F03A - Organisation av C-kod 5DV149 Datastrukturer och algoritmer Programmeringsbok i C

Niclas Börlin niclas.borlin@cs.umu.se

2024-01-18 Tor

Niclas Börlin - 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

1 / 17

Funktionsdeklarationer och -definitioner (2)

- ► En funktions-definition berättar vad funktionen gör.
- ▶ Den innehåller också funktionens kropp

```
_ code/list.c
112
         * list_next() - Return the next position in a list.
113
         * @l: List to inspect.
114
         * Op: Any valid position except the last in the list.
115
116
117
         * Returns: The position in the list after the given position.
                    NOTE: The return value is undefined for the last position.
118
119
        list_pos list_next(const list *1, const list_pos p)
120
121
122
                return p->next;
```

Funktionsdeklarationer och -definitioner (1)

- ► En funktions-deklaration berättar för kompilator att en funktion finns.
- Den berättar vad funktionen har för:
 - 1. Namn.
 - 2. Typ på returvärde.
 - 3. Parametrar (antal, ordning och typ men behöver ej namn).
- **Exempel**:

```
list_pos list_next(const list *1, const list_pos p);
```

- list_next är en funktion som tar två parametrar:
 - den första parametern är av typen const list *.
 - den andra parametern är av typen const list_pos.
- ▶ list_next returnerar ett värde av typen list_pos.
- Notera det avslutande semikolonet!

Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

2 / 17

Funktionsdeklarationer och -definitioner (3)

- Funktionsdeklarationer får upprepas.
 - ▶ Måste komma före användande av (anrop till) funktionen.
- Funktionsdefinitionen får bara förekomma en gång.

Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 3 / 17 Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 4 / 17

Organisation av C-kod

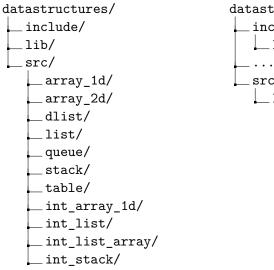
- ► För projekt som implementeras i språket C är det vanligt att definitioner av funktioner som hör ihop samlas i en kodfil, t.ex. list.c.
 - Det kallas ibland för en modul.
 - ▶ I vårt fall motsvarar modulen datatypen Lista.
- ▶ Dessutom skapas en s.k. header-fil (.h-fil) där varje publik funktion deklareras, t.ex. list.h.
- Header-filerna kan sägas specificera modulens (datatypens) gränssnitt.

Niclas Börlin - 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

5 / 17

Mappstruktur för kodbasen



```
datastructures/
__include/
__list.h
__...
__src/
__list/
__list.c
__list_mwe1.c
__list_mwe2.c
__list_test1.c
__list_test2.c
```

Mappstruktur

- ▶ Det är vanligt att strukturera koden i mappar på följande sätt:
 - include/innehåller.h-filerna.
 - ▶ lib/ innehåller biblioteksfiler.
 - bin/ kompilerade filer läggs hit.
 - src/ toppkatalog för källkoden
 - ▶ list/ kod för list-modulen
 - dlist/ kod för dlist-modulen
 - stack/ kod för stack-modulen
- För små projekt kan all kod samlas i en katalog src/.

Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

6 / 17

Header-filer (.h-filer) (1)

► Välskrivna headerfiler innehåller förutom deklarationerna av funktioner också en hjälptext som förklarar det användaren behöver veta för att kunna använda funktionen på rätt sätt.

```
75

76

* list_next() - Return the next position in a list.

* Ol: List to inspect.

* Op: Any valid position except the last in the list.

* 80

* Returns: The position in the list after the given position.

* NOTE: The return value is undefined for the last position.

* */
```

▶ Dessutom innehåller .h-filerna vanligen definitioner av publika typer och konstanter som hör ihop med modulen.

```
32  // List type.
33  typedef struct list list;
34  // List position type.
35  // List position type.
36  typedef struct cell *list_pos;
```

Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 7 / 17 Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 8 / 17

Header-filer (.h-filer) (2)

► För att undvika att samma definitioner inkluderas flera gånger innehåller .h-filer vanligen #ifndef-direktiv (if not defined):

Niclas Börlin - 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

9 / 17

Kod som använder modulen (2)

- ► Källkodsfilerna kan vara med ett huvudprogram med en main()-funktion eller en annan modul som använder Lista.
- Efter include-direktivet kommer alla funktionsdeklarationer, definierade konstanter och typer som finns i header-filen bli tillgängliga.

