UNIVERSITETET I OSLO
DET MATEMATISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

Dagens tema

- Cs preprosessor
- Separat kompilering av C-funksjoner
- C og minnet

INF1070

Cs preprosessor

Før selve kompileringen går C-kompilatoren gjennom koden med en preprosessor (som er programmet cpp). Dette er en programmerbar tekstbehandler som gjør følgende:

- Henter inn filer

```
#include "incl.h"
#include <stdio.h>
```

  Hvis filen er angitt med spisse klammer (som for eksempel <stdio.h>), hentes filen fra området /usr/include. Ellers benyttes vanlig notasjon for filer.

- Leser makro-definisjoner og ekspanderer disse i teksten:

```
#define LINUX
#define N 100
#define MIN(x,y) ((x)<(y) ? (x) : (y))
```

  Av gammel tradisjon gis makroer navn med store bokstaver.

  (En **makro** er en navngitt programtekst. Når navnet brukes, blir det **ekspandert**, dvs erstattet av definisjonen. Dette er ren tekstbehandling uten noen forbindelse med programmeringsspråkets regler.)

  Benytter man makroer med parametre, bør disse settes i parenteser. Likeledes, hvis definisjonen er et uttrykk med flere symboler, bør det stå parenteser rundt hele uttrykket.

- Betinget kompilering. Her angis hvilke linjer som skal tas med i kompileringen og hvilke som skal utelates.

Betinget kompilering

Følgende direktiver finnes for betinget kompilering:

#if Hvis uttrykket etterpå er noe annet enn 0, tas etterfølgende linjer tas med. Uttrykket kan ikke inneholde variable eller funksjoner.

#ifdef Hvis symbolet er definert (med en #define), skal etterfølgende linjer tas med.

#ifndef Motsatt av #ifdef.

#else Skille mellom det som skal tas med og det som ikke skal tas med.

#endif Slutt med betinget kompilering.

Eksempel:

```
#define LINUX

#ifdef LINUX
  int x;
#else
  long x;
#endif
```

Det er også mulig å styre betinget kompilering gjennom gcc-kommandoen:

```
> gcc -c -DLINUX
```

gir samme effekt som om det sto

```
#define LINUX
```

i program-koden.

På denne måten er det mulig å ha flere versjoner av koden (for eksempel for flere maskintyper) og så kontrollere dette utelukkende gjennom kompileringen.

Fare med betinget kompilering
Man kan risikere å ha kode som aldri har vært kompilert, og som kan inneholde de merkeligste feil.

Separat kompilering

I utgangspunktet er det ingen problem med separat-kompilering i C; hver fil utgjør en enhet som kan kompileres for seg selv, uavhengig av alle andre filer i programmet.

```
> gcc -c del.c
```

vil kompilere filen del.c og lage del.o som inneholder den kompilerte koden.

Eksempel

Anta at vi har to filer:

Filen sum.c:

```
int sum (int n)
{ /* Beregner 1+2+...+n */
  return n*(n+1)/2;
}
```

Filen vissum.c

```
#include <stdio.h>

extern int sum (int n);

int main (void)
{
  int i;
  for (i = 1;  i <= 10;  ++i)
    printf("%2d:%4d\n", i, sum(i));
}
```

Kompilering

Disse kan kompileres hver for seg:

```
> gcc -c sum.c
> gcc -c vissum.c
```

Linking

De kompilerte filene kan siden **linkes** sammen:

```
> gcc vissum.o sum.o -o vissum
```

Kjøring

Da får vi et ferdig program som kan kjøres:

```
> ./vissum
 1:   1
 2:   3
 3:   6
 4:  10
 5:  15
 6:  21
 7:  28
 8:  36
 9:  45
10:  55
```

Imidlertid er det en fare for at funksjonssignaturer, strukturer, makroer, typer og andre elementer ikke blir skrevet likt i hver fil. Dette løses ved hjelp av definisjonsfiler («header files»), hvis navn gjerne slutter med '.h'.

Filen incl.h:

```
#define N 100
```

Filen prog.c:

```
#include "incl.h"

int main(void)
{
  char *s[N];
     ⋮
}
```

