Abstraktion, modularisering och informationsgömning

Tobias Wrigstad

tobias.wrigstad@it.uu.se

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

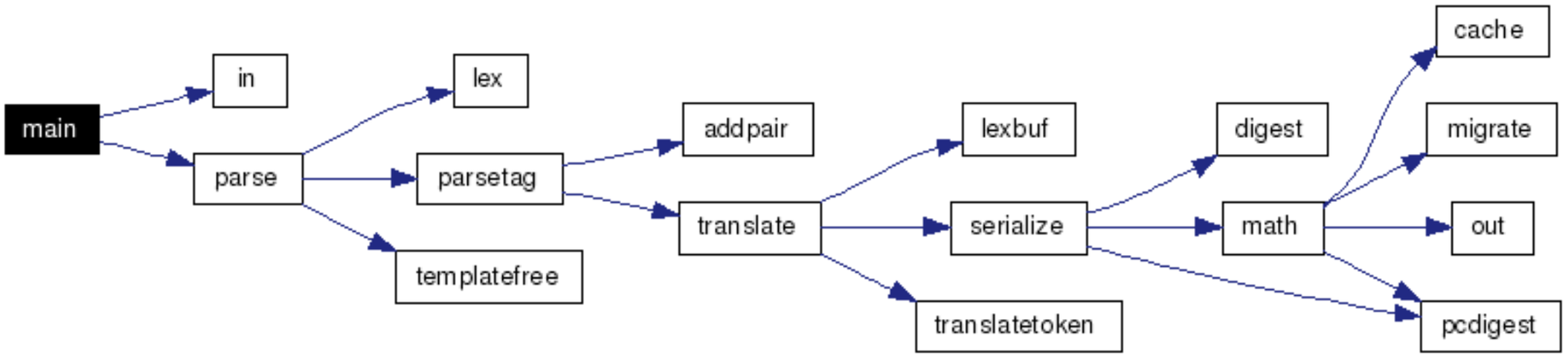
  Stackmekanismen (läs kompendium i kursens repo och stack och heap!) stöder denna grundläggande abstraktion

  Subrutiner utan returvärde – procedurer; med returvärde – funktioner

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

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

Kontrollabstraktion ger översikt



Anropsgraf

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

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 faktiskta 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

Effekten och vikten av abstraktion

- Höga abstraktioner

  \+ förbättrar läsbarheten och överskådligheten

  \+ underlättar utveckling (flexibilitet, förändring)

  – tenderar att förämra prestanda något (varför?!)

- 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)

Fördelar med modularisering

- Många små enheter är enklare än få större att överblicka, navigera & 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, ...
- Process-pragmatika

  Allt som vi måste ha Åsa till att skriva 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

Ett lackmus-test för 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
- 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.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(...) {
...
}
```

UU

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(...);
```

