele kjøringen.

C2 i SIMPLESEM

Aktiveringspost

Hver rutine må ha en *aktiveringspost* i D. Der ligger:

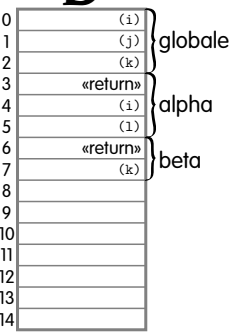
- returadressen og
- lokale variable.

Dessuten må det av og til settes av plass til en returverdi.

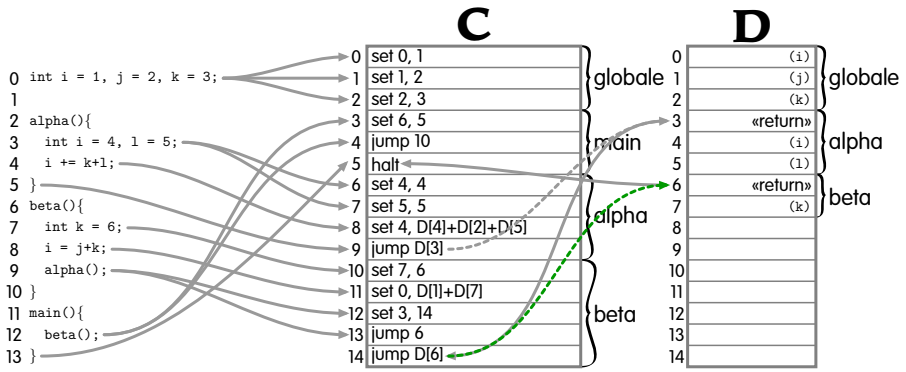
C2-eksempel - oversettelse

```
0  int i = 1, j = 2, k = 3;
1
2  alpha(){
3    int i = 4, l = 5;
4    i += k+l;
5  }
6  beta(){
7    int k = 6;
8    i = j+k;
9    alpha();
10 }
11 main(){
12   beta();
13 }
```

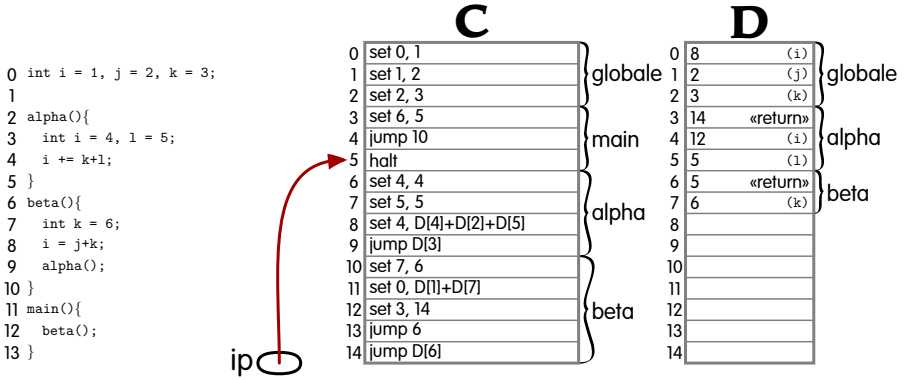
D



C2-eksempel - oversettelse



C2-eksempel - kjøring



Språk med separat kompilering

Språket C2′ er C2 med muligheter for separat kompilering:

Fil 1:

```
1 int i = 1, j = 2, k = 3;
2 extern beta();
3
4 main(){
5   beta();
6 }
```

Fil 2:

```
1 extern int k;
2
3 alpha(){
4   int i = 4, l = 5;
5   i += k+l;
6 }
```


Fil 3:

```
1 extern int i, j;
2 extern alpha();
3
4 beta(){
5   int k = 6;
6   i = j+k;
7   alpha();
8 }
```

Da vet ikke kompilatoren hvilke adresser i C og D som er ledige.

Den kjenner heller ikke adressene til eksterne funksjoner og variable.

Relokerbar kode

Løsningen er å la hver rutine bruke adresser fra 0 samt legge ved *relokeringsinformasjon*. Så kan linkeren endre koden.

Språk med rekursive rutiner

Språket C3 er C2 utvidet med

- muligheten til å kalle rutiner rekursivt.

Eksempler: C, PASCAL.

Problem

Hver rutines aktiveringspost kan forekomme 0 eller flere ganger.

Løsning

Legg aktiveringspostene på stakken. LIFO-disiplin!

Hver aktiveringspost må inneholde en peker til forrige aktiveringspost. Denne kalles *dynamisk link*.

Implementasjon

Ved implementasjon må vi også ha:

D[0] inneholder en peker current til nåværende aktiveringspost, og

D[1] har en peker free til første frie lokasjon på stakken.

Lokale variable kan nå aksesseres som

D[0]+*tillegg*

Et eksempel

En rekursiv fakultetsfunksjon kan skrives slik. Merk: vi har fortsatt ikke parametre.

```
1  int n;
2
3  int fact(){
4    int loc;
5    if (n > 1) {
6      loc = n--;
7      return loc * fact();
8    } else {
9      return 1;
10   }
11 }
12
13 main(){
14   scanf("%d", &n);
15   if (n >= 0)
16     printf("%d", fact());
17   else
18     printf("Datafeil!");
19 }
```