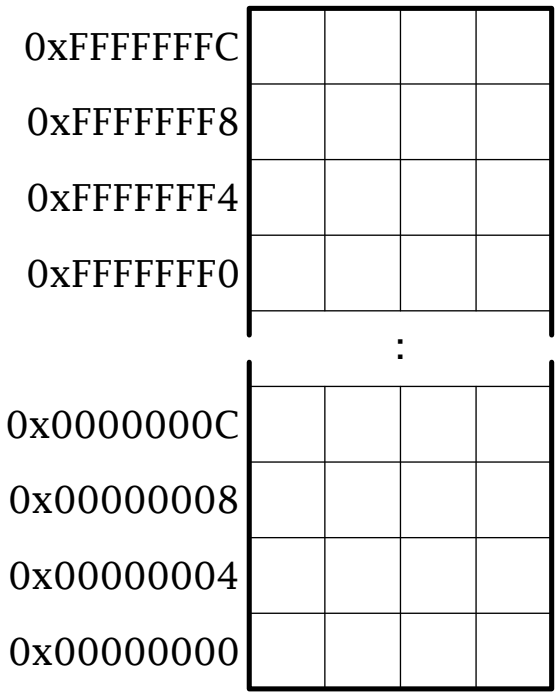
Definisjonsfiler inneholder gjerne følgende:

- Makrodefinisjoner (#define)
- Typedefinisjoner (typedef, union, struct)
- Eksterne spesifikasjoner (extern)
- Funksjonssignaturer som

  extern int f(int,char);

C og minnet

Minnet er en samling byte som har hver sin adresse:



Variable i C

Cs variable legges normalt pent etter hverandre (men ikke alltid i den rekkefølgen vi oppgir den). Kompilatoren prøver også å gi variable en adresse som er et multiplum av *ordlengden* og kan derfor hoppe over celler (såkalt «padding»).

```
#include <stdio.h>

int a, b;
char u, v;
float f;

int main (void)
{
  printf("Variabelen a har adressen 0x%08x\n", &a);
  printf("Variabelen b har adressen 0x%08x\n", &b);
  printf("Variabelen u har adressen 0x%08x\n", &u);
  printf("Variabelen v har adressen 0x%08x\n", &v);
  printf("Variabelen f har adressen 0x%08x\n", &f);
}
```

viser disse adressene:

```
Variabelen a har adressen 0x08049740
Variabelen b har adressen 0x08049734
Variabelen u har adressen 0x08049744
Variabelen v har adressen 0x0804973c
Variabelen f har adressen 0x08049738
```

Vektorer i C

Cellene i vektorer havner alltid pent etter hverandre.

```
#include <stdio.h>

short a[4];

int main (void)
{
  int i;

  for (i = 0;  i < 4;  ++i)
    printf("a[%d] har adressen 0x%08x\n", i, &a[i]);
}
```

viser dette:

```
a[0] har adressen 0x080495d0
a[1] har adressen 0x080495d2
a[2] har adressen 0x080495d4
a[3] har adressen 0x080495d6
```

struct-er i C

I struct-er kommer elementene pent etter hverandre (eventuelt med litt «padding»):

```
#include <stdio.h>

struct s {
  int i;
  char c;
  float f;
};
struct s s1, s2;

int main (void)
{
  printf("s1.i har adressen 0x%08x\n", &s1.i);
  printf("s1.c har adressen 0x%08x\n", &s1.c);
  printf("s1.f har adressen 0x%08x\n", &s1.f);
  printf("s2.i har adressen 0x%08x\n", &s2.i);
  printf("s2.c har adressen 0x%08x\n", &s2.c);
  printf("s2.f har adressen 0x%08x\n", &s2.f);
}
```

```
s1.i har adressen 0x08049690
s1.c har adressen 0x08049694
s1.f har adressen 0x08049698
s2.i har adressen 0x0804969c
s2.c har adressen 0x080496a0
s2.f har adressen 0x080496a4
```

union-er i C

Noen ganger er man interessert i å plassere data «oppå hverandre» i minnet. Dette kan gjøres med en union.

```
#include <stdio.h>

union u {
  int ui;
  float uf;
  char ub[4];
} uvar;

int main (void)
{
  printf("uvar.ui har adressen 0x%08x\n", &uvar.ui);
  printf("uvar.uf har adressen 0x%08x\n", &uvar.uf);
  printf("uvar.ub har adressen 0x%08x\n", &uvar.ub);
  printf("\n");

  uvar.ui = 13;
  printf(" 13 har bytene 0x%02x 0x%02x 0x%02x 0x%02x\n",
         uvar.ub[0], uvar.ub[1], uvar.ub[2], uvar.ub[3]);

  uvar.uf = 2.5;
  printf("2.5 har bytene 0x%02x 0x%02x 0x%02x 0x%02x\n",
         uvar.ub[0], uvar.ub[1], uvar.ub[2], uvar.ub[3]);
}
```

```
uvar.ui har adressen 0x0804973c
uvar.uf har adressen 0x0804973c
uvar.ub har adressen 0x0804973c

 13 har bytene 0x0d 0x00 0x00 0x00
2.5 har bytene 0x00 0x00 0x20 0x40
```