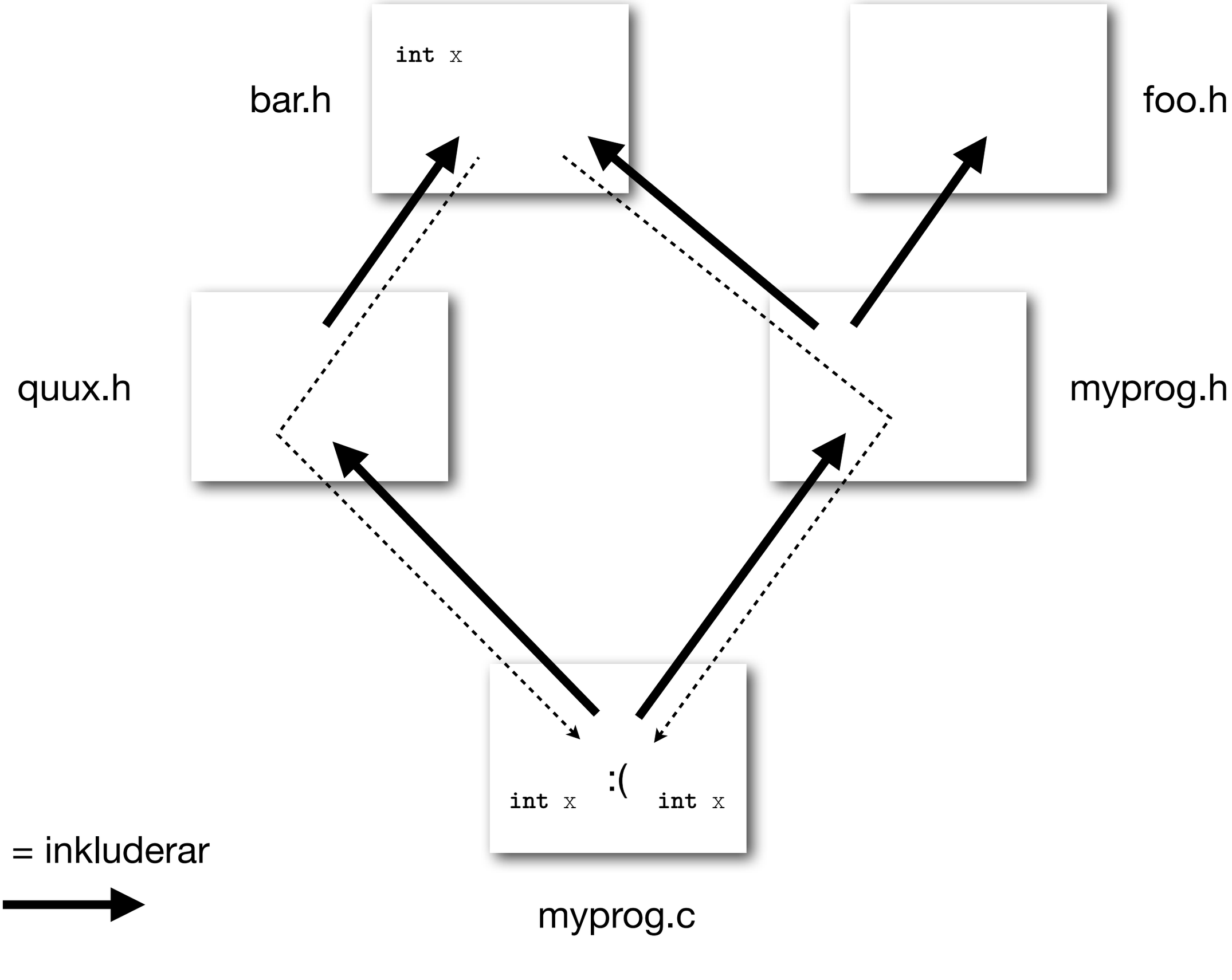
list.c

```
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();


void append(...) {
  ...
}
int length(...) {
  ...
}
int empty(...) {
```

