

Modulaarinen ohjelmointi

Luento 9
10.10.2007

Modulaarisuuden hyödyt

- n Jako osiin + selkeät ja yksinkertaiset rajapinnat => koko ohjelman rakenne selkeämmäksi
- n Ohjelmisto voidaan toteuttaa projektityönä: eri henkilöt ohjelmoivat eri osat
- n Testaus voidaan aloittaa hyvin varhaisessa vaiheessa
- n Ylläpito helpottuu: muutokset vain tarvittaviin kohtiin eli joihinkin funktioihin
- n Koodin uudelleenkäyttö: standardikirjastot, omat kirjastot
 - n Kerran ratkaistu ja koodattu, voidaan käyttää monta kertaa

Sisältö

- n Modulaarisuus C:ssä
- n Käännösyksikkö ja otsaketiedosto
- n Makefile

Modulaarinen ohjelmointi ja C-kieli

- n C ei varsinaisesti tue modulaarista ohjelmointia (vertaa esim. Modula)
- n C:ssä on piirteitä, joiden avulla ohjelman modulaarisuus voidaan toteuttaa
 - n funktiot ja niiden protyytit
 - n otsaketiedostot (header files)
- n Näitä piirteitä sopivasti käyttämällä saadaan C:ssä toteutettua modulaarinen ohjelma tehokkaasti

n `Toiminnon toteutus` `ó` `toiminnon käyttö`

Pilotetaan käyttäjältä tarkat ohjeet käyttämiseen

Ison ohjelman toteuttaminen

- n Kokonaisuus on jaettava hallittaviin osiin
- n Toiminnallisia kokonaisuuksia (Java: luokat)
 - n Syöttö ja tulostus
 - n Virheiden käsittely
 - n Tietyn toiminnan tai rajatun tehtävän toteuttaminen
- n Osien väliset rajapinnat eli parametrit ja paluuarvot
 - n Selkeästi määriteltyjä
 - n Vähän riippuvuuksia eri osien välillä

Modulaarisuus on keino hallita monimutkaisuutta!
Moduulit toteuttavat abstraktion, kapseloinnin ja informaation piilottamisen.

C:n piirteitä modulaariseen ohjelmointiin

- n funktiot
 - n Ohjelma jaetaan useaksi pienehköksi funktioksi, joista kukin suorittaa tietyn toimenpiteen
 - n – noin 20 riviä kommentteineen on sopiva funktion koko, sillä näkyy helposti kokonaan näytöllä
 - n Valmiit kirjastofunktiot: standardikirjaston funktiot tai omat kirjastofunktiot käytettävissä
 - n Pääohjelma main lähinnä koostuu funktiokutsuista
 - n Lisähierarkia: funktiot voivat kutsua toisia funktioita
- n funktioiden esittelyt eli protyytit
 - n Funktio on määriteltävä tai esiteltävä ennen käyttöä
 - n Kääntäjä voi tarkistaa oikean käytön
- n otsaketiedostot
 - n Sisältävät tietoja, joita ohjelmat tarvitsevat voidakseen käyttää muualla määriteltyjä funktioita
 - n `#include <stdio.h>`

Pienehkön ohjelman modulaarinen rakenne

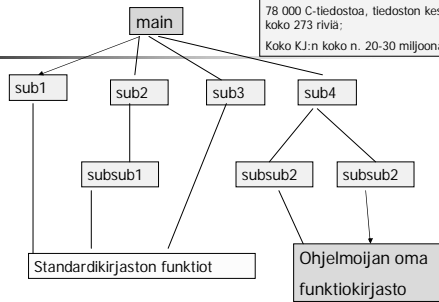
- n #include-määrittelyt kirjastofunktioiden liittämiseksi
 - n voivat sisältää toisia includeja
- n vakiomäärittelyt, tyyppiesittelyt
 - n helpompi hallita: löytää ja muuttaa
- n Ohjelman funktioiden prototyypit eli niiden esittelyt
 - n Näin määritellään ennen käyttöä
- n Pääohjelma main (joka ohjelmassa ainakin yksi)
 - n ja sen funktiokutsut
- n Ohjelman funktioiden määrittelyt

Kooditiedostot muodostavat C:n moduulin

- n C:n funktiot ovat globaaleja, kaikkialta ohjelmasta kutsuttavissa
 - n Eivät sellaisenaan yhdessä tiedostossa tarjoa
 - n riittävää kapselointia
 - n toteuttamisen, muuttamisen, kaantamisen ja yllapidon joustavuutta
- n Toteutuksen ja käytön erottava moduuli syntyy, kun
 - n kootaan joukko yhteenliittyviä funktioita samaan kooditiedostoon (jokunimi.c) = moduulin toteutus
 - n ja näiden funktioiden prototyypit ja muu muiden moduulien käyttöön tarkoitettu data otsaketiedostoon (jokunimi.h) = moduulin rajapinta

Entä kun funktioita on hyvin paljon ja niitä toteuttavat eri projektyhmittä ja useat ihmiset?

