

C-ohjelmointi, kevät 2006

q Tekstitiedostot ja niiden käyttö

q Esikäääntääjä, makrot ja ehdollinen kääntäminen

Luento 3
13.9.2006

Tekstitiedostot ja niiden käyttö

(Möldnerin kirjassa luku 5)

- Tekstitiedosto ó binääritiedosto
 - Tiedostokahva
- Tiedoston avaaminen ja sulkeminen
 - Tiedoston käyttötavat
 - Virhetilanteet avauksessa ja sulkemisessa
- Standarditiedostot
- Perus I/O-operaatiot tiedostoille
 - Lukeminen ja kirjoittaminen
 - Esimerkkejä ja idiomeja

Tekstitiedostot

- Tiedostot ovat pelkkiä tavujonoja. Tiedoston päättää tiedoston lopetusmerkki **EOF**.
- Kahdenlaisia tiedostoja; ero niiden käsittelyssä
 - **Tekstitiedostot** käsitellään riveittäin. Joka rivin lopussa on rivin loppumerkki ('uuden rivin alkamismerkki') **\n**.
 - Binääritiedostossa ei ole mitään erityistä.
- *Eri käyttöjärjestelmät käyttävät eri tapoja ilmaisemaan rivin tai tiedoston päättymistä!*

C-ohjelmointi Syksy
2006

3

Tiedostokahva (filehandle)

- Tiedostokahva on tiedostoon osoittava osoitin (pointer), jonka avulla tiedostoa käsitellään.
- Tiedostokahvan määrittely:

```
FILE *kahva;  
FILE *tied1, *tied2;
```

```
typedef FILE* P_FILE;  
P_FILE tied1, tied2;
```

/*määritellään ensin
tiedostokahvatyyppi*/

C-ohjelmointi Syksy
2006

4

Tiedoston avaaminen

- Ennen käyttöä tiedosto on avattava käyttäen funktiota **fopen()**.
- Avaus yhdistää tiedoston tiedostokahvaan.
- Avattaessa ilmoitetaan tiedoston nimi sekä tiedoston käyttötapa.

```
kahva = fopen("testitiedosto", "r");  
tied1 = fopen("MyFile.txt", "w");  
tied2 = fopen("test.out", "wb");
```

Tiedoston käyttötavat

- **"r"** lukeminen jo olemassa olevasta tiedostosta
- **"w"** kirjoittaminen: olemassa olevan tiedoston päälle (overwrite) tai uuteen tiedostoon, joka luodaan vasta tässä (create)
- **"a"** kirjoittaminen joko olemassa olevan tiedoston perään (append) tai uuteen luotavaan tiedostoon
- **"r+"** lukeminen ja kirjoittaminen, muuten kuten **"r"**
- **"w+"** lukeminen ja kirjoittaminen, muuten kuten **"w"**
- **"a+"** lukeminen ja kirjoittaminen, muuten kuten **"a"**

- Jos halutaan käsitellä tiedostoa binäärimuotoisesti, niin lisätään ylläoleviin merkki b: **"r+b"**.
- Jos tiedosto on avattu sekä lukemista että kirjoittamista varten, I/O-operaatioiden välillä on aina kutsuttava jotain funktioista: fseek(), fsetpos(), rewind() tai fflush().

Tiedoston avaaminen voi epäonnistua!

- Jos tiedoston avaaminen ei onnistu, niin fopen palauttaa arvon NULL (= erityinen nolla-arvo), muuten osoittimen tiedostoon eli tiedostokahvan.
- Joka kerta tiedostoa avattaessa on siis varmistuttava, että avaus onnistui!

Idioms

```
if (fileHandle = fopen(fname, fmode)) == NULL)
    /* toiminta virhetilanteessa */
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

7

Tiedostonimet, avattujen tiedostojen maksimimäärä

- Tiedostonimi voi myös olla polkunimi.
 - Eri käyttöjärjestelmissä on erilaisia polkunimiä. Näissä voi olla merkkejä, joilla on erityismerkitys C-kielessä. (Esim. DOS-järjestelmän \-merkki)
 - \ on escape-merkki, joka muuttaa seuraavan merkin merkityksen => DOS:n \-merkki korvattava \\-merkeillä
 - FILENAME_MAX (stdio.h) kertoo tiedostonimen maksimipituuden.
- Avattujen tiedostojen määrä järjestelmässä on rajoitettu: enintään FOPEN_MAX (stdio.h) tiedostoa.

C-ohjelmointi Syksy
2006

8

Tiedoston sulkeminen

- Avattu tiedosto täytyy sulkea, kun sitä ei enää tarvita.
- Tiedosto suljetaan käyttäen funktiota **fclose()**.
 - Parametrina annetaan suljettavan tiedoston kahva.
 - Jos sulkeminen epäonnistuu, niin fclose palauttaa EOF-merkin. Aina varmistettava onnistuminen!

Idioms

```
if (fclose(tied1) == EOF)
/* toiminta, kun tiedostoa ei saada suljettua */
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

9

Standarditiedostot: stdin, stdout ja stderr

- Aina käytettävissä olevat ennaltamääritellyt, tiedostoonsa 'kiinnikolvatut' tiedostokahvat
 - Ei tarvitse erikseen avata eikä sulkea!

```
stdin  standardisyöttövirta; yleensä näppäimistö
stdout standarditulostusvirta; yleensä näytölle
stderr standardivirhetulostusvirta; eri kuin normaalitulostus
```

```
FILE *inkahva;
.....
inkahva = stdin; /* inkahva on synonyymi stdin-kahvalle */
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

10

I/O-operaatiot tiedostoille

(perusoperaatiot)

- Perusoperaatiot ovat hyvin samankaltaisia kuin päätte-I/O:ssa tai formatoidussa I/O:ssa käytetyt:

```
int fgetc (fileHandle)      ~ int getchar()
int fputc (int, fileHandle) ~ int putchar(int)
int fscanf (fileHandle, ..... ) ~ int scanf(...)
int fprintf (fileHandle, ..... ) ~ int printf(...)
```

Merkin ja luvun *idioms* lukeminen tiedostosta

- Yhden merkin lukeminen tiedostosta

```
if ((c=fgetc(fileHandle)) == EOF)
/* toiminta tiedoston loppuessa */
```

- Yhden luvun lukeminen tiedostosta

```
if (fscanf (fileHandle, "%d", &i) != 1)
/* toiminta lukemisen epäonnistuessa */
```

Esimerkki: Ohjelma lukee kolme lukua tiedostosta *luvut* ja tulostaa niiden summan näytölle.