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

UU

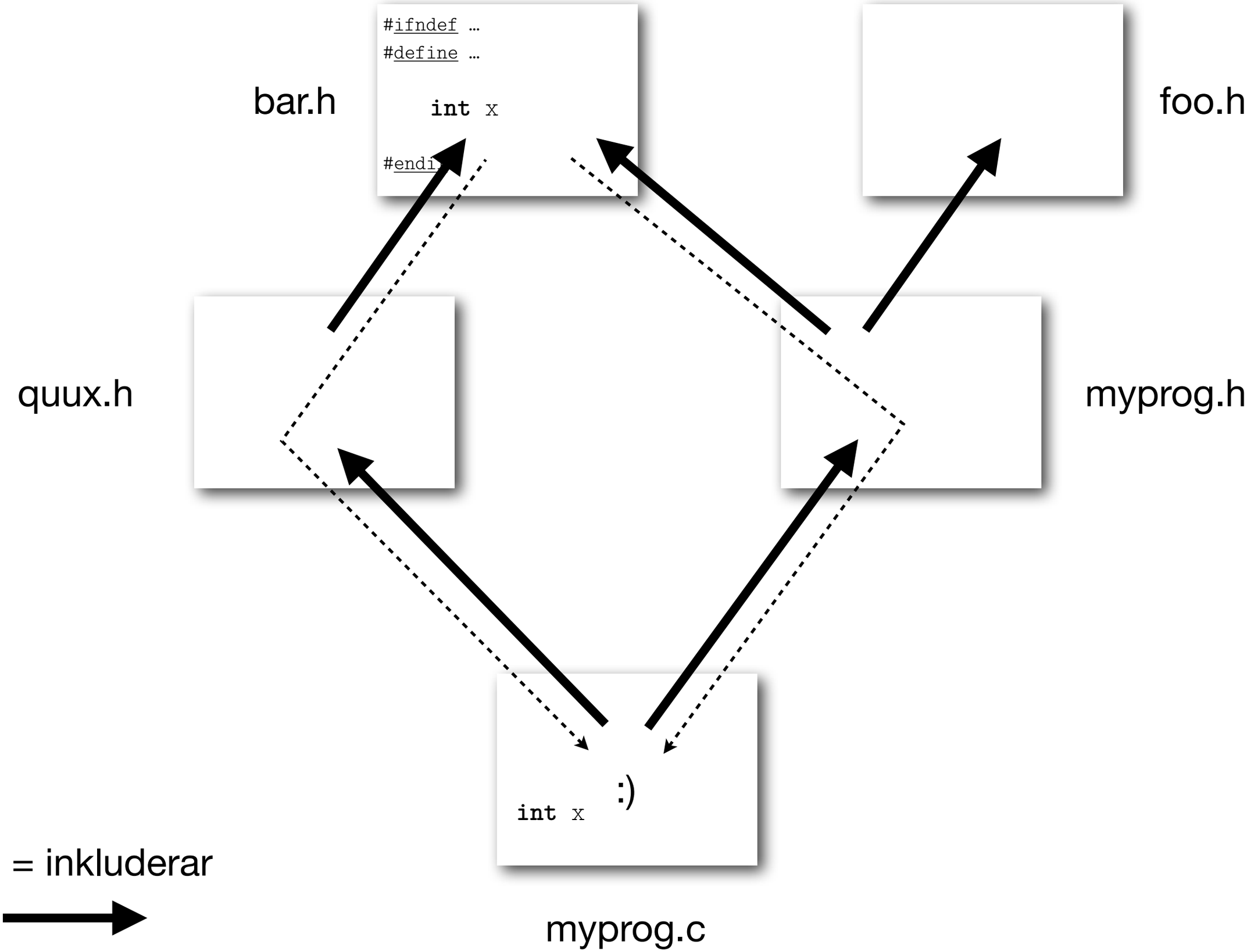
problem med flerfaldig inkopiering…

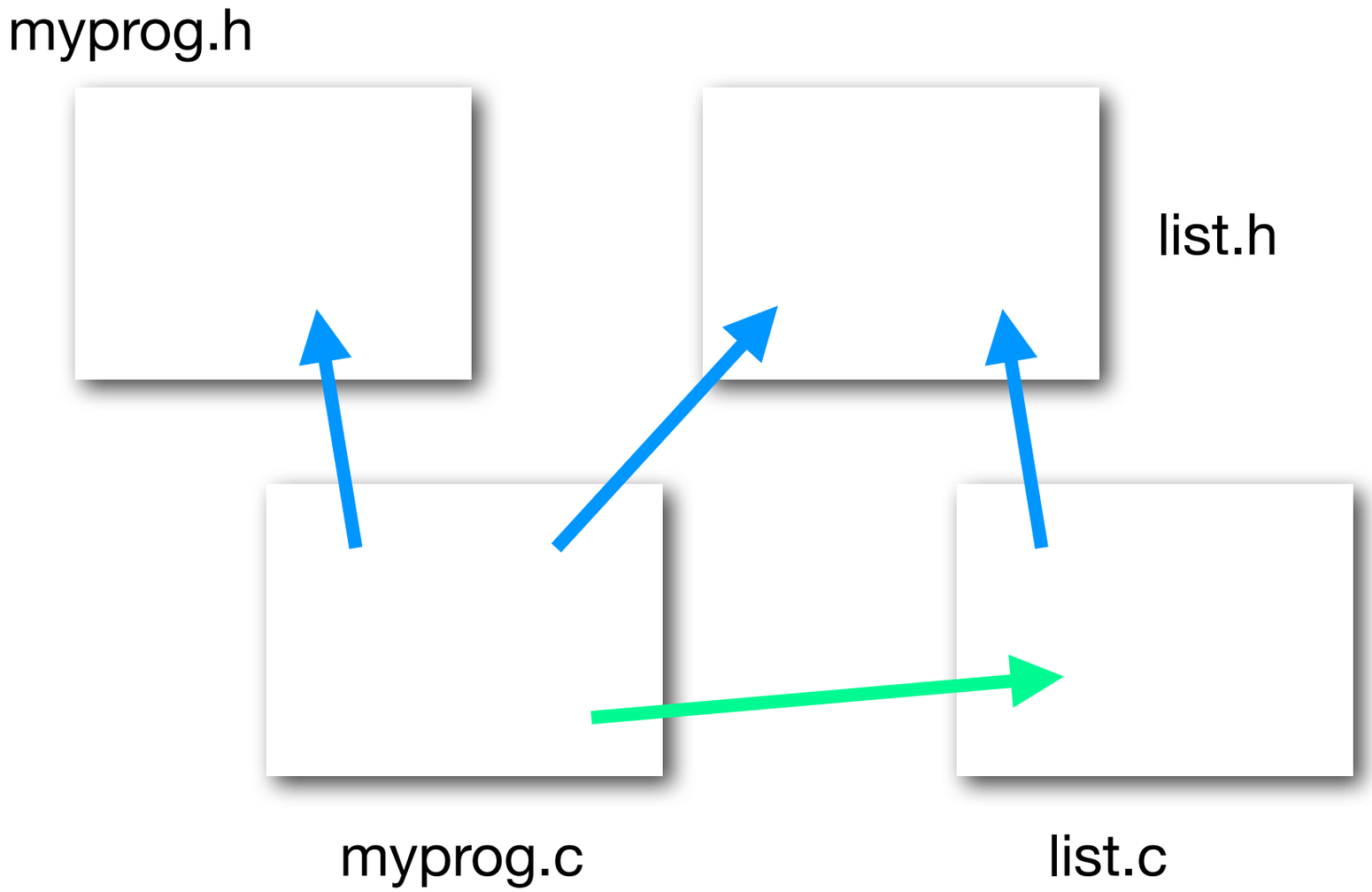


list.h

```
#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
#endi
foo.h
quux.h
myprog.h
int x
:)
myprog.c
= inkluderar



= kompileringsberoende

= länkningsberoende

