Föreläsning 9

Lars-Henrik Eriksson

Föreläsningsbilderna är baserade på bilder gjorda av Tobias Wrigstad.

Design och metodologi

Syftet med mjukvara: **att hjälpa människor**

- Specifika grupper (ekonomer, blinda, uttråkade, informationstörstande, etc.)
- Generella grupper
- Målgruppen är **människor**

Syftet med programdesign blir därför…

- Att möjliggöra implementation av så hjälpsamma program som möjligt
- Att möjliggöra implementation av program som fortsätter att vara hjälpsamma över tid
- Att göra det möjligt att både skapa och underhålla system så enkelt som möjligt så att de två ovanstående målen infrias

$$\underbrace{D}_{\text{desirability}} = \frac{\overset{\text{value}}{V}}{\underset{\text{effort}}{E}}$$

The desirability of any change is directly proportional to the value of the change and inversely proportional to the effort involved in making the change.

- Värdena V och E är egentligen ”vektorer” — som ändras över tid
- Vi pratar gränsvärden

Value

- Värde

  Hur **många** människor blir påverkade?

  Hur **mycket** blir de påverkade?

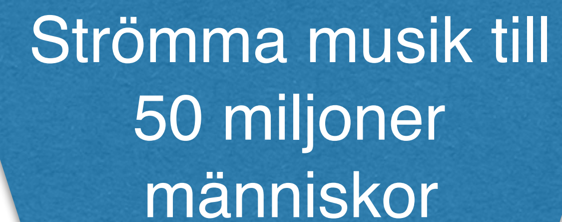
- Hur hantera negativt värde — **harm**

- Ett programs/features värde kan förändras över tid

  Förväntningar ändras

  Världen ändras (ej kompatibelt längre)

  Kanske värt 0 efter Brexit?



Effort

- I regel ett mått uttryckt i persontimmar — hur lång tid tar det att **färdigställa** och **underhålla** feature F?

  X timmar för att implementera feature F — sedan Y timmar per månad så länge F är i bruk…

- Underhållskostnaden för en feature är ofta den dominerande faktorn

***Följdsats**: det är vettigt att minimera underhållskostnaden på bekostnad av utvecklingskostnaden!*

	Effort
Implementation	1000 timmar
Månad 1	50 timmar
Månad 2	50 timmar
Månad 3	50 timmar
Månad 4	50 timmar
…	50 timmar

Kvalitet styr kostnaden

The quality level of your design should be proportional to <u>the length of future time in which your system will continue to help people</u>

- ”Och hur länge är det om jag får fråga?”
- Programs livslängd är svåra att förutse

  ex: Twitter
  PPM
  JavaScript

- Det enda vi vet om framtiden är att den kommer att vara annorlunda. **Vi skall vara försiktiga med våra förutsägelser!**

Underhåll och förändring

- Sannolikheten för att någon del i ett program måste ändras ökar ju längre programmet existerar
- Ju längre livslängd — ju fler, ju större, förändringar

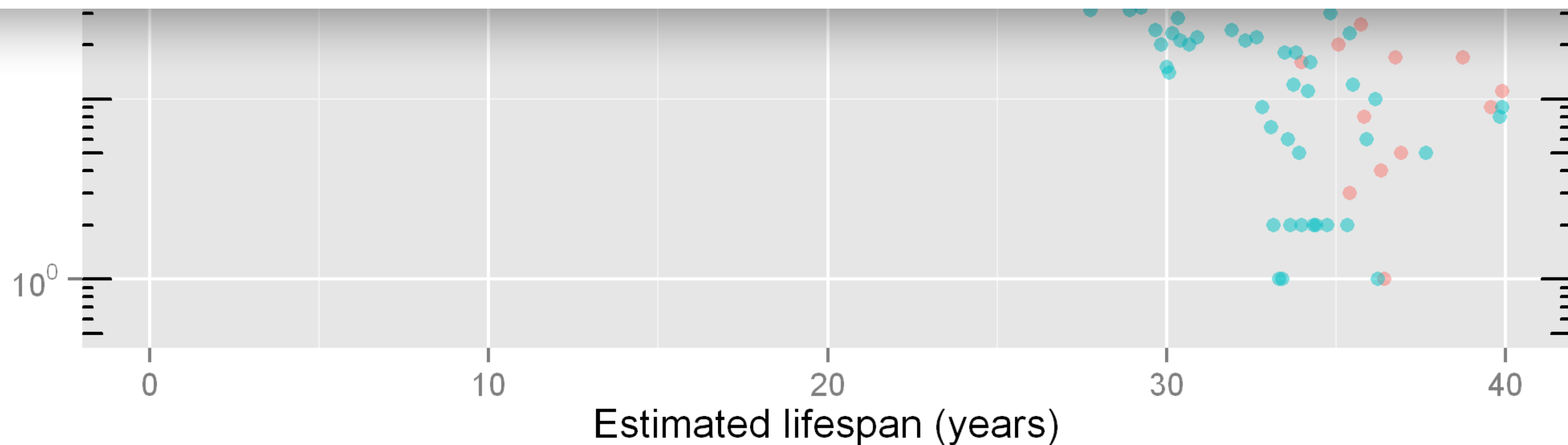
  Kanske inte imorgon. Kanske inte så mycket nästa vecka. Men inom 10 år…

Table 5-1. Changes in files over time

	File 1	File 2	File 3	File 4
Period analyzed	5 years, 2 months	8 years, 3 months	13 years, 3 months	13 years, 4 months
Lines originally	423	192	227	309
Unchanged lines	271	101	4	8
Lines now	664	948	388	414
Grew by	241	756	161	105
Times changed	47	99	194	459
Lines added	396	1,026	913	3,828
Lines deleted	155	270	752	3,723
Lines modified	124	413	1,382	3,556
Total changes	675	1,709	3,047	11,107
Change ratio	1.6x	8.9x	13x	36x

***Följdsats**: det är vettigt att minimera underhållskostnaden på bekostnad av utvecklingskostnaden!*

Based on these observations made in an exploratory study [Spinellis et al, 2015] a follow-up work [Spinellis et al, 2016] used the Unix history repository to examine seven concrete hypotheses. By extracting, aggregating, and synthesizing metrics from 66 snapshots in the period covered by the repository it was found that over the years developers of the Unix operating system appear to have evolved their coding style in tandem with advancements in hardware technology, promoted modularity to tame rising complexity, adopted valuable new language features, allowed compilers to allocate registers on their behalf, and reached broad agreement regarding code formatting. The reported work also showed that many trends point toward increasing code quality through adherence to numerous programming guidelines, that some other trends indicate adoption that has reached maturity, and that in the area of code commenting progress appears to have stalled.



https://www2.dmst.aueb.gr/dds/pubs/jrnl/2016-EMPSE-unix-history/html/unix-history.html

Mean filename length
Mean identifier length
Comments per 100 lines
% of goto statements
"register" keywords per 100 lines

Value (see legend)

9
6
3
0

1980
1990
2000
2010

Mean date of release's files

Vad som ofta blir fel när vi vill hantera framtida förändring

- Vi skriver kod som inte behövs!
- Vi skriver kod som är svår att byta ut eller ändra på!
- Vi skriver kod som är på tok för generell!
- Vi skriver kod som förutsätter en massa om framtiden som inte går att veta!
- Vi skriver kod utan någon ordentlig design!
- YAGNI (you aren't gonna need it)
- DRY (don't repeat yourself)
- *Inkrementell utveckling!*

> *Code should be designed based on what you know now, not on what you think will happen in the future. Be only as generic as you know you need to be right now.*

Buggar och defekter

- En medelmåttig programmerare skriver ca 1 bug per 100 rader kod
- En fantastisk programmerare skriver ca 1 bug per 1000 rader kod

  Alltså: sannolikheten för att du smyger in ett fel i ett program är proportionell mot storleken på ändringarna du gör i programmet

- Vi vet att mjukvaran kommer att behöva ändras, men samtidigt så kan vi inte ändra utan att skapa buggar

  Alltså: den bästa designen är den som tillåter maximal förändring i programmets omgivning under minsta möjliga förändring i mjukvaran

- Följdsats:

  ”Lös” aldrig ett problem om du inte har bevis på att det faktiskt är ett problem i praktiken (och $D = \frac{V}{E}$ -analys visar att det är värt att fixas!)

Skriv enklaste möjliga program som löser de problem som skall lösas

- Svårigheten att underhålla mjukvara är proportionell mot svårigheten att underhålla de enskilda delar som programmet är byggt av

  Alltså: bygg av så enkla delar det går

  Alltså: svårigheten skall vara i designen — inte i koden

- Vilka problem du löser är viktigt!

  Ifrågasätt alltid — WHY? Varför vill du att jag skall göra X — vilket problem vill du lösa?

- Låt inte koden driva designen. 80% av en programmerares arbete är att tänka. Bara några få % går åt till att skriva.

- Hitta rätt abstraktionsnivå

- Det finns många olika modeller av samma system – använd fler än en.

Most difficult design problems can be solved by simply drawing or writing them out on paper.

”Hur man tänker”

Att tänka i lager

Närmare domänen

Närmare maskinen

Lager	Beskrivning
`ask_string_question`	*Ställ fråga, läs strängsvar*
`getline`	*Läs en rad*
`getchar`	*Läs ett tecken*