Kod som använder modulen (1)

 Källkodsfiler som ska använda modulens funktioner/konstanter/typer använder kompilatordirektivet

```
#include <list.h>

eller
```

#include "list.h"

till att inkludera innehållet i headerfilen vid kompileringen.

- ► Ett include-direktiv
 - på formen #include tist.h> söker efter .h-filen på standardställen.
 - på formen #include "list.h" söker dessutom i aktuell katalog.
- ► Vanligen använder man den senare versionen bara på kod man skrivit själv och som ligger i samma katalog som C-filen.

Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

10 / 17

Kod som använder modulen (3)

När kompilatorn hittar anrop till funktionerna som deklarerats i list.h så kan den kontrollera att parametertyper, ordning och antal samt returtyp är korrekt.

```
list *1 = list_empty(NULL);
```

- ► Kompilatorn kontrollerar ungefär detta:
 - 1. list_empty() tar en parameter av typen Z.
 - 2. NULL går att konvertera till typen Z.
 - 3. list_empty() returnerar ett v\u00e4rde av typen list *.
 - 4. list * går att konvertera till den typ som variabeln 1 har.
- Dessutom genererar kompilatorn anropskod till funktionen, ungefär
 - 1. Konvertera NULL till typen Z och lägg på stacken.
 - Anropa funktionen list_empty().
 - 3. Konvertera returvärdet till list * och stoppa i variabeln 1.

Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 11 / 17 Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 12 / 17

Kod som använder modulen (4)

Glömmer man bort att inkludera header-filen brukar man få fel av typen unknown type name eller varningar av typen implicit declaration of function:

► Kom ihåg att kontrollera det första felmeddelandet/varningen!

Niclas Börlin - 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

13 / 17

Kompilering av flera filer

► Vid kompilering av flera filer så måste alla C-filer som ska kompileras anges.

```
\verb"gcc file1.c file2.c \dots
```

- Header-filer ska inte inkluderas i listan.
 - I stället ska sökvägen till mapparna som innehåller include-filerna anges med flaggan −I
- Om vi till exempel vill kompilera exempelfilen list_mwe1.c så måste vi lägga till list.c

```
cd .../src/list
gcc -I ../../include/ -o list_mwe1 list_mwe1.c list.c
```

► Glömmer vi att lägga till list.c så kommer länkaren att ge oss felmeddelanden av typen *undefined reference*:

```
/usr/bin/ld: /tmp/ccKrG8Zg.o: in function `main':
list_mwel.c:(.text+0x84): undefined reference to `list_empty'
/usr/bin/ld: list_mwel.c:(.text+0xac): undefined reference to `list_first'
/usr/bin/ld: list_mwel.c:(.text+0xc2): undefined reference to `list_insert'
```

Koden som definierar funktionerna i modulen

► Källkodsfilen (här: list.c) som innehåller definitionerna till funktionerna i modulen ska också innehålla

```
#include <list.h>
```

- ▶ Det är inte ett krav från kompilatorn men riskerar att skapa svårupptäckta buggar om det utelämnas.
- ▶ I ett senare skede av kompileringen så "länkas" den kompilerade koden av funktionen in (den exakta adressen i minnet på funktionen läggs till).
- Länkaren byter ut anropskoden från
 - 2. Anropa funktionen list_empty().
 till
 - 2. Anropa funktionen på adress 0x4800ef34 (typ).

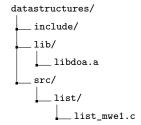
Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

14 / 17

Biblioteksfiler (1)

- Om vi använder moduler som använder andra moduler så blir det snabbt jobbigt att hålla reda på vilka källkodsfiler vi behöver.
- Då finns det sätt att använda biblioteksfiler som innehåller halvkompilerade versioner av källkodsfilerna (s.k. objektfiler).
- ► Dessa biblioteksfiler lagras vanligen i en mapp lib/



Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 15 / 17 Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C F03 — Dynamiskt minne i C 16 / 17

Biblioteksfiler (2)

► Vid kompileringen används då flaggan –L för att tala om sökvägen till

biblioteksmappen och -1 för att ange vilka bibliotek man vill ha.



Niclas Börlin — 5DV149, DoA-C

F03 — Dynamiskt minne i C

17 / 17