Separatkompilering och länkning

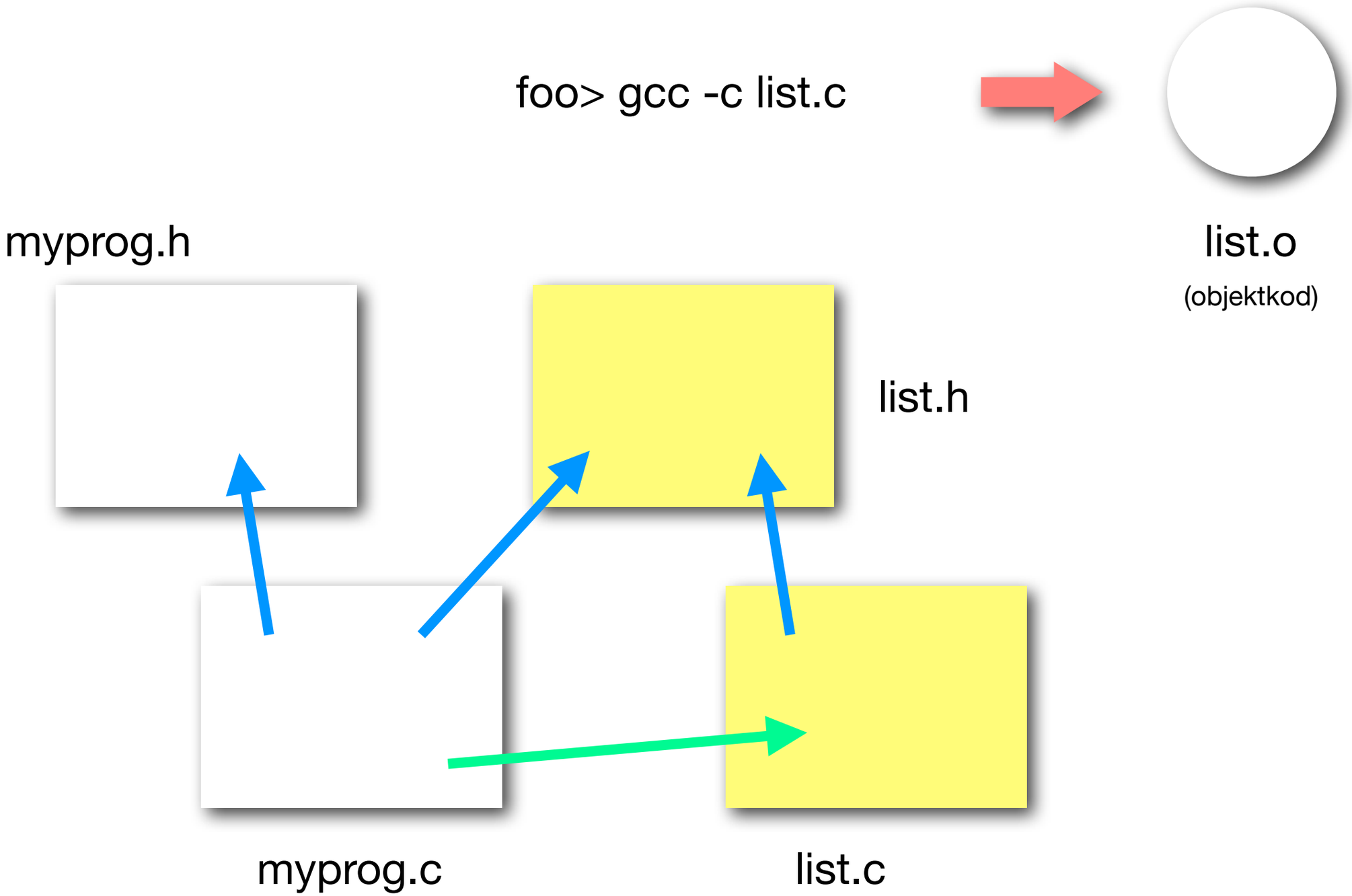
- Separatkompilering producerar ofullständig objektkod
- Möjliggör kompilering av delar av program till objektkod

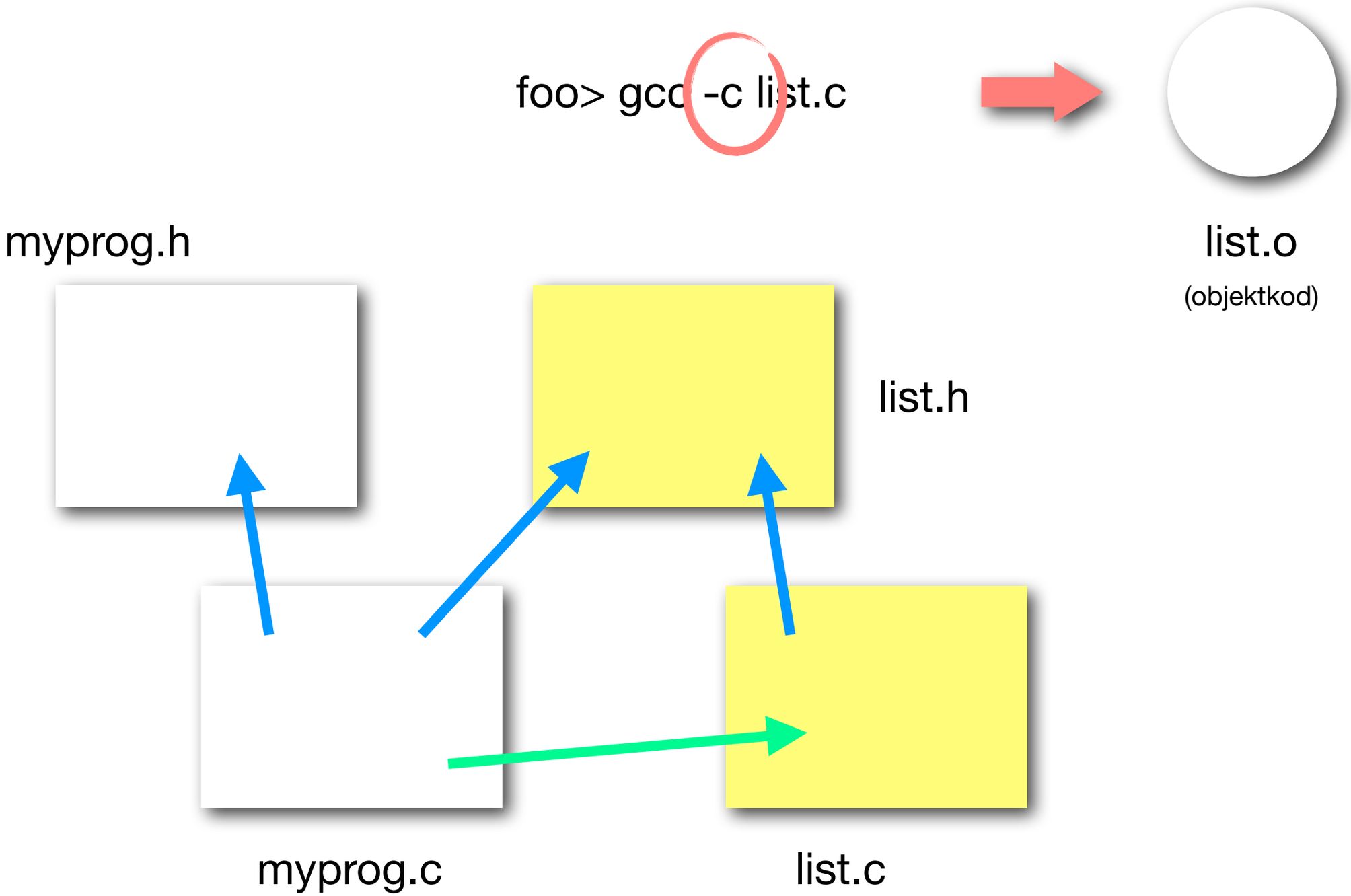
  Kompilering medger statisk felkontroll

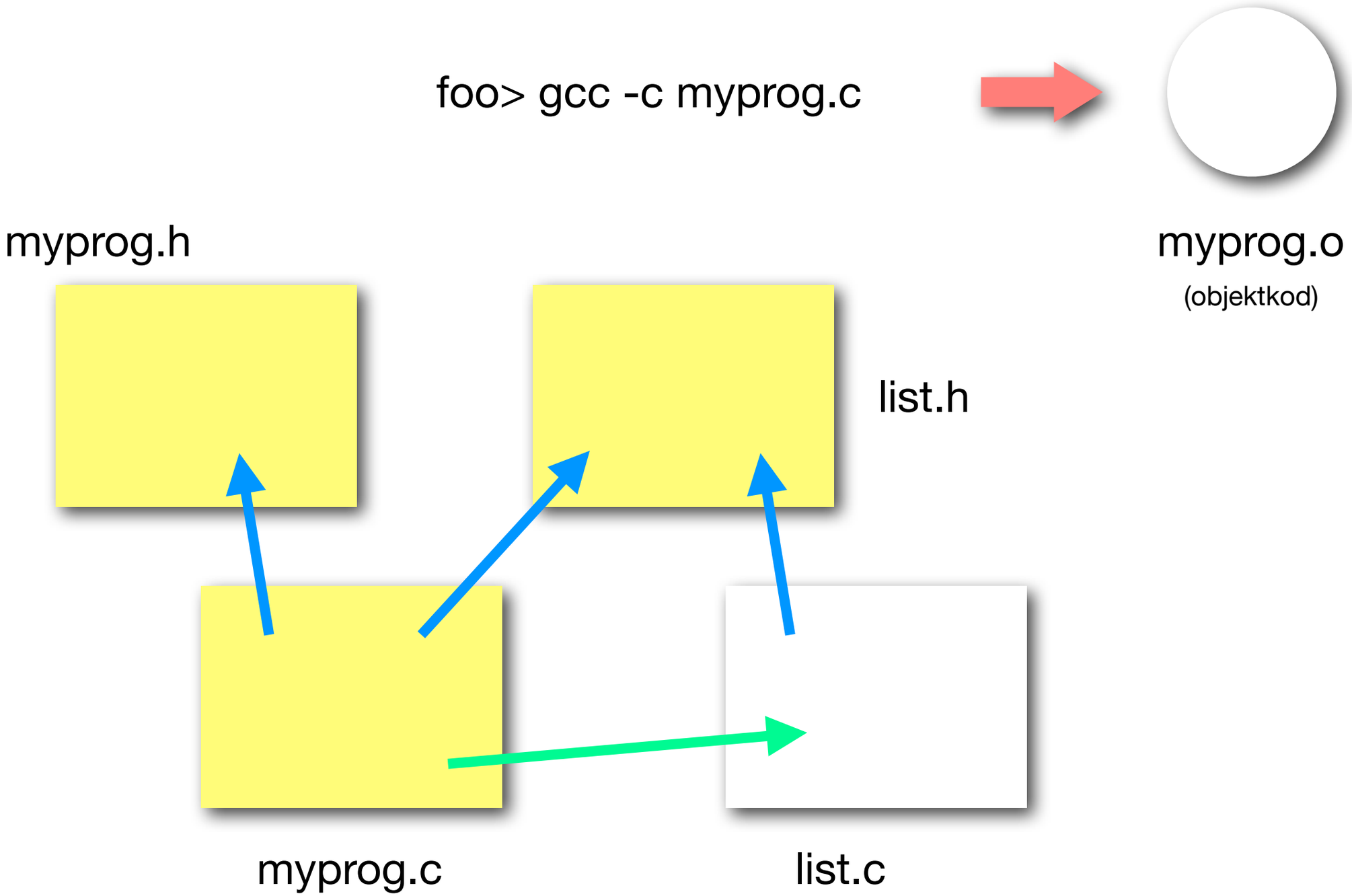
  Objektkoden kan vidare distribueras