Att tänka i lager

`ask_string_question`

`getline`

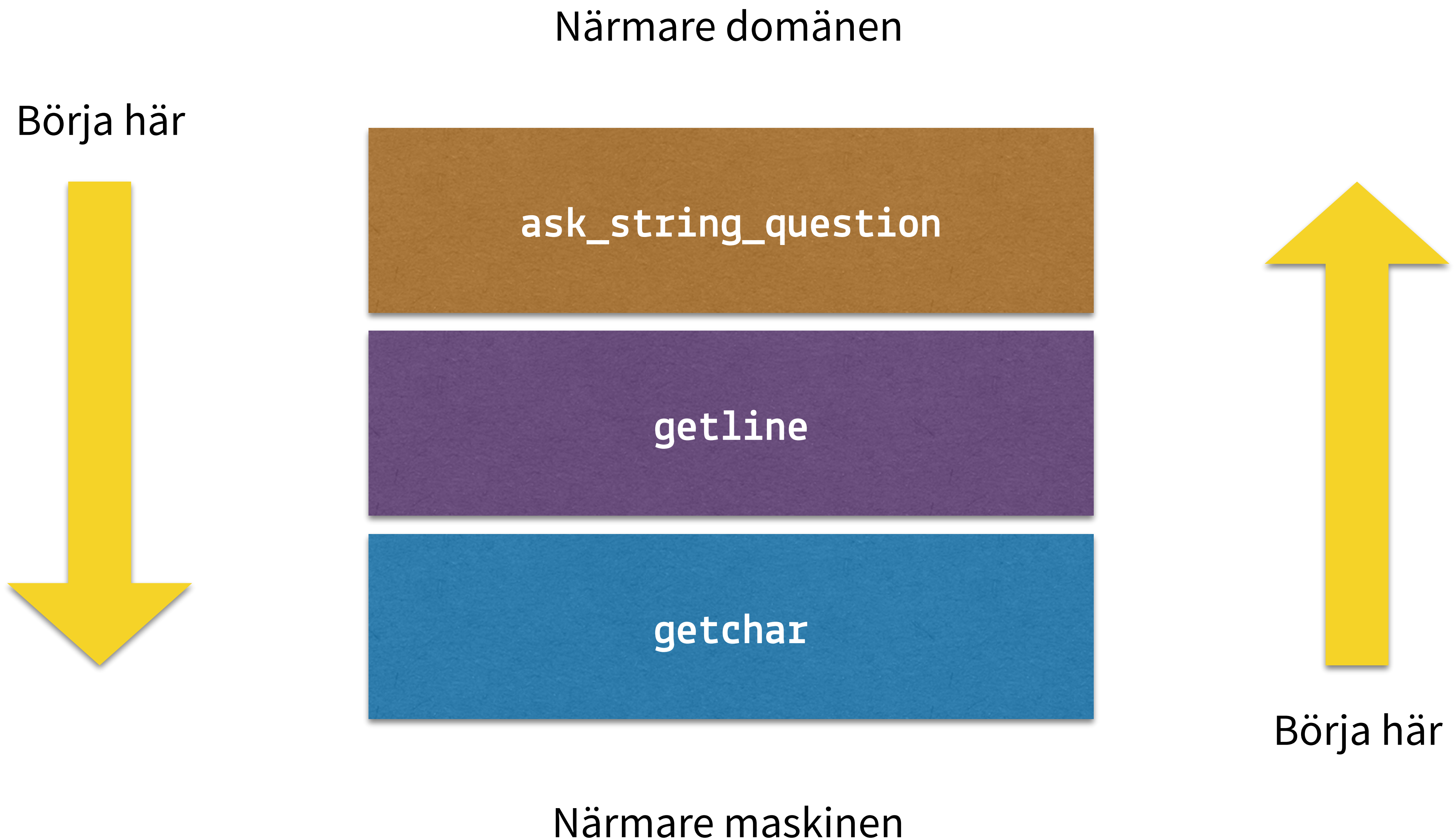
`getchar`

För varje funktion/strukt — vilket lager tillhör den?

Vad bör den (inte) vara beroende av?

Vilka lager ”behöver” jag?

Top-down eller bottom up?



Att arbeta bottom-up

- Börja på den ”lägsta nivån”

  Högre teknisk komplexitet, ofta helt orelaterade till domänen

- Nackdelar/risker:

  Att du gör något som inte behövs senare

  Det kan kännas motigt att vara så långt borta från domänen/specifikationen

- Konsekvenser:

  Mindre fuskande eftersom varje funktion bygger på de som vi just implementerat

Att arbeta top-down

- Börja på den ”högsta nivån”

  Omfattar i regel mest logik som hör till specifikationen/domänen

- Nackdelar/risker:

  Man kan fatta dumma designbeslut på grund av tekniska omständigheter som man inte känner till ännu

  Kan vara svårt att ha ett körande program hela tiden

- Konsekvenser:

  Ofta mer fuskande eftersom man ”knuffar funktionalitet framför sig”

Vilket skall jag välja?

- Det är litet beroende på person

  Om du inte direkt vet vilket som är bäst för dig — prova båda och utvärdera!

- **Min rekommendation**: top-down är bättre för den som känner sig osäker på C

Implementation av frågor i lagerhanteraren

Top Down

```c
/// Asks a question and reads a string in response
char *ask_string_question(char *question)
{
  puts(question);
  return read_string();
}

/// Asks a question and reads a char in response
int ask_int_question(char *question)
{
  puts(question);
  return read_int();
}
```

Implementation av frågor i lagerhanteraren

Top Down

```c
/// Asks a question and reads a string in response
char *ask_string_question(char *question)
{
  puts(question);
  return read_string();
}

/// Asks a question and reads a char in response
int ask_int_question(char *question)
{
  puts(question);
  return read_int();
}
```

Implementation av frågor i lagerhanteraren

Top Down

Löser fusk 2 från föregående bild!

```
/// Reads a line from the keyboard and converts it to an int
int read_int()
{
  char *buf = read_string();
  int result = atol(buf);

  free(buf);
  return result;
}
```

Fusk!

***Skarv**: anta att input alltid är valida heltal*

Top Down

Implementation av frågor i lagerhanteraren

Löser resterande fusk från föregående bilder!

```
/// Reads a line from the keyboard, puts it on the heap and returns a
/// pointer to it
char *read_string()
{
  char *buf = NULL;
  size_t len = 0;
  ssize_t read = getline(&buf, &len, stdin);
  buf[read-1] = '\0'; // Skarv 1 & 2
  return buf;
}
```

Skarv 1*: anta att vi aldrig vill ha newline kvar!*

Skarv 2*: anta att newline == '\n' (stämmer ej på Windows)*

Implementation av frågor, bottom-up

Bottom up

- I stort sett som top down, fast baklänges

  Först `read_string`

  Sedan `read_int` ovanpå `read_string`

  Sedan `ask_int_question` ovanpå `read_int`

- Det är ett visst avstånd som måste överbryggas från vad programmet vill (`ask_int_question`) och `read_string`.

  Gör på det sätt du själv känner att det är lättast att tänka

Nästa steg: ta bort skarvarna

```
/// Reads a line from the keyboard, puts it on the heap and returns a
/// pointer to it
char *read_string(bool strip_newline)
{
  char *buf = NULL;
  size_t len = 0;
  ssize_t read = getline(&buf, &len, stdin);
  if (strip_newline && read > 0) buf[read-1] = '\0'; // Skarv 2 är kvar
  return buf;
}
```

Användaren får välja om strängen skall ha kvar newline!

Nästa steg: ta bort skarvarna

```
/// Reads a line from the keyboard, puts it on the heap and returns a
/// pointer to it
int read_int(bool repeat_until_valid_int)
{
  char *buf = NULL;

  do {
      if (buf) free(buf);

      buf = read_string(true);

  } while (repeat_until_valid_int && is_number(buf) == false);

  int result = atol(buf);
  free(buf);
  return result;
}
```

Nästa steg: ta bort skarvarna

”Ha alltid ett körbart program”

```
/// Returns true if a string only has digits
bool is_number(char *str)
{
  return true;
}
```

Gör så att vi kan testa programmet, men funkar förstås inte för icke-valid input!

Nästa steg: ta bort skarvarna

Löser fusket från föregående bild!

```
/// Returns true if a string only has digits
bool is_number(char *str)
{
  bool valid_int = true;

  for (char *c = str; *c && valid_int; ++c)
    {
      valid_int = isdigit(*c);
    }

  return valid_int;
}
```

Loopa igenom strängen och kolla att varje char är en siffra

`read_string` lägger en sträng på heapen

- Inte alltid rätt, t.ex. i `read_int`
- Tänk om jag vill läsa in direkt i en `char`-array i databasen?
- Logiken är densamma oavsett var i minnet man läser in strängen

  Bra idé: bryt ut detta ur funktionen så blir den mer generell

  Lättare att återanvända

  Lättare att testa
- Sedan kan vi bygga en ekvivalent `read_string` ovanpå den generella, som sparar en sträng på heapen

Nästa steg: ta bort skarvarna

En mer generell funktion för att läsa in strängar!

```
/// Reads a line from the keyboard, puts it in the len-sized
/// memory space pointed to by buf, and optionally removed newlines
char *read_string_with_buffer(char *buf, size_t len, bool strip_newline)
{
  ssize_t read = getline(&buf, &len, stdin);
  if (read > 0 && strip_newline)
    {
      buf[read-1] = '\0'; // -2  på Windows…
    }
  return buf;
}
```

***Skarv**: utgår från att vi inte kör på Windows…*

Undvik onödig upprepning

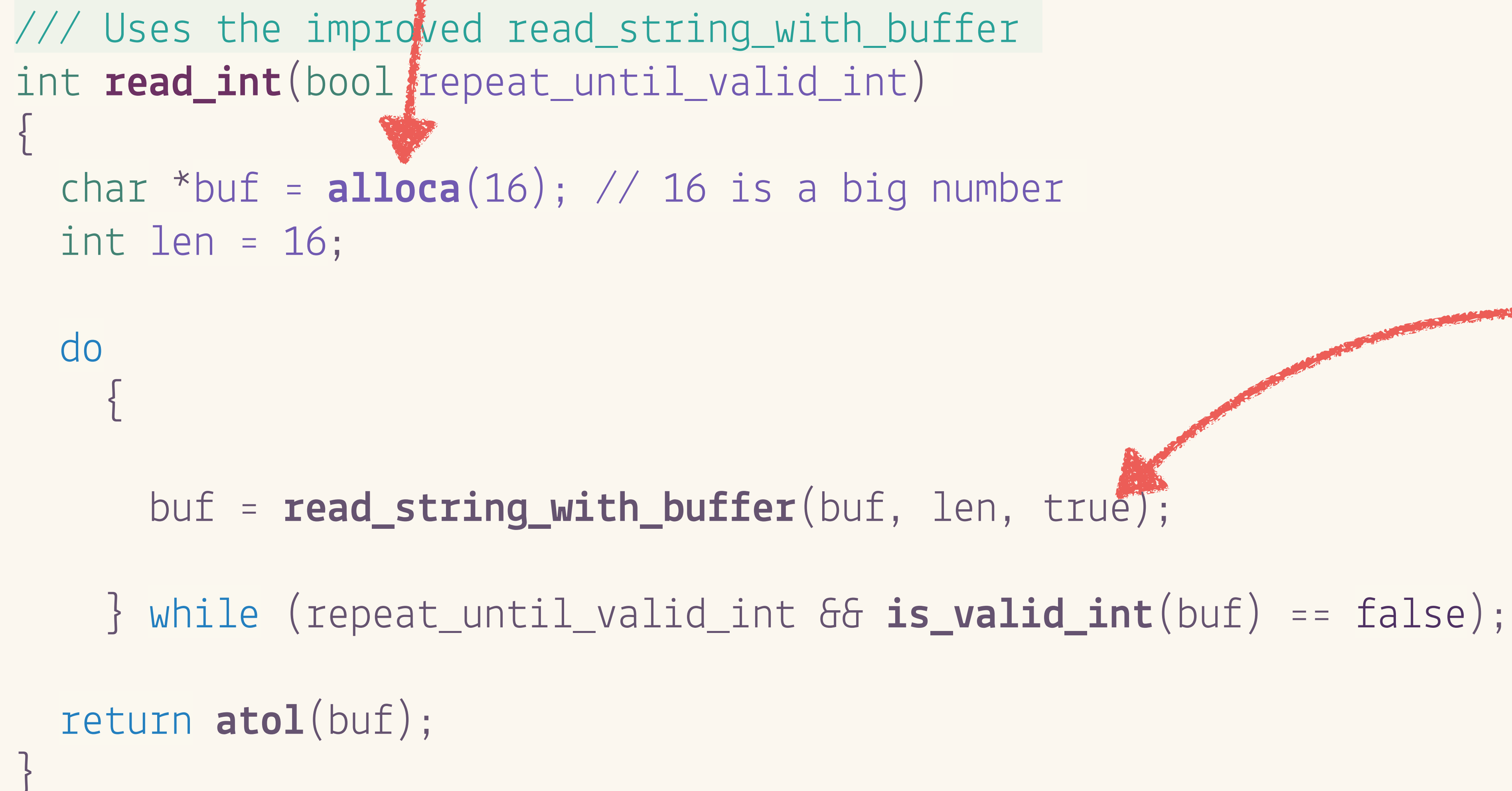
Vi kan enkelt implementera om read_string() i termer av read_string_with_buffer()

```
/// Reads a line from the keyboard, removes newlines,
/// puts on the heap and returns a pointer to it
char *read_string()
{
  return read_string_with_buffer(NULL, 0, true);
}
```

Oftast behöver man inte newline — vill man ha det får man använda `read_string_with_buffer`

Inga magiska konstanter (läsbarhet)

Like `malloc`, but allocates on the stack!