Linux: yltimessä 2.4 miljoonaa koodiriviä; lästä 1.4 milj. riviä eri laitteiden ajureita varten
78 000 C-tiedostoa, tiedoston keskim. koko 273 riviä;
Koko KJ:n koko n. 20-30 miljoona riviä



Modulaarisuus funktioiden tasolla

Kapselointi: static -

- n Määrittelee talletusluokkaa ja näkyvyyttä (scope)
 - n Paikalliset muuttujat
 - n Funktion paikallisille muuttujille varataan tilat pinosta. Ne ovat käytettävissä vain funktion suoritusajan.
 - n static-määrittely => vain funktion sisällä käytettävissä, mutta säilyttävät arvonsa käyttökerrasta toiseen (esim.käyttökertalaskuri)
 - n Globaalit muuttujat ja funktiot
 - n static-määrittely rajaa näkyvyyden siihen tiedostoon, jossa ne ovat määritellyt
 - n Mahdollistaa datan piilottamisen

Isohko ohjelma tai projekti

- n Yhteenkuuluvat funktiot omiksi tiedostoiksi eli käännoyksiköiksi => moduuli
 - n Linuxin koodi
- n Kukin käännoyksikkö voidaan kääntää ja testata erikseen
 - n => objektimoduuli
- n Ajettava ohjelma saadaan, kun erikseen käännetty objektimoduulit linkitetään yhteen
- n Erikseen kunkin moduulin lähdekooditiedosto ja otsaketiedosto => joustavuutta kääntämisessä
 - n Ei tarvitse kääntää turhaan objektimoduulin koodia
 - n Otsaketietojen liittäminen riittää

Kapselointi:

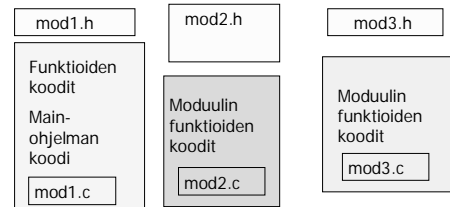
"estä tiedon vuotaminen ulkopuolelle"

- n Kapseloidaan moduulin muuttujia ja funktioita
 - n static => eivät ole käytettävissä moduulin ulkopuolella
 - n Hyvä käytäntö jotenkin erottaa nimestä tällaiset muuttujat ja funktiot
 - n funktiota edeltää static-määre
 - n static void e_append_0; /* kuuluu editor.h-tiedostoon */
 - n Globaalia muuttujaa edeltää static-määre
 - n static int e_flag_ = 0; /* tämä samoin */
 - n static muuttaa sen, kuinka linkittäjä käsittelee muuttujaa
- n Huom! C:ssä kapselointiyksikkönä on tiedosto! Javassa objekti.

extern-määrittely

- n Funktioiden esittelyssä oletusarvona => voidaan jättää pois
- n Yhteiskäyttöiset muuttujat
 - n Harvoin todella tarpeen ja hyödyllisiä
 - n `extern int myErrorNo`
 - n Linkittäjä: kaikki viittaukset kohdistuvat samaan muuttujaan, vaikka olisivat eri tiedostoissa
 - n Globaalin muuttujan static-määrittely => vain samassa tiedostossa kaikki viittaukset kohdistuvat samaan muuttujaan. Toisen tiedoston viittaukset kohdistuvat toiseen muuttujaan.

Käännösmoduulit



Vaikutus linkittäjän toimintaan

- n Ohjelmassa voi olla useita samannimisiä muuttujia (esim. i,j) ja linkittäjän täytyy tietää, milloin kyseessä on viite yhteen ja samaan muuttujaan ja milloin taas eri muuttujiin
- n muuttujien linkkiytymistapa (linkage)
 - n ulkoinen (external): ulomalla tasolla määritelty
 - n Yhteiskäyttöisiä, usean tiedoston sisällä viittaavat aina yhteen ja samaan olioon
 - n ei mitään: funktion sisällä määritelty
 - n Linkittäjän kannalta aina eri olioita
 - n sisäinen (internal): const-määritelty muuttujat, rakenteiset tyypit (struct, union, enum)
 - n Yhden tiedoston sisällä viittavat aina samaan olioon, eri tiedostoissa eri olioihin
- n static ja extern muuttavat linkkiytymistapaa
 - n static muuttaa ulkoisen sisäiseksi
 - n extern muuttaa ulkoiseksi

Kooditiedosto (.c)

- n Sisältää yhteenkuuluvien, jollakin tavoin samaan kokonaisuuteen liittyvien funktioiden koodin
 - n Kukin funktio suorittaa jonkun tietyn toiminnon esim.
 - n syöttötietojen käsittely
 - n tulostukset
 - n varsinaisen tietojen käsittelyn ja muokkaamisen:
 - n laskenta, lajittelu, jne
 - n virheiden käsittely
 - n Jne
- n Yhdessä kooditiedostossa main
- n Muiden moduulien käyttöön tarkoitettu informaatio kootaan otsaketiedostoksi
 - n Pyritään pitämään suhteellisen pienenä
- n Eri moduulit suhteellisen riippumattomiksi toisistaan

