

C-kurssi syksy 2006

Päivi Kuuppelomäki
6.9.2006

Luennon sisältö

- Kurssin rakenne
- C-kielen yleisperiaate
- Ohjelmointiprosessi

Kurssin rakenne

- Luennot: ke 10-12, pe 10-12
- Verkkokurssi (tukea tarvitseville)
- Laskuharjoitukset: to 12-14, pe 12-14
- **Harjoitustyö**
- **Kurssikoe**
- Kurssikirja:
Müldner: C for java programmers

Luennot

- Luento 1 – tämä kerta
- Luento 2 – tyypit, rakenteet, makrot
- Luento 3 – tekstitiedostot
- Luento 4 – funktiot
- Luento 5 – osoittimet
- Luento 6 – tietueet ja joukot
- Luento 7 – merkkijonot
- Luento 8 – taulukot
- Luento 9 – moduulit ja kirjastot
- Luennot 10 ja 11 – esimerkkejä ym.
- Luento 12 – kertausta

Verkkokurssi lisäharjoituksena

- Kaupallinen ohjelmisto
- <http://helsinki.viope.fi/>
- Vain 12 lisenssiä – ne maksavat oikeasti
- Yksinkertainen oppimateriaali, mutta suhteellisen paljon harjoituksia
- Automaattinen harjoitusten tarkistus perustuu tulostuksen ulkoasuun
- Suunnattu vain vähän ohjelmoinneille

Laskuharjoitukset

- Joka viikko to 12-14, pe 12-14 alkaen 7.9. (eli jo tällä viikolla!)
- Tehtävät tulevat kurssin www-sivulle
- Lisäpisteitä jaossa 10

Kurssin tilanne

- Ilmoittautuneita >60
- Verkkokurssin lisenssit eivät riitä kaikille
 - Yritetään suunnata eniten harjoitusta tarvitseville

Harjoitustyö

- Aiheet tulevat lokakuun alussa
- Harjoitustyö palautetaan viimeistään 2. periodin ensimmäisen viikon lopussa
- Tarvitaanko harjoitustyön tekemiseen erillistä ohjausta?

Kurssikoe

- Pe 20.10 16-19 (TARKISTA!)
- Tehtävätyypit
 - Laskarien kaltaisia
 - Tee ohjelma
 - "Mitä virheitä oheisessa ohjelmassa"
 - Mahdollisesti vielä jotain muitakin muotoja
- Teemat
 - Osoittimet, tiedostot, taulukot, tietueet, merkkijonot, komentoriviparametrit

Luennon sisältö

- Kurssin rakenne
- **C-kielen yleisperiaate**
- Ohjelmointiprosessi

C-kielen yleisperiaate:

Ohjelmoija tietää mitä tekee!

- Kieli ei estä 'hölmöilyjä' – ohjelmoija voi kirjoittaa varsin kryptistä koodia, jos haluaa
- Huolimattomuusvirheiden etsintään kuluu paljon aikaa
- Ei olioita, jotka piilottavat rakenteita
- Osoittimet tärkeä osa kielen käyttöä
- Sopii koneen läheiseen ohjelmointiin, koska tehokas kääntäminen konekielelle osataan
- Esimerkiksi Linux on ohjelmoitu C:llä

Comparison of C and Java

- ⊆ *primitive data types*: character, integer, and real
 - In C, they are of different sizes,
 - there is no Unicode 16-bit character set
- ⊆ *structured data types*: arrays, structures and unions.
 - In C, arrays are static
 - there are no classes
- ⊆ *Control structures* are similar
- ⊆ *Functions* are similar

Comparison of C and Java

- Java references are called pointers in C.
- Java constructs missing in C:
 - packages
 - threads
 - exception handling
 - garbage collection
 - standard Graphical User Interface (GUI)
 - built-in definition of a string
 - standard support for networking
 - support for program safety.