Inga magiska konstanter (läsbarhet)

```
#define STRIP_NEWLINE true

/// Uses the improved read_string_with_buffer
int read_int(bool repeat_until_valid_int)
{
  char *buf = alloca(16); // 16 is a big number
  int len = 16;

  do {

    buf = read_string_with_buffer(buf, len, STRIP_NEWLINE);

  } while (repeat_until_valid_int && is_valid_int(buf) == false);

  return atol(buf);
}
```

Inga magiska konstanter (läsbarhet)

Vi kan enkelt implementera om read_string() i termer av read_string_with_buffer()

```
/// Reads a line from the keyboard, removes newlines,
/// puts on the heap and returns a pointer to it
char *read_string()
{
  return read_string_with_buffer(NULL, 0, STRIP_NEWLINE);
}
```

Oftast behöver man inte newline — vill man ha det får man använda `read_string_with_buffer`

Beroenden

ask_question_string → read_string
ask_question_int → read_int
read_string → int_empty
read_string → read_string_with_buffer
read_int → is_number
read_int → read_string_with_buffer

Ytterligare påbyggnad

- Med hjälp av våra två ask kan vi enkelt bygga en ask shelf (t.ex. A25)

```
/// Reads the necessary data for a shelf_t, constructs a
/// shelf_t, and returns it
shelt_t ask_shelf_question()
{
  shelf_t shelf;
  shelf.name   = ask_string_question("Mata in ett tecken”)[0];
  shelf.number = ask_int_question("Mata in ett tal”);
  return shelf;
}
```

***Skarv**: förutsätter valitt indata*

Fixa skarven: validera

```
shelf_t ask_shelf_question()
{
  shelf_t shelf; // har char name; int number;

  char *name = NULL;
  do {
    if (name) free(name);
    name = ask_string_question("Mata in ett tecken");
    shelf.name = name[0];
  } while (strlen(name) != 1);

  long number = 0;
  do {
    number = ask_int_question("Mata in ett tal 0--99");
    shelf.number = number;
  } while (0 <= number && number < 100);

  return shelf;
}
```

Repetition!

”Bad smell: upprepning”

- Det finns ett mönster som upprepas

  Läs in data

  Validera

  (Ta bort temporära data)

  Skapa efterfrågad struktur

- Samma mönster, men olika beteende för olika data

```
shelf_t ask_shelf_question()
{
  shelf_t shelf; // har char name; int number;

  char *name = NULL;
  do {
    if (name) free(name);
    name = ask_string_question("Mata in ett tecken");
    shelf.name = name[0];
  } while (strlen(name != 1));

  long number = 0;
  do {
    number = ask_int_question("Mata in ett tal 0--99");
    shelf.number = number;
  } while (0 <= number && number < 100);

  return shelf;
}
```

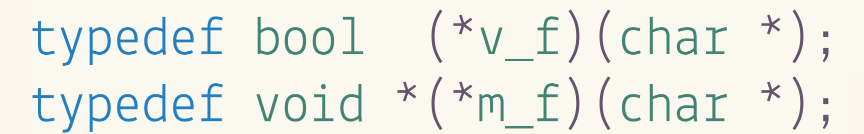
Generalisering

- Kan vi skapa en funktion som följer mönstret men som gör rätt sak för rätt data?
- Försök ett: vi skickar in ”flaggor” för att tala om vad för data etc. skall läsas in
    - + Löser problemet
    - – Koden blir väldigt komplicerad
    - – Går inte att utöka för data som vi inte känner till
- Försök två: bryt ut beteende med hjälp av funktionspekare
    - + Löser problemet
    - + Framtidssäker eftersom logiken tillhandahålls av användaren

Funktionspekare

```c
/// Valideringsfunktion tar emot en pekare till
/// data och kontrollerar om datat kan omvandlas
/// till avsedd typ
/// Exempel:
///   - valid_int
///   - valid_shelf
typedef bool  (*v_f)(char *);

/// Konstruktor som tar emot en sträng med validerat
/// data och omvandlar det till avsedd typ, returnerar
/// en pekare till det nya datat
/// Exempel:
///   - str_to_int
///   - str_to_shelf
typedef void *(*m_f)(char *);
```

Generaliserad fråga


```c
typedef bool  (*v_f)(char *);
typedef void *(*m_f)(char *);
```

```c
void *ask_question(char *q, v_f validate, m_f convert, bool cleanup)
{
  // Ask question until optional validation of input is satisfied
  char *input = NULL;
  do {
    puts(q);
    if (input) free(input);
    input = read_string();
  } while (validate && validate(input) == false);

  // If a conversion function was specificied, convert input
  void *result = convert ? convert(input) : input;

  if (cleanup) free(input);
  return result;
}
```

Validera data, skapa data

```
bool valid_shelf(char *input)
{
  return strlen(input) == 3 && isalpha(input[0]) && valid_int(input+1);
}

shelf_t *str_to_shelf(char *input)
{
  shelf_t *shelf = malloc(sizeof(shelf_t));
  shelf->name = input[0];
  shelf->number = atol(input+1);
  return shelf;
}
```

Slutlig ask_shelf/string_question

```
shelf_t ask_shelf_question()
{
  return *ask_question("Mata in en hyllplats (tecken, följt av siffra 0-99)",
                       valid_shelf,
                       str_to_shelf,
                       true);
}
```

```
char *ask_string_question()
{
  return *ask_question("Mata in en sträng",
                       NULL,
                       NULL,
                       false);
}
```

***Skarv**: fungerar för heltal, men ”fult”*

Förbättring: unioner

```c
// ändra void * => result_t i ask_question och m_f
typedef union result result_t;

union result
{
  void *ptr;
  long int_value;
  char char_value;
};

result_t str_to_shelf(char *input)
{
  shelf_t *shelf = malloc(sizeof(shelf_t));
  shelf->name = input[0];
  shelf->number = atol(input+1);
  return (result_t) { .ptr = shelf };
};
```

Lösning med hjälp av unioner (nästan samma)

```
result_t str_to_int(char *s)
{
  return (result_t) { .int_value = atol(s) };
}
```

```
result_t str_to_str(char *s)
{
  return (result_t) { .ptr = s };
}
```

```
int ask_int_question()
{
  return ask_question("Mata in ett heltal",
                      valid_int,
                      str_to_int,
                      true).int_value;
}
```

```
x = foo()
return x.bar;
```

är samma som

```
return foo().bar;
```

Till slut

```c
shelf_t *ask_shelf_question()
{
  return ask_question("Mata in en hyllplats (tecken, följt av siffra 0-99)",
                      ok_shelf,
                      make_shelf,
                      true).ptr;
}
```

```c
char *ask_string_question()
{
  return ask_question(
    "Mata in en sträng",
    NULL,
    str_to_str,
    false).ptr;
}
```

```c
int ask_int_question()
{
  return ask_question(
    "Mata in ett heltal",
    valid_int,
    str_to_int,
    true).int_value;
}
```

Ännu bättre: exponering för programmet med hjälp av makron

```
/// Grundläggande funktioner
#define Ask_int(q)          ask_question(q, valid_int, str_to_int, true)
#define Ask_str(q)          ask_question(q, NULL,      str_to_str, false)

/// Funktion för specifika återkommande frågor
#define Ask_namn()          Ask_str("Namn:")
#define Ask_beskrivning( )  Ask_str("Beskrivning:")
#define Ask_pris()          Ask_int("Pris:")
#define Ask_lagerhylla()    ask_question("...", valid_shelf, str_to_shelf, true)
#define Ask_antal()         Ask_int("Antal:")
```

OBS! Detta kan man alltså göra även utan funktionspekare och unioner!

Titta nu på add_goods — hur ”ren” den blir

```
void add_goods(db_t *db)
{
  goods_t g;

  g.name   = Ask_namn();
  g.desc   = Ask_beskrivning();
  g.price  = Ask_pris();
  g.shelf  = Ask_lagerhylla();
  g.amount = Ask_antal();

  db->goods[db->total] = g;
  ++db->total;
}
```

***Skarv**: följer inte specen (inget val spara/redigera)*

Ta bort skarven — fortfarande snyggt

```
void add_goods(db_t *db)
{
  goods_t g;

  do {
    g.name   = Ask_namn();
    g.desc   = Ask_beskrivning();
    g.price  = Ask_pris();
    g.shelf  = Ask_lagerhylla();
    g.amount = Ask_antal();

    char answer = Ask_char("Spara? (ja/nej)");
  } while (strchr("Jj", answer) == false);

  db->goods[db->total] = g;
  ++db->total;
}
```

Fusk!