Globaalit muuttujat

- n Ohjelmassa funktion ulkopuolella määritelty muuttujat ovat globaaleja
 - n koko ohjelmassa käytettävissä määrittelynsä jälkeen
 - n elinikä sama kuin koko ohjelmalla
 - n alustetaan nollassi
- n C:ssä tulee käyttää hyvin harkiten ja pyrkiä välttämään käyttämistä
 - n Funktiokutsut eivät saa muuttaa globaaleja muuttujia
 - n Seuraa vaikeuksia: testaus, virheiden jäljitys, ylläpito
 - n Dokumentoitava huolellisesti
- n Määriteltävä yhdessä käännösyksikössä ja liitettävä .h -tiedostoon (extern int globalvar)

Vastaa Javan rajapintaa (interface)

Otsaketiedosto

- n Sisältää:
 - n funktioiden esittelyt (prototyypit)
 - n Makrot
 - n vakioiden määrittelyt (const)
 - n Dokumentoinnin: kaikki mitä käyttäjän tarvitsee tietää osatakseen käyttää
 - n Ei mitään pelkästään toteutukseen liittyvää
- n esikäantäjä liittää otsaketiedoston moduuliin
 - n `#include <stdio.h>`
 - n standardikirjaston funktion prototyypit moduuliin
 - n `#include "oma.h"`
 - n Samassa hakemistossa olevan oman otsaketiedoston liittäminen

Header files usually ONLY contain definitions of data types, function prototypes and C preprocessor commands.

makefile

- n Ohjelmassa on useita moduuleja. Kukin moduuli eli käännösyksikkö omassa tiedostossaan, kirjastofunktiot omassa tiedostossaan
- n Käännösyksiköt käännetään erikseen ja linkitetään sitten yhteen
 - n `gcc -c main.c` tekee objektitiedoston `main.o`
 - n `gcc -c mod1.c` => `mod1.o`
 - n `gcc -c mod2.c` => `mod2.o`
 - n `gcc -o ohjelma main.o mod1.o mod2.o` linkittää objektitiedostot suoritettavaksi ohjelmaksi

makefile:n laatiminen

Eräs skriptikieli, kuten mm
-Job Control Languages
-Unix Shell
-QuakeC, AWK, perl, ...

```
gcc -c main.c
gcc -c mod1.c
gcc -c mod2.c
gcc -o ohjelma main.o mod1.o mod2.o
```

Makefile kirjoitetaan vain kerran, mutta sitä voidaan käyttää monta kertaa komennolla `make`

- käännetään vain ne tiedostot, joita on muutettu
- linkitetään uudelleen vain, jos jokin linkitettävistä objektitiedostoista on muuttunut

```
# kommenttirivi
#makefile
CC = gcc -ansi -pedantic -Wall
ohjelma: main.o mod1.o mod2.o
    $(CC) -o ohjelma main.o mod2.o
mod1.o: mod1.c mod1.h
    $(CC) -c mod1.c
mod2.o: mod2.c mod2.h
    $(CC) -c mod2.c
main.o: main.c mod1.h mod2.h
    $(CC) -c main.c
```

http://www.cs.helsinki.fi/group/sqltr/makefile_ohje.html
<http://www.eng.hawaii.edu/Tutor/Make/index.html>
http://veritgo.hsr.rueters.edu/ugr/make_help.html

```
/* main.c */
#include <stdio.h>
#include "mod1.h"
#include "mod2.h"
int main(void) {
    mod1();
    mod2();
    return 1;
}
```

```
/* mod1.c */
#include <stdio.h>
#include "mod1.h"
void mod1(void){
    .....
    puts("moduuli yksi");
    .....
}
```

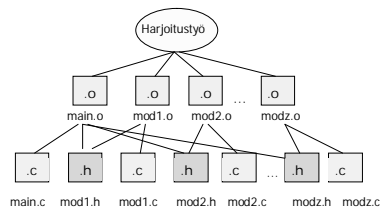
```
/* mod2.c */
#include <stdio.h>
#include "mod2.h"
void mod2(void){
    .....
    puts("moduuli kaksi");
    .....
}
```

```
/*mod1.h */
void mod1(void);
```

```
/*mod2.h */
void mod2(void);
```

```
gcc -c main.c
gcc -c mod1.c
gcc -c mod2.c
gcc -o ohjelma main.o mod1.o mod2.o
```

riippuvuusgraafit



Moduulien kääntäminen – make

- n Kääntämiskomennot ja ohjeet kirjoitetaan säännöiksi makefile tai Makefile nimiseen tiedostoon
 - n kohde: tarvittavat tiedostot
 - komento1
 - komento2
 -
 - komentoz
 - n Huom. Komentojen sisennykseen käytetään tabulaattorimerkkiä (tabulointia), ei välilyöntejä.

- n " Modular programming is a life saver, you can save an immense amount of time, if you do it right"