- Alla separatkompilerade moduler länkas slutligen ihop till ett körbart program

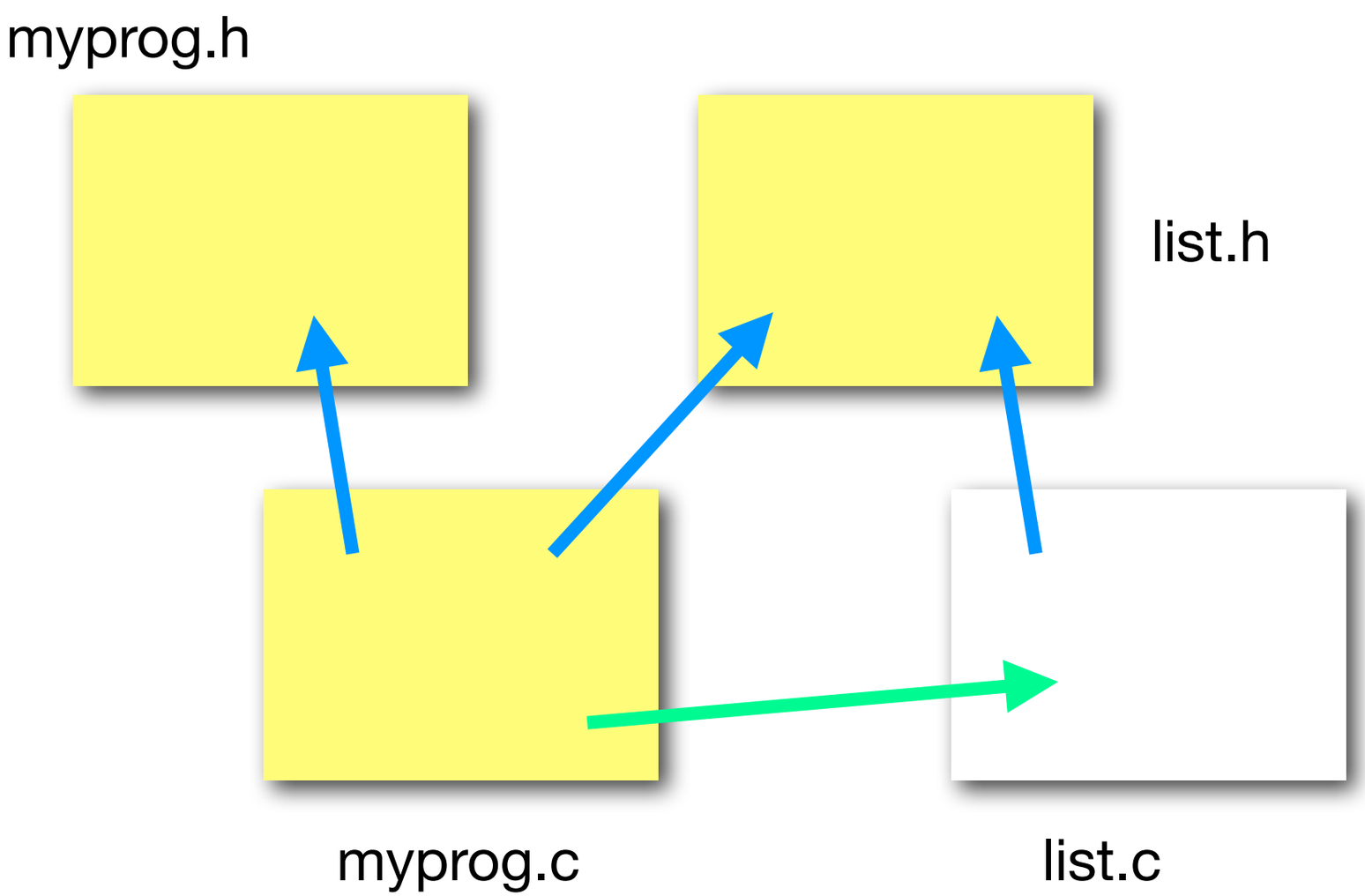
  Länkningen löser ut beroenden mellan modulerna


foo> gcc -c list.c
list.o
(objektkod)
myprog.h
list.h
myprog.c
list.c
= kompileringsberoende
= länkningsberoende


foo> gcc -c list.c
list.o
(objektkod)