***Skarv**: följer inte specen (inget redigera-val)*

Återanvändning i edit_goods

```
void edit_goods(db_t *db, goods_t *g)
{
  char answer = Ask_char();

  goodt_g copy = *g;

  switch (answer) {
  case 'N':
  case 'n': copy.name = Ask_namn(); break;
   // etc.
  case 'P':
  case 'p': copy.price = Ask_pris(); break;
 }

  print_goods(copy);  // fusk!

  char answer = Ask_char("Spara? (ja/nej)");
  if (strchr("Jj", answer) == false)
    {
      *g = copy;
    }
}
```

```
"Vad vill du redigera?\n"
"[N]amn\n"
// etc
"[P]ris"
```

Kanske skulle detta ges en egen funktion som också anropades i add_goods?

add_goods → edit_goods → print_goods

Ask_namn Ask_pris …

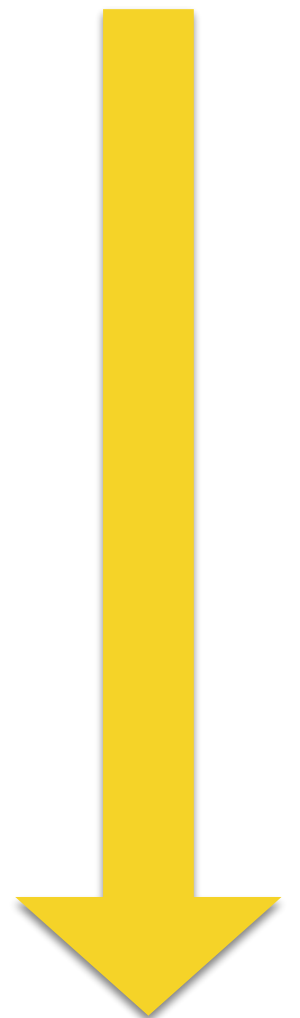
Ask_str Ask_int

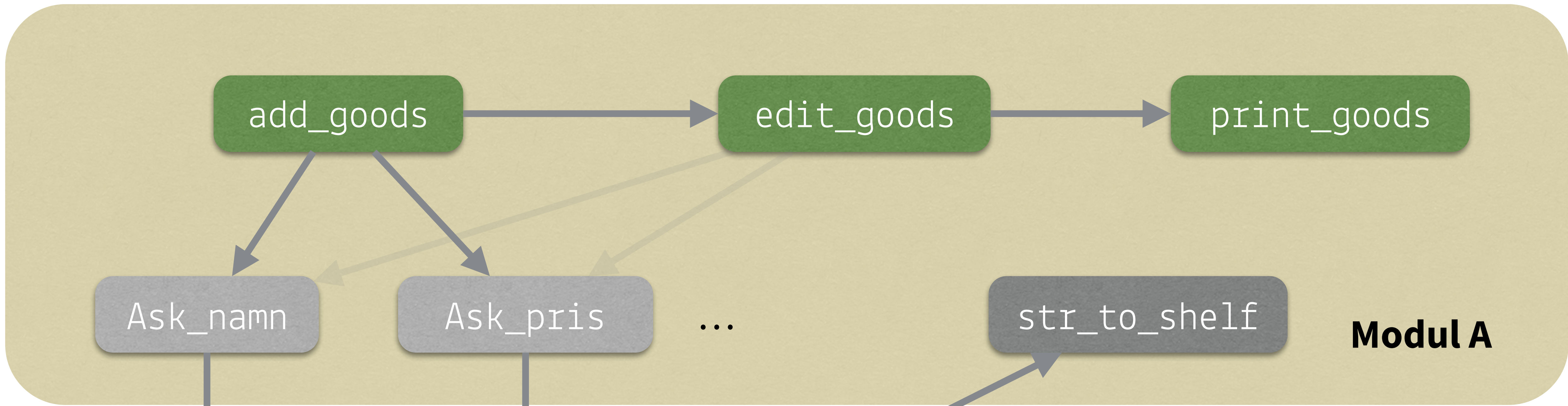
ask_question_string → str_to_shelf, valid_int …

read_string

read_string_with_buffer

Minskande abstraktions-nivå





Modul B

Ask_str

Ask_int

ask_question_string

valid_int

...

read_string

read_string_with_buffer

Krångligare med så många mellansteg?

- Se på koden för `add_goods`, den är **tydlig** eftersom den slipper bry sig så mycket om tekniska detaljer

    Procedurell abstraktion: tydligt vad varje funktion gör, även utan insyn

    Endast ett anrop till `getline` i all kod

- I många andra funktioner, t.ex. edit, kunde jag återanvända `Ask_`-funktionerna och därigenom få lika fin och ren kod som i `add_goods` — ”gratis”

- Observera att man måste inte ha ”supergenerella” funktioner i botten

    Man kan ha separata `read`-funktioner utan funktionspekare etc.

Sammanfattning

- Top-down eller bottom-up
  - Vad är rätt för dig?
- Lagertänkande
  - Bygger abstraktioner bit för bit
  - Lager är **inte** detsamma som moduler
- Generella byggstenar kan återanvändas
- Programmera nära domänen
- Göm tekniska komplexiteter ”längre ned”

Läsbar kod

- Notera att den längsta funktionen här är ~20 rader (`edit_goods`) — den är för lång!
- De flesta funktionerna är ca 5–6 rader — en bra längd
- Funktioner skall helst bara göra en sak
- Om de har för många rader så blir det svårt att överblicka vad de gör
    - Svårt att se att de är korrekta
    - Svårt att underhålla, förstå, etc.

Föreläsning 10

Lars-Henrik Eriksson

Föreläsningsbilderna är baserade på bilder gjorda av Tobias Wrigstad.

Abstraktion, modularisering och informationsgömning

Abstraktion

- Tänkandet i abstraktioner är ett grundläggande mänskligt drag sedan ca 100.000 år
- Att tänka bort vissa egenskaper hos ett föremål eller en företeelse och därigenom lyfta fram andra. Hur man väljer beror på vilket syfte man har med abstraktionen.

  En modell är med nödvändighet en abstraktion

- Många instanser ligger till grund för en abstraktion som beskriver och grupperar instanserna och gör det lättare att resonera om individerna

  Kraftfullt verktyg, jämför t.ex. facktermer

Kontrollabstraktion

- Ett program är uppdelat i subrutiner som anropas och returnerar till anroparen

  Hur kontrollen flödar i ett program blir väsentligt förenklat

  Stackmekanismen (läs kompendium i kursens repo och stack och heap!) stöder denna grundläggande abstraktion

  Subrutiner utan returvärde – procedurer; med returvärde – funktionsprocedur

  Alla slags subrutiner kallas ofta slarvigt "funktioner".

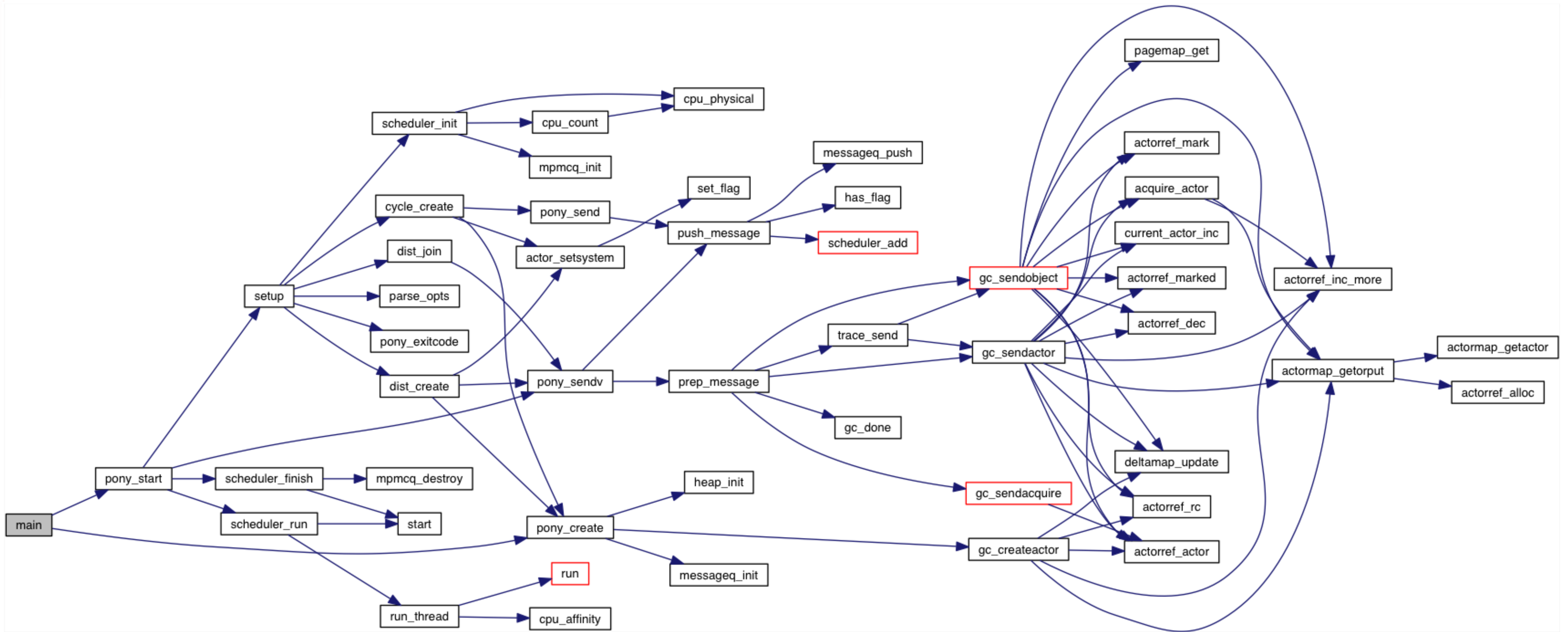
- Undantagshantering är en annan kontrollabstraktion som vi skall se senare
- Inlining – undviker litet av overheaden av kontrollabstraktion

  (nästan alltid irrelevant)

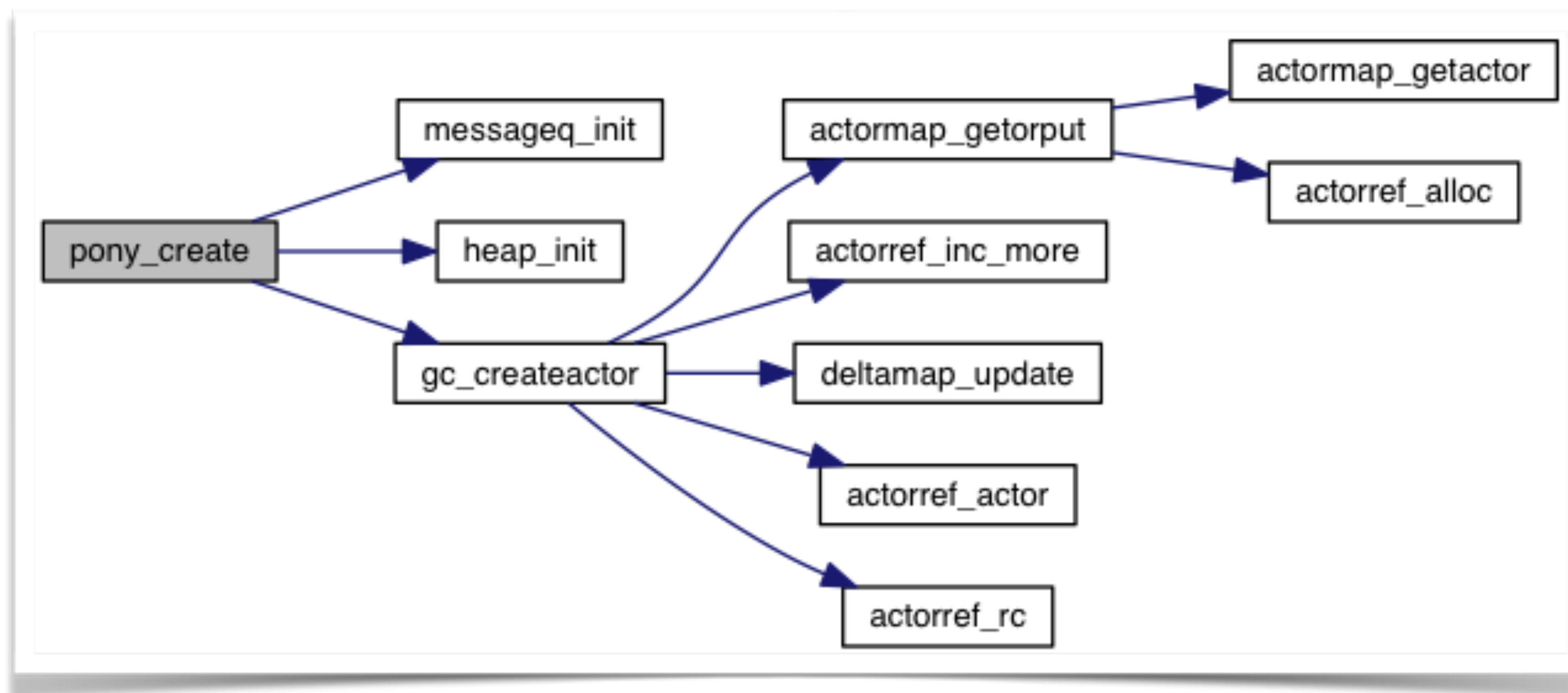
- Procedurabstraktion

  Vi kan skilja mellan funktionens specifikation och dess implementation i termer av mer primitiva funktioner

Anropsgraf



Doxygen (”vårt” dokumentationsverktyg för C) kan generera statiska anropsgrafer



Anropsgraf rotad i `pony_create`

dispatch
do_streamer
trace
cycle_create
pony_start
main
dispatch
setup
dist_create
pony_init
updater_create
main
pony_create
waitfor
trace_streamer
streamer_create
dispatch
updater_create
spawn_ring
dispatch
spawn_children
dispatch

varifrån anropas `pony_create`?