Ohjelmointityyli

- Pyri kirjoittamaan selkeää koodia ja käytä Java-kursseilla opittua tyyliä
- Tiiveys ja kryptisyys ei ole itseisarvo ja sillä ei saa lisäpisteitä

```
do {
  if (scanf("%d", &i) != 1 ||
      i == SENTINEL)
    break;
  if (i > maxi)
    maxi = i;
} while (1);
```

```
void show (char *p) {
  char *q;
  printf("[ ");
  for (q=p; *q != '\0'; q++)
    printf("%c ", *q);
  printf("]\n");
}
```

Luennon sisältö

- Kurssin rakenne
- C-kielen yleisperiaate
- Ohjelmointiprosessi**

Ohjelmointiprosessi

- Ohjelman kirjoittaminen
 - sopiva tekstinkäsittelyohjelma tai editor
- Kääntäminen
 - valitaan oikea kääntäjä
- Linkitys
 - käännetty ohjelmamoduuli yhdistetään muihin
- Suorittaminen
 - valmiin ohjelman suorittaminen

Ohjelman kirjoittaminen

- Käytettävän ohjelman on tuotettava *tavallinen tekstitiedosto*.

```
int main (void)
{
  printf("Hello world \n");
  return 0;
}
```

- Mahdollisia ohjelmia
 - ue: microemacs – toimii komentotulkin sisällä
 - xemacs: aukeaa omaan ikkunaansa
 - Muista käynnistää komentotulkista komennolla xemacs & niin ei komentotulkki jää suotta varatuksi
 - Kate, KEdit, KWrite, Nedit: ainakin nämä tarjolla laitoksen KDE-ympäristössä
- Näiden ohjelmien käyttöä ei kurssilla opeteta

Kääntäminen



- Laitoksen Linux ympäristössä on käytössä gcc (myös komento cc toimii)

```
kuuppelo@wrl-130: ~$ which gcc
/usr/bin/gcc
kuuppelo@wrl-130: ~$ ls -l /usr/bin/gcc
-rwxr-xr-x 2 root root 195844 May 26 02:34 /usr/bin/gcc*
kuuppelo@wrl-130: ~$ gcc -dumpversion
4.1.1
```

gcc --help

```
Usage: gcc [options] file...
Options:
-pass-exit-codes      Exit with highest error code from a phase
-help               Display this information
-target-help         Display target specific command line options
(Use -v --help to display command line options of sub-processes)
-dumpspecs           Display all of the built in spec strings
-dumpversion         Display the version of the compiler
-dumpmachine         Display the compiler's target processor
-print-search-dirs   Display the directories in the compiler's search path
-print-libgcc-file-name Display the name of the compiler's companion library
-print-file-name=<lib> Display the full path to library <lib>
-print-prog-name=<prog> Display the full path to compiler component <prog>
-print-multi-directory Display the root directory for versions of libgcc
-print-multi-lib      Display the mapping between command line options and
multiple library search directories
-print-multi-os-directory Display the relative path to OS libraries
-Wa,<options>        Pass comma-separated <options> on to the assembler
-Wp,<options>        Pass comma-separated <options> on to the preprocessor
-Wl,<options>        Pass comma-separated <options> on to the linker
-Xassembler <arg>  Pass <arg> on to the assembler
-Xpreprocessor <arg> Pass <arg> on to the preprocessor
-Xlinker <arg>     Pass <arg> on to the linker
```

gcc -help (jatkuu)

```
-save-temps          Do not delete intermediate files
-pipe                Use pipes rather than intermediate files
-time                Time the execution of each subprocess
-specs=<file>        Override built-in specs with the contents of <file>
-std=<standard>      Assume that the input sources are for <standard>
-B <directory>      Add <directory> to the compiler's search paths
-b <machine>         Run gcc for target <machine>, if installed
-V <version>         Run gcc version number <version>, if installed
-v                  Display the programs invoked by the compiler
-###                Like -v but options quoted and commands not executed
-E                  Preprocess only; do not compile, assemble or link
-S                  Compile only; do not assemble or link
-c                  Compile and assemble, but do not link
-o <file>            Place the output into <file>
-x <language>        Specify the language of the following input files
Permissible languages include: c c++ assembler none
'none' means revert to the default behavior of
guessing the language based on the file's extension

Options starting with -g, -f, -m, -O, -W, or --param are automatically
passed on to the various sub-processes invoked by gcc. In order to pass
other options on to these processes the -W-letter options must be used.
```