myprog.h
list.h
myprog.c
list.c
= kompileringsberoende
= länkningsberoende


foo> gcc -c myprog.c
myprog.o
(objektkod)
myprog.h
list.h
myprog.c
list.c
= kompileringsberoende
= länkningsberoende

foo> gcc myprog.c **kompilerar ej!**

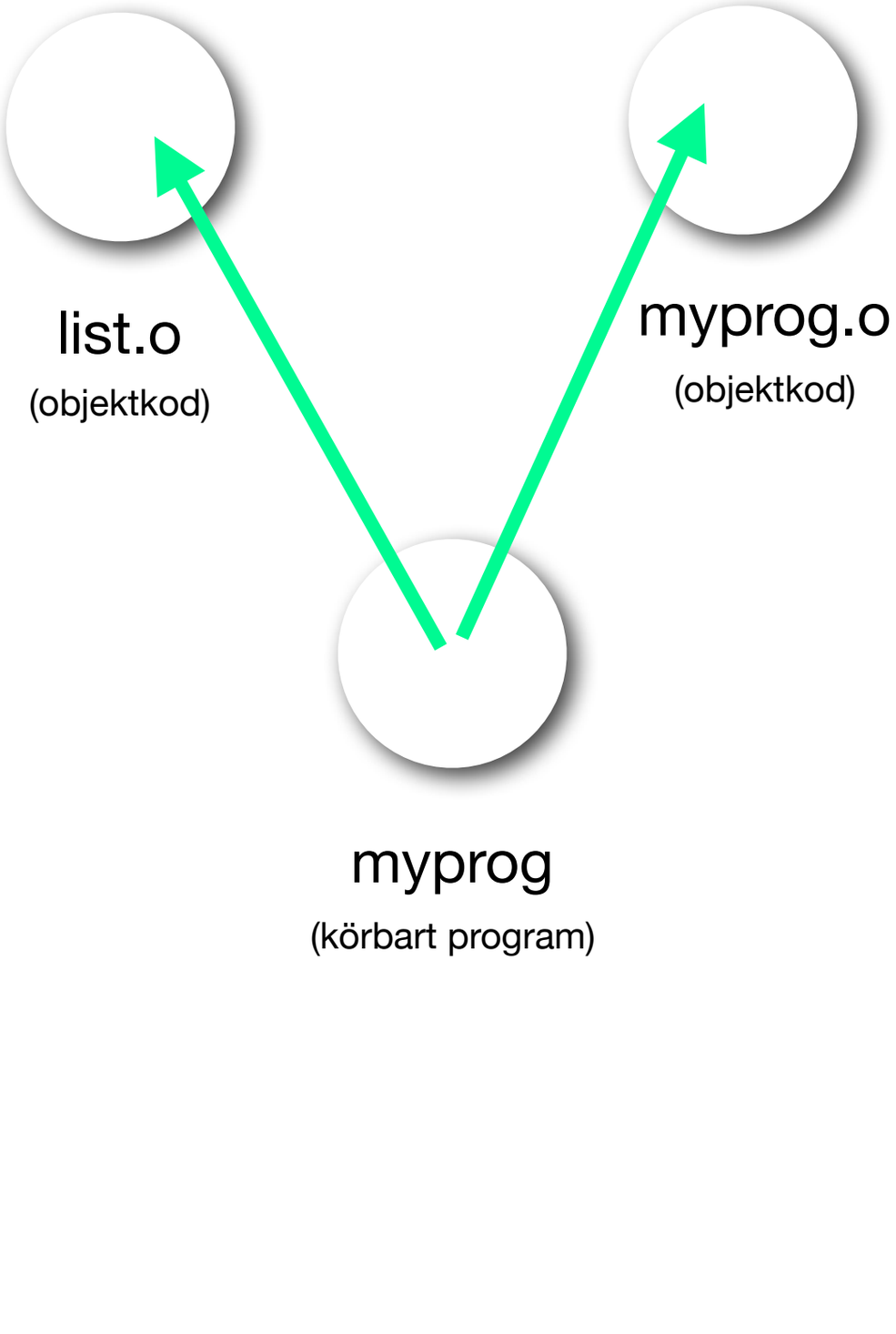


= kompileringsberoende

= länkningsberoende

UU

foo> gcc -o myprog list.o myprog.o



UU

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 beroeende 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

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

UU

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

  En länkad lista är betydligt 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