Dataabstraktion

- Strukturera programmen så att de använder/manipulerar ”abstrakta data”

  Programmen bör inte förutsätta att datat är implementerat på ett särskilt vis

  Programmen bör inte förutsätta att datat har andra egenskaper än de som är nödvändiga för att utföra den aktuella uppgiften

- Abstrakta data: ”specifikation”
- Konkret data: den faktiska implementationen som idealiskt är oberoende av alla program som använder datat

  Använd accessorer och mutatorer för manipulera datat som blir bryggan mellan det abstrakta och konkreta datat

  Kapsla in implementationsdetaljer och undvik externa beroenden

Dataabstraktion

- Strukturera programmen så att de använder/manipulerar ”abstrakta data”

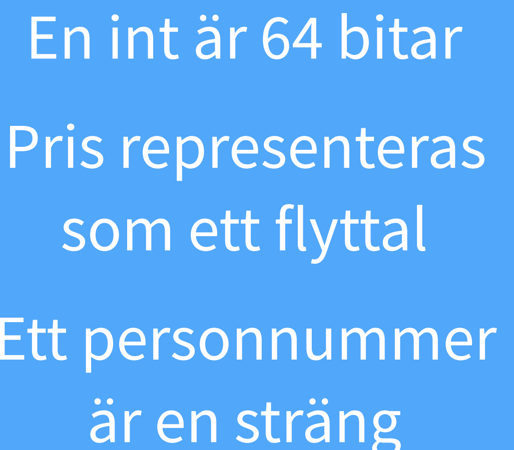
  Programmen bör inte förutsätta att datat är implementerat på ett särskilt vis

  Programmen bör inte förutsätta att datat har andra egenskaper än de som är nödvändiga för att utföra den aktuella uppgiften

- Abstrakta data: ”specifikation”
- Konkret data: den faktiska implementationen som idealiskt är oberoende av program som använder datat

  Använd accessorer och mutatorer för manipulera datat som blir brygga mellan abstrakta och konkreta datat

  Kapsla in implementationsdetaljer och undvik externa beroenden



Dataabstraktion

- Strukturera programmen så att de använder/manipulerar ”abstrakta data”

  Programmen bör inte förutsätta att datat är implementerat på ett särskilt vis

  Programmen bör inte förutsätta att datat har andra egenskaper än de som är nödvändiga för att utföra den aktuella uppgiften

- Abstrakta data: ”specifikation”
- Konkret data: den faktiska implementationen som idealiskt är oberoende av alla program som använder datat

  Använd accessorer och mutatorer för manipulera datat som blir bryggan mellan det abstrakta och konkreta datat

  Kapsla in implementationsdetaljer och undvik externa beroenden

Kopplar loss en datastrukturs klienter från datastrukturen!

Dataabstraktion

- Strukturera programmen så att de använder/manipulerar ”abstrakta data”

    Programmen bör i ... å ett särskilt vis

    Programmen bör i ... er än de som är nödvändiga för att utföra den aktuella uppgiften

```
commodity_t book = ... ;
book.cost = 12.50;
int cost_of_book = book.cost;
```

- Abstrakta data: ”specifikation”
- Konkret data: den faktiska implementationen som idealiskt är oberoende av alla program som använder datat

    Använd accessorer och mutatorer för manipulera datat som blir bryggan mellan det abstrakta och konkreta datat

    Kapsla in implementationsdetaljer och undvik externa beroenden

Dataabstraktion

- Strukturera programmen så att de använder/manipulerar ”abstrakta data”

  Programmen bör i

  å ett särskilt vis

  Programmen bör i

  er än de som är nödvändiga för att utföra den aktuella uppgiften

```
commodity_t book = ... ;
book.cost = 12.50;
int cost_of_book = book.cost;
```

- Abstrakta data: ”specifikation”

- Konkre

  alla progra

```
int cost_in_eurocent(commodity_t c);
void set_cost_in_eurocent(commodity_t *c, int cent);
```

  Använd accessorer och mutatorer för manipulera datat som blir bryggan mellan det abstrakta och konkreta datat

  Kapsla in implementationsdetaljer och undvik externa beroenden

Effekten och vikten av abstraktion

- Höga abstraktioner

  + förbättrar läsbarheten och överskådligheten

  + underlättar utveckling (flexibilitet, förändring)

  – tenderar att försämra prestanda något (varför?!)

(nästan alltid irrelevant)

- Designprincip:

  Använd god kontroll- och dataabstraktion alltid

  Eventuella undantag måste upptäckas den hårda vägen, aldrig via spekulation

Modularisering

- En designprincip — program delas in i moduler (jmf. ett monolitiskt system med en modul)

  Varje modul är ett "delprogram" med ansvar för specifika åtaganden

  En modul behöver inte vara programspecifk (jmf. t.ex. `stdlib` i C; eller en lista)

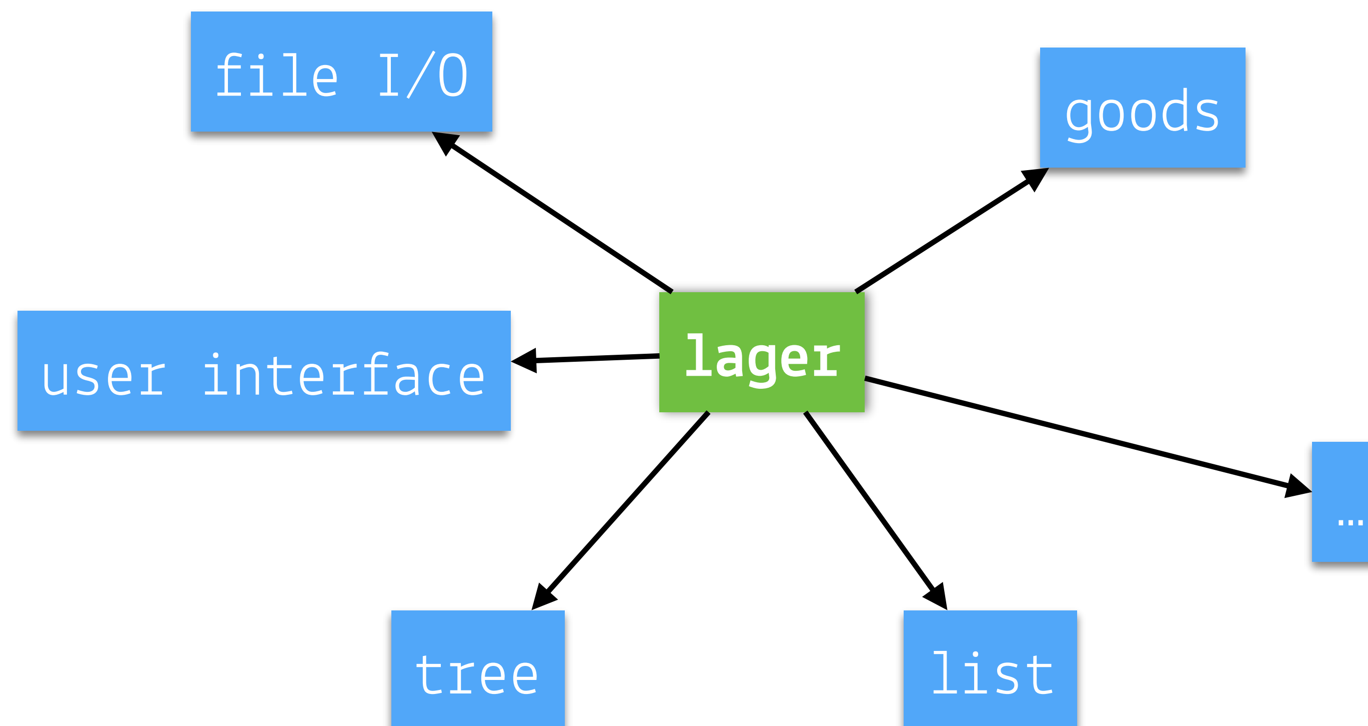
lager

Modularisering

- En designprincip — program delas in i moduler (jmf. ett monolitiskt system med en modul)

  Varje modul är ett ”delprogram” med ansvar för specifika åtaganden

  En modul behöver inte vara programspecifk (jmf. t.ex. `stdlib` i C; eller en lista)



Fördelar med modularisering

- *Många små enheter* är enklare än *få större* att…
  - överblicka,
  - navigera, och
  - återanvända
- En design i flera moduler möjliggör parallell utveckling
- En moduls funktioner och data kan kapslas in
  - Förenklar återanvändning
  - Skyddar mot propagerande förändringar
  - Förbättrad underhållsbarhet

Modulariseringsstrategier

- Ett programs uppdelning i moduler kan drivas av flera olika faktorer, ex:
- Relaterade funktioner/åtaganden

  Funktioner som rör X för sig, funktioner som rör Y för sig, …
- Implementationsdetaljer

  Allt som rör nätverkskoppling ligger i en delad modul, …
- (Utvecklings-)Process-pragmatiska

  Allt som kräver att Kim är inblandad samlar vi i en modul, …
- Kopplingar mellan data

  Alla funktioner som bearbetar persondata i en modul, …

Modularisering är inte nominell

- Ej nominell – det blir inte en modul bara för att man säger att det är det

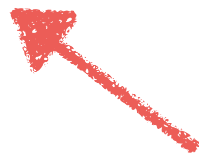
  Två moduler med starka interberoenden är effektivt en modul

  En modul för ”resten av funktionerna” blir inte en modul

- Coupling och cohesion hjälper till att skapa fungerande moduler

  Coupling: beroenden / koppling

  Cohesion: sammanhang



(såna här kvalitetsaspekter kan du ta fram kvantifierade mått på mha verktyg)

Vad är bra design?