Käännetään

• Käännetään

```
gcc helloworld.c
tai
gcc -o helloworld \
helloworld.c
```

• Tässä tehdään

- esiprosessointi
- varsinainen käännös
- ja
- linkitys

```
int main (void)
{
    printf("Hello world \n");
    return 0;
}
```

• ja näin syntyi suoritettava tiedosto

```
a.out
tai
helloworld
```

gcc -v helloworld.c

```
Reading specs from /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/specs
Configured with: ./configure --prefix=/usr --mandir=/usr/share/man --infodir=/usr/share/info --enable-shared --enable-threads=posix --disable-checking --with-system-zlib --enable-_cxa_atexit --disable-libunwind-exceptions --enable-java-awt-gtk --host=i386-redhat-linux
Thread model: posix
gcc version 3.4.2 20041017 (Red Hat 3.4.2-6.fc3)
/usr/libexec/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/cc1 -quiet -v helloworld.c -quiet -dumpbase helloworld.c -auxbase helloworld -version -o /tmp/niklände/cc1k6Ous
ignoring nonexistent directory "/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/../../../../i386-redhat-linux/include"
#include "..." search starts here:
#include <...> search starts here:
→ /usr/local/include
→ /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/include
→ /usr/include
End of search list
GNU C version 3.4.2 20041017 (Red Hat 3.4.2-6.fc3) (i386-redhat-linux)
compiled by GNU C version 3.4.2 20041017 (Red Hat 3.4.2-6.fc3).
GGC heuristics: --param gcc-min-expand=98 --param gcc-min-heapsize=129136
as -V -Qy -o /tmp/niklände/ccOshuR.o /tmp/niklände/cc1k6Ous
GNU assembler version 2.15.90.0.3 (i386-redhat-linux) using BFD version 2.15.90.0.3 20040415
/usr/libexec/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/collect2 --eh-frame-hdr -m elf_i386 -dynamic-linker /lib/ld-linux.so.2 /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/../../../../crt1.o /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/../../../../crti.o /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/crtbegin.o -L/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2 -L/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2 -L/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2 -L/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2 -L/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/../../../../lib -L/usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/../../../../usr/lib -lc -lgcc --as-needed -lgcc_s --no-as-needed -lc -lgcc --as-needed -lgcc_s --no-as-needed /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/crtend.o /usr/lib/gcc/i386-redhat-linux/3.4.2/../../../../crti.o
```

gcc -ansi -pedantic -Wall

- Optioilla -Wall ja -pedantic saa kääntäjän antamaan kaikki mahdolliset varoitukset
- Optio -ansi varmistaa että kääntäjä tekee tulkinnot standardin mukaan

```
gcc -ansi -pedantic -Wall -o helloworld helloworld.c
helloworld.c: In function 'main':
helloworld.c:3: warning: implicit declaration of function 'printf'
helloworld.c:3: warning: incompatible implicit declaration of built-in function 'printf'
```

```
int main (void)
{
    printf("Hello world \n");
    return 0;
}
```

```
#include <stdio.h>
int main (void)
{
    printf("Hello world \n");
    return 0;
}
```

Ohjelmassa useita moduuleja

- Kukin moduuli, käännösyksikkö, kirjasto omassa tiedostossaan
- Käännetään erikseen
gcc -c main.c
- Linkitetään yhteen
gcc -o main.o eka.o toka.o

Ohjelmassa useita moduuleja

```
/* main.c */
#include <stdio.h>
#include "eka.h"
#include "toka.h"
int main (void)
{
    eka(); toka ();
    return 0;
}
```

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

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

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

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

```
gcc -c main.c
gcc -c eka.c
gcc -c toka.c
gcc -o ohjelma main.o eka.o toka.o
```

Moduulien kääntäminen – make

- Käsien pitkien käskyjonojen syöttäminen ei ole järkevää
- Käytä siis tiedostoa Makefile
- Suoritettavat komennot ja ohjeet kirjataan säännöiksi tiedostoon
kohde: tarvittavat tiedostot
komento1
komento2
..
komentoy
- Huomaa, että komennot sisennetään tabulaattorimerkillä – Ei välilyönnillä!

makefile

```
gcc -c main.c
gcc -c eka.c
gcc -c toka.c
gcc -o ohjelma main.o eka.o toka.o
```

make

- Kirjoita tuo makefile vain kerran
- Käytät sitä useita kertoja

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

make --help

Usage: make [options] [target] ...