```c
// list.h
typedef struct list *List;

List mkList();
void append(List, int);
void prepend(List, int);
int get(List, int);
void remove(List, int);
```

```c
// list.c
#include "list.h"
struct link {
  int value;
  struct link *next;
};
struct list {
  struct link *first;
  struct link *last;
};

List mkList() {
  List result = malloc(sizeof(struct list));
  ...
```

Interfacet implementerat som en länkad lista

```c
// list.h
typedef struct list *List;

List mkList();
void append(List, int);
void prepend(List, int);
int get(List, int);
void remove(List, int);
```

```c
// list.c
#include "list.h"
struct list {
  int values[256];
  int largestIndex;
};

List mkList() {
  List result = malloc(sizeof(struct list));
  ...
```

Interfacet implementerat som en array

```
void prepend(List list, int value) {
  list->first = mkLink(list->first, value);
  if (list->last == NULL) {
    list->last = list->first;
  }
}
```

O(1)

```
void prepend(List list, int value) {
  if (list->largestIndex > 0) {
    for (int i=largestIndex; i>0; --i)
      list->values[i] = list->values[i-1];
  }
  list->values[0] = value;
}
```

O(*n*)

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

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
// list.h
struct link {
  int value;
  struct link *next;
};

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

```c
// myprog.c
#include "list.h"

void doubleinsert(List list, int v1, int v2) {
  list->first = mkLink(v1, mkLink(v2, list->first));
}
```

UU

Undermålig inkapsling möjliggör hög coupling och dålig modularisering

```c
// list.h
struct list {
  int values[256];
  ...
};
```

Byte till array-lista…

```c
// myprog.c
#include "list.h"

void doubleinsert(List list, int v1, int v2) {
  list->first = mkLink(v1, mkLink(v2, list->first));
}
```

UU

```c
// myprog.c
#include "list.h"

void doubleinsert(List list, int v1, int v2) {
  prepend(v1);
  prepend(v2);
}
```

Bättre och **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)