- **Låg coupling**

  Interaktionen mellan moduler är så liten som möjligt

- **Höggradig inkapsling**

  En modul kan använda en annan modul, men har inte direkt åtkomst till dess interna data

- **Hög cohesion**

  Innehållet i varje modul bildar en ”logiskt vettig” enhet med hög conceptuell integritet

- Inte alltid möjligt till följd av pragmatiska skäl:

  Begränsade resurser: kompetenser hos utvecklarna, etc.

  Optimering kommer ofta på kant med i övrigt god design

Moduler i C

- Saknar motsvarande språkkonstruktion

  dvs. det finns inget nyckelord ”`module`”

- En modul är i regel en .c-fil och en (eller flera) .h-fil(er)

  .h-fil: modulens (publika) gränssnitt och definitioner

  .c-fil: implementationen (själva koden)

list.c

```
struct list {
  struct link *first, *last;
};

struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

typedef struct list *List;

int length(List);
int empty(List);
struct link* mkLink(…);

void append(...) {
  ...
}

int length(...) {
  ...
}

int empty(...) {
  ...
}

List mkList() {
  ...
}

struct link* mkLink(...) {
...
}
```

Deklarationer oftast högst upp i filen (varför?)

Funktionsprototyper för ”hjälp-funktioner”

”Själva koden”

Innan modularisering

(Vi återkommer till var dessa skall ligga senare!)

list.h

```c
struct list {
  struct link *first, *last;
};

struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

typedef struct list *List;

void append(List, int);
int length(List);
int empty(List);
List mkList();
struct link* mkLink(...);
```

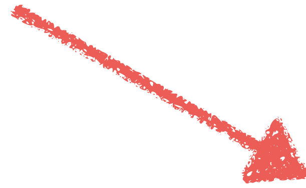
list.c

```c
#include "list.h"

void append(...) {
  ...
}

int length(...) {
  ...
}

int empty(...) {
  ...
}

List mkList() {
  ...
}

struct link* mkLink(...) {
```

Deklarationer & funktionsprototyper

"Själva koden"

(Vi återkommer till var dessa skall ligga senare!)



list.h

```
struct list {
  struct link *first, *last;
};

struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

typedef struct list *List;

void append(List, int);
int length(List);
int empty(List);
List mkList();
struct link* mkLink(...);
```

list.c

```
#include "list.h"

void append(...) {
  ...
}

int length(...) {
  ...
}

int empty(...) {
  ...
}

List mkList() {
  ...
}

struct link* mkLink(...) {
```

`#include`-direktiv kopierar in innehållet i inkluderade filer vid kompilering

list.h

```
struct list {
  struct link *first, *last;
};

struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

typedef struct list *List;

void append(List, int);
int length(List);
int empty(List);
List mkList();
struct link* mkLink(...);
```

list.c

```
struct list {
  struct link *first, *last;
};

struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

typedef struct list *List;

void append(List, int);
int length(List);
int empty(List);
List mkList();

struct link* mkLink(…);

void append(...) {
  ...
}

int length(...) {
  ...
}

int empty(...) {
```

#include-direktiv kopierar in innehållet i inkluderade filer vid kompilering

problem med flerfaldig inkopiering…

bar.h

```
int x
```

foo.h

quux.h

myprog.h

= inkluderar

myprog.c

:(

```
int x    int x
```

list.h

```c
#ifndef __list_h
#define __list_h

struct list {
  struct link *first, *last;
};

struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

typedef struct list *List;

void append(List, int);
int length(List);
int empty(List);
List mkList();
struct link* mkLink(...);

#endif
```

förhindrar flerfaldig inkopiering

bar.h

```
#ifndef …
#define …

int x

#endif
```

foo.h

quux.h

myprog.h

= inkluderar

:)

```
int x
```

myprog.c

Separatkompilering och länkning

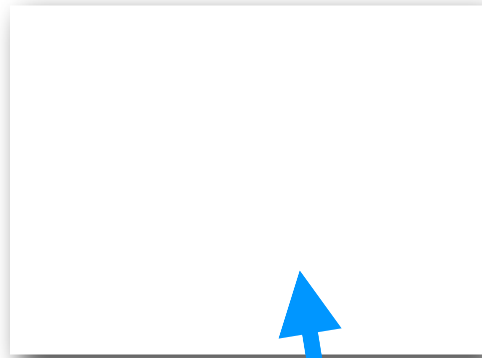
- Separatkompilering producerar ofullständig objektkod
- Möjliggör kompilering av delar av program till objektkod

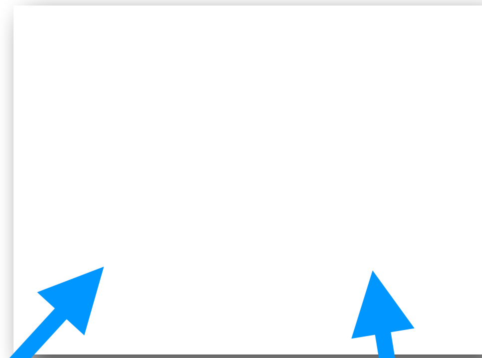
  Kompilering medger statisk felkontroll

  Objektkoden kan vidare distribueras
- Alla separatkompilerade moduler länkas slutligen ihop till ett körbart program

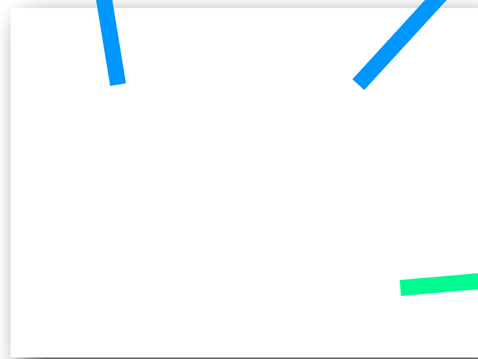
  Länkningen löser ut beroenden mellan modulerna

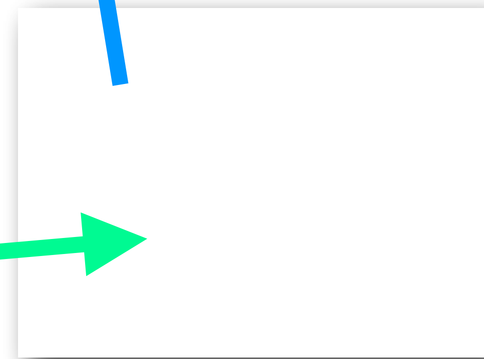
myprog.h





list.h





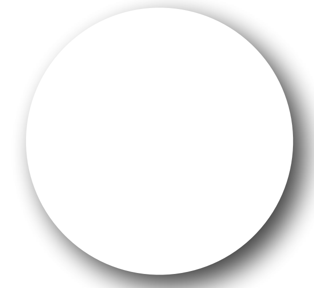
myprog.c

list.c

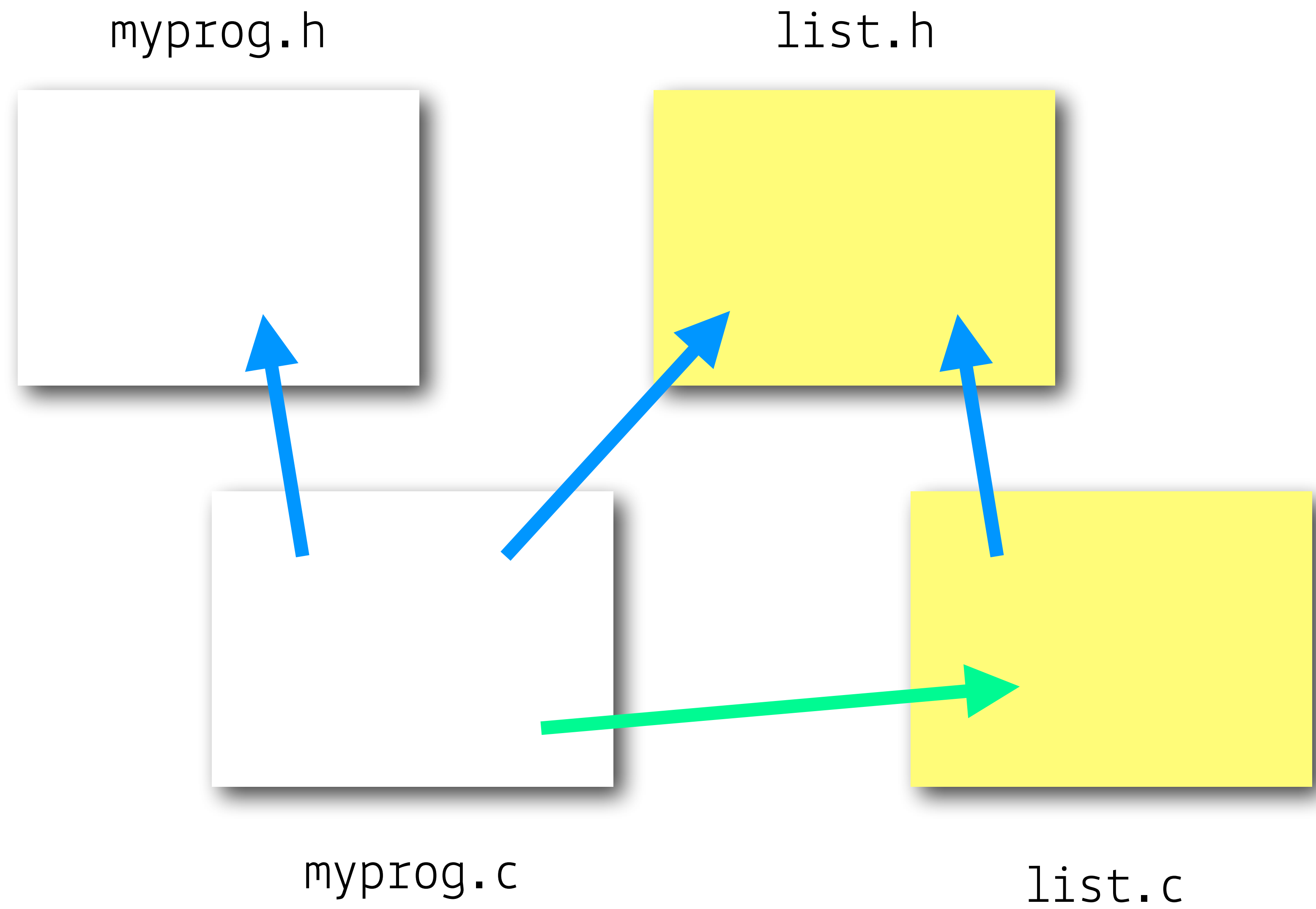
= kompileringsberoende

= länkningsberoende

```
$ gcc -c list.c
```



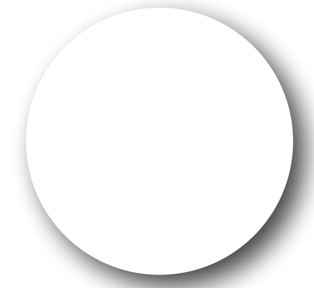
list.o
(objektkod)