Options:

- b, -m Ignored for compatibility.
- C DIRECTORY, --directory=DIRECTORY Change to DIRECTORY before doing anything.
- d Print lots of debugging information.
- debug[=FLAGS] Print various types of debugging information.
- e, --environment-overrides Environment variables override makefiles.
- f FILE, --file=FILE, --makefile=FILE Read FILE as a makefile.
- h, --help Print this message and exit.
- i, --ignore-errors Ignore errors from commands.
- I DIRECTORY, --include-dir=DIRECTORY Search DIRECTORY for included makefiles.
- j [N], --jobs[=N] Allow N jobs at once; infinite jobs with no arg.
- k, --keep-going Keep going when some targets can't be made.
- l [N], --load-average[=N], --max-load[=N] Don't start multiple jobs unless load is below N.

make --help (jatkuu)

- n, --just-print, --dry-run, --recon Don't actually run any commands; just print them.
- o FILE, --old-file=FILE, --assume-old=FILE Consider FILE to be very old and don't remake it.
- p, --print-data-base Print make's internal database.
- q, --question Run no commands; exit status says if up to date.
- r, --no-builtin-rules Disable the built-in implicit rules.
- R, --no-builtin-variables Disable the built-in variable settings.
- s, --silent, --quiet Don't echo commands.
- S, --no-keep-going, --stop Turns off -k.
- t, --touch Touch targets instead of remaking them.
- v, --version Print the version number of make and exit.
- w, --print-directory Print the current directory.
- no-print-directory Turn off -w, even if it was turned on implicitly.
- W FILE, --what-if=FILE, --new-file=FILE, --assume-new=FILE Consider FILE to be infinitely new.
- warn-undefined-variables Warn when an undefined variable is referenced.

Entä käännöksen jälkeen

- Meillä on suorituskelpoinen ohjelma, mutta toimiiko se?
- Kokeillaan ja testataan
- Etsitään virheitä
 - apulostukset
 - koodin lukeminen ja miettiminen
 - virheenjäljittimen (debuggeri) käyttö
- Analysoidaan testien kattavuutta (ei tällä kurssilla -> Ohjelmistojen testaus)
 - Tällä kurssilla riittää ns. savutestaus (eli ohjelman toiminta vaikuttaa näiden testien jälkeen stabiililta)

Testaus

- Tavoitteena löytää virheitä
- Mahdollisimman erilaisia syötteitä
- Saa automatisoida (esim. skriptien tai varsinaisten testityökalujen avulla)
ei kuulu tämän kurssin varsinaiseen asiaan
- Tällä kurssilla riittää
 - syötteiden oikeat ja väärät arvot
 - tyypilliset raja-arvot syötteissä (-1,0,1)

Aputulostus

- printf ("Fnimi: Muuttujan nimi %d \n", muuttuja);
- Pyritään kartoittamaan ohjelman toimintaa virhetilanteessa.
- Sijoitetaan tulostuslauseet todennäköisimmän virhekohdan ympärille
- Usein varsinaista virheenjäljittintä kätevämpi tapa muuttujien arvojen tarkasteluun, kunhan virheen sijainnista on joku käsitys etukäteen

Virheenjäljitin gdb

(gdb) help

List of classes of commands:

aliases -- Aliases of other commands
breakpoints -- Making program stop at certain points
data -- Examining data
files -- Specifying and examining files
internals -- Maintenance commands
obscure -- Obscure features
running -- Running the program
stack -- Examining the stack
status -- Status inquiries
support -- Support facilities
tracepoints -- Tracing of program execution without stopping the program
user-defined -- User-defined commands

core dump

- Kaatunut ohjelman tuottaa usein tiedoston, jossa on muistin ja rekisterin tila ohjelman kaatumishetkellä (ns. core dump)
- Näitä voi tarkastella esim. virheenjäljittimellä, jolloin saattaa olla mahdollista katsella muuttujien arvoja ja/tai selvittää missä käskyssä ohjelma oli kaatuessaan.
- *Tämän opiskeleminen jää kotitehtäväksi*