= kompileringsberoende

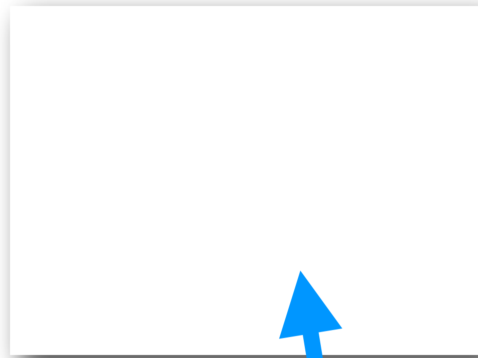
= länkningsberoende

```
$ gcc -c list.c
```

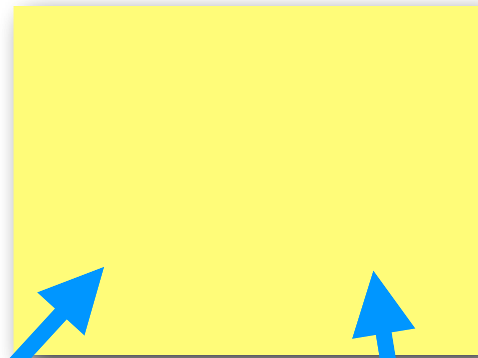


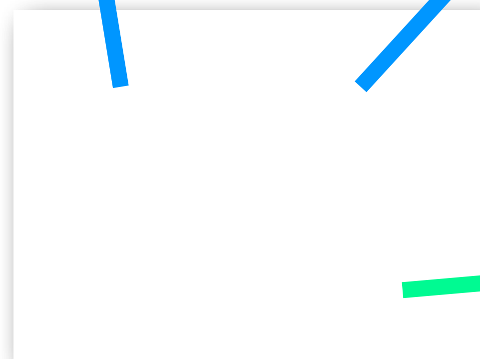
list.o
(objektkod)

myprog.h

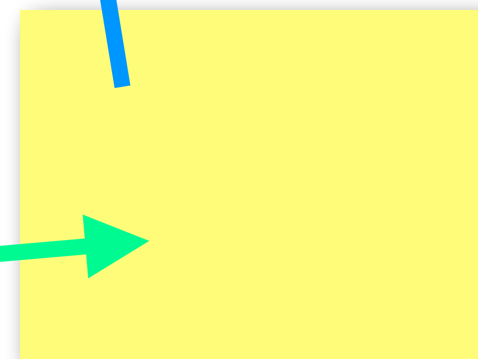


list.h



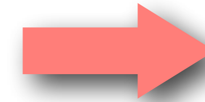


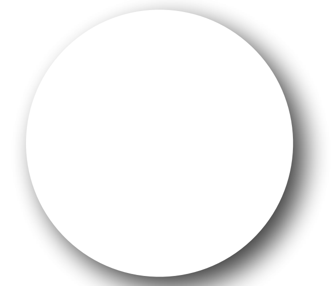
myprog.c



list.c

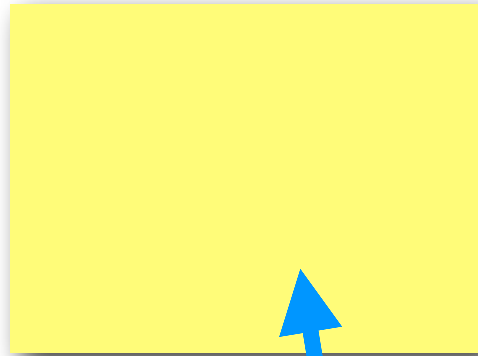
```
$ gcc -c myprog.c
```



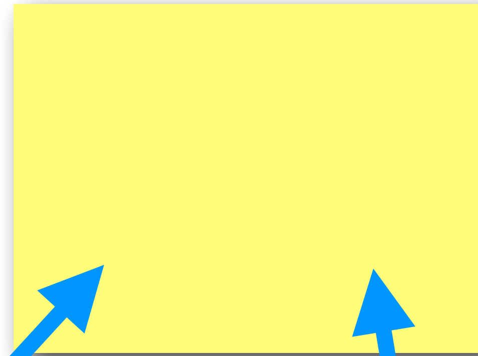


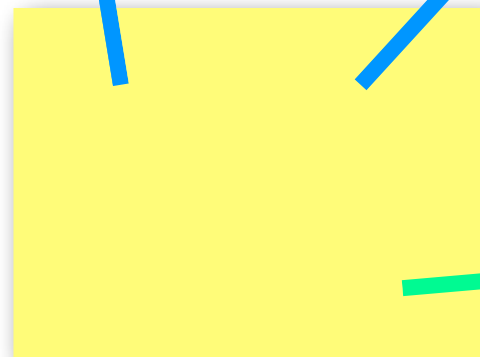
myprog.o
(objektkod)

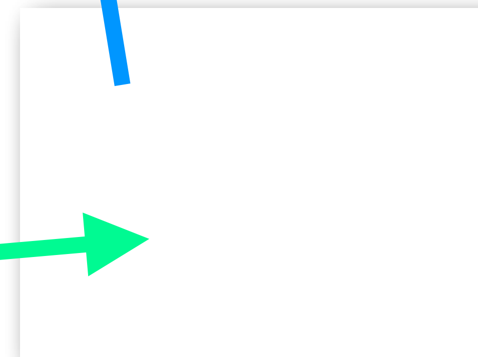
myprog.h



list.h







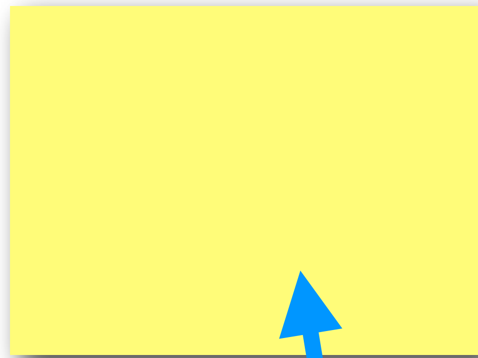
myprog.c

list.c

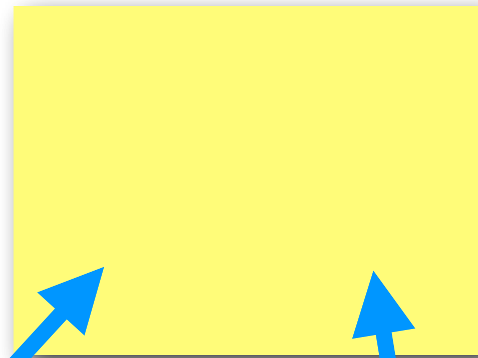
ingen -c

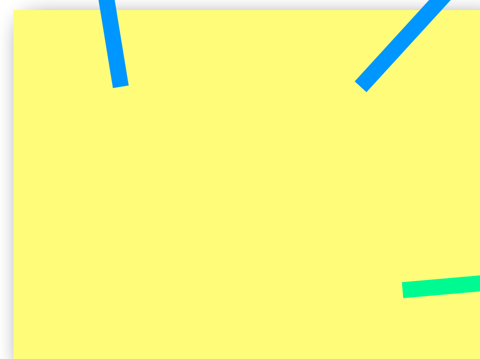
```
$ gcc myprog.c
```

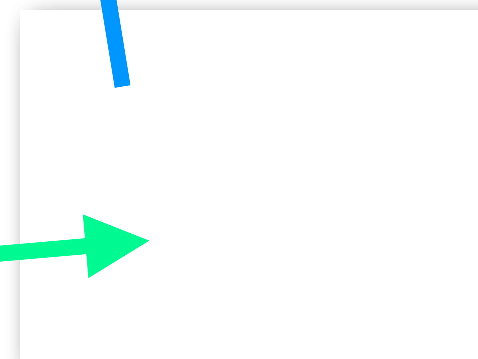
myprog.h



list.h







myprog.c

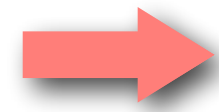
list.c

= kompileringsberoende

= länkningsberoende

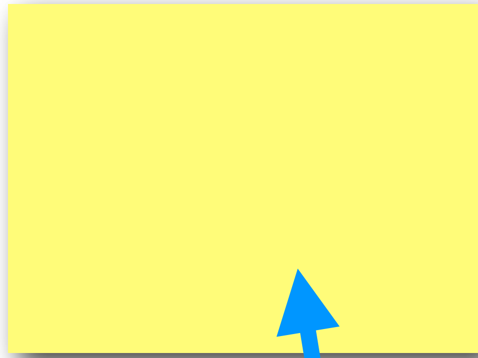
ingen -c

```
$ gcc myprog.c
```

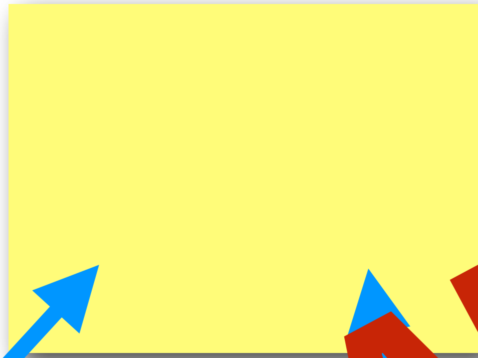


a.out

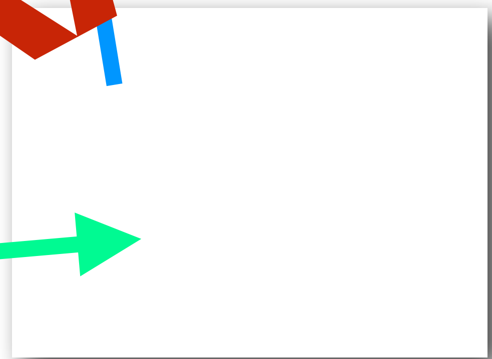
myprog.h



list.h



myprog.c



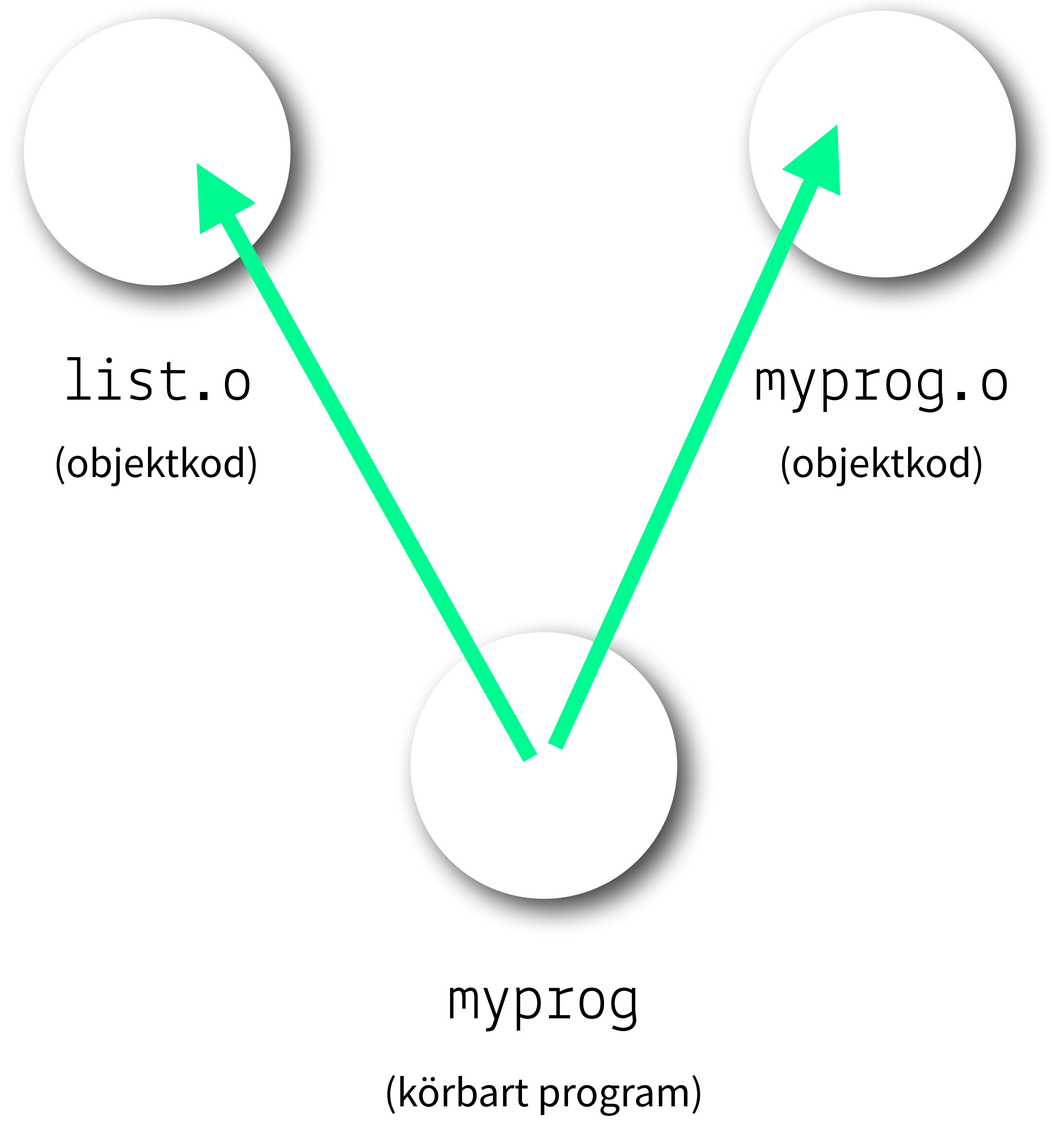
list.c

KOMPILERAR EJ

= kompileringsberoende

= länkningsberoende

```
$ gcc -o myprog list.o myprog.o
```



Coupling och cohesion

- En moduls cohesion är ett mått på utsträckningen i vilken dess åtaganden tillsammans ”ger mening” — ju högre desto bättre
  - Låg cohesion betyder att en modul har väldigt många olika åtaganden
  - Anti-pattern: ”god classes” (god modules)
  - En modul med bara en funktion som utför en sak har maximal cohesion
- Coupling mellan moduler är ett mått på deras ömsesidiga beroende av varandra — lägre är bättre
  - Hög coupling betyder att det är svårt att isolera förändringar
- Designprincip: öka cohesion och minska coupling!

De värsta sorternas coupling och cohesion

- Coincidental Cohesion

  Modulens beståndsdelar är helt orelaterade

- Content/Pathological Coupling

  När en metod använder eller förändrar data inuti en annan modul direkt, utan att gå via dess funktioner

```
commodity_t book = {};
book.cost = -12,50;
int cost_of_book = book.cost;
```

```
commodity_t book = mk_book(...);
set_cost_of_book(book, 12,50);
```

mylogging_system.c

```
void searchMessages(char* msg) { ... }

File openFile(char* fileName) { ... }

char *readFromFile(File file, int size) { ... }

void closeLogFile() { ... }

void flushLogs(char* msg) { ... }

int writeToFile(File file, char *bytes) { ... }

void logMessage(char* msg) { ... }

void deleteMessage(char* msg) { ... }

void openLogFile() { ... }

void setLogFileName(char *fileName) { ... }
```

loggning

filhantering

mylogging_system.c

```
void searchMessages(char* msg) { ... }

File openFile(char* fileName) { ... }

char *readFromFile(File file, int size) { ... }

void closeLogFile() { ... }

void flushLogs(char* msg) { ... }

int writeToFile(File file, char *bytes) { ... }

void logMessage(char* msg) { ... }

void deleteMessage(char* msg) { ... }

void openLogFile() { ... }

void setLogFileName(char *fileName) { ... }
```

loggning

filhantering

logging.c | h

```
void searchMessages(char *msg) { ... }
void closeLogFile() { ... }
void flushLogs(char *msg) { ... }
void logMessage(char *msg) { ... }
void deleteMessage(char *msg) { ... }
void openLogFile() { ... }
void setLogFileName(char *fileName) { ... }
```

```
File openFile(char *fileName) { ... }
char *readFromFile(File file, int size) { ... }
int writeToFile(File file, char *bytes) { ... }
```

file_handling.c | h

Informationsgömning

- En moduls implementationsdetaljer skall inte vara möjliga att observera utifrån

- Designprincip:

  Göm föränderliga detaljer bakom ett stabilt gränssnitt

- Inkapsling är en term som ofta används synonymt med informationsgömning

  Man kan se inkapsling som en teknik, informationsgömning som en princip

Exempel på informationsgömning: en lista

- Något förenklat kan man säga att alla listor tillhandahåller samma tjänster, d.v.s. man kan stoppa in element i listan, ta bort, etc.

  Samma tjänster = samma (stabila) gränssnitt

- Hur listan är implementerad är av oerhörd vikt för icke-funktionella aspekter av ett program, t.ex.

  En lista som är implementerad med en array är mer effektiv att iterera över än en länkad lista pga god lokalitet (map prestanda är den nästan alltid bättre)

  (sällan viktigt!)

  En länkad lista kan vara snabbare att göra insättningar i början på listan än en array eftersom den senare måste ”knuffa alla element ett steg”

- Att byta från en typ av lista till en annan bör inte kräva förändringar mer än på den rad där en lista skapas

Det här är det som är viktigt!

Inkapsling

- Teknik för att dölja implementationsdetaljer för utomstående

    Distinktionen publika / privata funktioner och data

    Inga beroenden av externt data som kan ändras godtyckligt

    Kopiering, ägarskapstyper

- Vissa programspråk har explicit stöd för inkapsling genom kontroll av hur/var delar av deklarationer får användas (dock ej C)

```c
#ifndef __list_h__
#define __list_h__

#include <stdbool.h>

typedef struct list list_t;

list_t *list_new();
void list_append(list_t *, int);
void list_prepend(list_t *, int);
bool list_insert(list_t *, int, int);
bool list_remove(list_t *, int, int *);
int *list_get(list_t *, int);
int *list_first(list_t *);
int *list_last(list_t *);
int list_length(list_t *);

#endif
```

Interfacet implementerat som en länkad lista

```c
#ifndef __list_h__
#define __list_h__

#include <stdbool.h>

typedef struct list list_t;

list_t *list_new();
void list_append(list_t *, in
void list_prepend(list_t *, i
bool list_insert(list_t *, in
bool list_remove(list_t *, in
int *list_get(list_t *, int);
int *list_first(list_t *);
int *list_last(list_t *);
int list_length(list_t *);

#endif
```

```c
#include <list.h>

struct link
{
  int value;
  struct link *next;
};

struct list
{
  struct link *first;
  struct link *last;
};

list_t *list_new()
{
  list_t *result = malloc(sizeof(list_t));
  ...;
```

Interfacet implementerat som en länkad lista

```c
#ifndef __list_h__
#define __list_h__

#include <stdbool.h>

typedef struct list list_t;

list_t *list_new();
void list_append(list_t *, int);
void list_prepend(list_t *, int);
bool list_insert(list_t *, int, int);
bool list_remove(list_t *, int, int *);
int *list_get(list_t *, int);
int *list_first(list_t *);
int *list_last(list_t *);
int list_length(list_t *);

#endif
```

Interfacet implementerat som en länkad lista

```c
#ifndef __list_h__
#define __list_h__

#include <stdbool.h>

typedef struct list list_t;

list_t *list_new();
void list_append(list_t *, int
void list_prepend(list_t *, in
bool list_insert(list_t *, int
bool list_remove(list_t *, int
int *list_get(list_t *, int);
int *list_first(list_t *);
int *list_last(list_t *);
int list_length(list_t *);

#endif
```

```c
#include <list.h>

struct link
{
  int value;
};

struct list
{
  struct link elements[1024];
  int size;
};

list_t *list_new()
{
  list_t *result = malloc(sizeof(list_t));
  result->size = 0;
  ...
```

Interfacet implementerat med en array

```c
void prepend(list_t *list, int elem)
{
  list->first = list_mk_link(list->first, elem);
  if (list->last == NULL) list->last = list->first;
}
```

O(1)

```c
void prepend(list_t *list, int elem)
{
  assert(list->size < 1024);
  for (int i = list->size; i > 0; --i)
    {
      list->elements[i] = list->elements[i-1];
    }
  list->elements[0] = elem;
}
```

O(n)

Prepend för länkad lista och arraylista har samma gränssnitt men har väsentligt annorlunda implementation

```c
struct link
{
  int value;
  struct link *next;
};

struct list
{
  struct link *first;
  struct link *last;
};
```

list.h

OBS! Dessa detaljer skall ej vara här!

```c
void doubleinsert(list_t *list, int e1, int e2)
{
  list->first = list_mk_link(list_mk_link(link->first, e2), e1);
}
```

mybadprog.c

Undermålig inkapsling möjliggör hög coupling och dålig modularisering

```
struct list
{
  struct link elements[1024];
  int size;
};
```

Byte till array-lista…

```
void doubleinsert(list_t *list, int e1, int e2)
{
  list->first = list_mk_link(list_mk_link(link->first, e2), e1
}
```

```
void doubleinsert(list_t *list, int e1, int e2)
{
  list_prepend(list, e1);
  list_prepend(list, e2);
}
```

mygoodprog.c

Förändringssäker implementation.

Framtvingas av korrekt genomförd inkapsling.

Sammanfattning

- Att ett program är korrekt och effektivt är bara två egenskaper av många som ett bra program skall ha
- Använd alltid lämpliga abstraktioner för att göra program överskådliga och enklare att ändra (kontrollabstraktion och dataabstraktion, t.ex.)
- Designprincipen modularisering är ett viktigt verktyg för att bryta ned ett problem i (allt) mindre beståndsdelar som blir enklare att lösa

  Dela alltid upp era program i moduler

- Designprincipen informationsgömning är viktig för att skydda abstraktioner

  Ge en modul ett stabilt gränssnitt (i en .h-fil i C)

- Inkapsling är en viktig teknik för informationsgömning

  Exponera aldrig interna funktioner eller struktdefinitioner i gränssnittet (.h-filen)