```
int main() {  
    FILE *f;  
    double x, y, z;  
  
    if((f = fopen("luvut", "r")) == NULL)  
    {  
        fprintf(stderr, "Ei avaudu: %s\n",  
            "luvut");  
        return EXIT_FAILURE;  
    }  
}
```

Tiedoston avaamisfraasi!

C-ohjelmointi Syksy
2006

13

```
    if(fscanf(f, "%lf%lf%lf", &x, &y, &z) != 3) {  
        fprintf(stderr, "Tiedoston lukeminen \  
            epäonnistui\n");  
        return EXIT_FAILURE;  
    }  
  
    printf("%f\n", x + y + z);  
  
    if(fclose(f) == EOF) {  
        fprintf(stderr, "Sulkeminen epäonnistui\n");  
        return EXIT_FAILURE;  
    }  
  
    return EXIT_SUCCESS;  
}
```

Tiedoston lukemisfraasi

Tiedoston sulkemisfraasi

Rivin loppu ja tiedoston loppu

```
/* Lukee tiedostosta yhden rivin ja tulostaa sen
näytölle */
while((c = fgetc(tkahva)) != '\n')
    if (c == EOF) break;
    else putchar(c);
if(c != EOF) putchar(c);

/* Etsitään vain rivin loppu */
while((c = fgetc(tkahva)) != '\n');
```

```
/* Lasketaan rivin merkkien määrä */
while((c = fgetc(tkahva)) != '\n') ccount++;
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

15

Laadi ohjelma, joka laskee ja tulostaa tiedoston testi.txt rivien lukumäärän.

- q Määrittelyt
- q Avaa tiedosto testi.txt
- q tiedoston rivien lukumäärän laskeminen
 - q Niin kauan kuin tiedostoa riittää (eli ei vielä EOF-merkki)
 - q Jos '\n' -merkki, niin kasvata rivien lukumäärää.
- q Tulosta lukumäärä näytölle
- q Sulje tiedosto testi.txt

C-ohjelmointi Syksy
2006

16

ungetc, feof

- `ungetc (char, fileHandle);`
 - 'Palauttaa luetun merkin tiedostoon' eli laittaa sen takaisin tiedoston lukupuskuriin, josta se luettavissa uudestaan. Itse tiedostoa ei muuteta.
 - `while (ehto (c = fgetc (tiedostokahva)))`
 `prosessoi c;`
 `ungetc (c, tiedostokahva);`
- `feof(fileHandle);`
 - Testaa tiedoston loppumista. Palauttaa 0 , jos tiedosto on loppu, muuten jonkun muun arvon.

idioms

Tiedoston avaaminen:

```
if ((fileHandle = fopen(fname, fmode)) == NULL) ... /* failed */
```

```
if (close(fileHandle) == EOF) ... /* failed */
```

Tiedoston sulkeminen

```
if ((c = fgetc(fileHandle)) == EOF) ... /* error */
```

Yhden merkin lukeminen

```
if (fscanf (fileHandle, "%d", &i) !=1) ... /* error */
```

Yhden luvun lukeminen

```
while ((c= fgetc(fileHandle)) != '\n')
```

Rivin loppuun lukeminen

```
while ((c= fgetc(fileHandle)) != EOF)
```

Tiedoston loppuun lukeminen

Fraaseja tiedoston käsittelyyn

Esikäntäjä, makrot ja ehdollinen kääntäminen (Mülderin kirjan luku 6)

- C-esikäntäjä
- Makrot
 - Parametrittomat makrot
 - Parametrilliset makrot
 - Ennaltamääritellyt makrot
 - Ulkoisten tiedostojen sisällyttämisen
- Ehdollinen kääntäminen
 - Eri tavat toteuttaa
 - Käyttö virheenjäljityksessä
 - Assert-makro ja sen käyttö
 - Käyttö otsaketiedoissa
 - Käyttö siirrettävyyden lisäämiseksi

C-esikäntäjä

- **#-merkillä alkavat komentorivit**
 - tarkoitettu esikäntäjälle => oma syntaksi
 - käsitellään ennen kääntämistä
- **Mihin käytetään?**
 - **Makrot:** korvataan teksti toisella tekstillä
 - **Ulkoisten tiedostojen liittäminen**
 - `#include <stdio>`
 - **Ehdollinen kääntäminen:** vain osa lähdetiedostoa käännetään tietyn ehdon ollessa voimassa; hyötyä virheiden etsinnässä

Makrotyypit

- Parametrittomat makrot
 - Lyhennemerkintä; makronimi korvataan aina samalla tekstillä
- Parametrilliset makrot
 - Parametrit vaikuttavat korvaustekstiin => monipuolisempi, mutta helposti myös yllättäviä sivuvaikutuksia
- Ennaltamääritellyt makrot
 - C-toteutuksessa jo sisällä
 - Hyötyä virhetilanteessa

Parametriton makro

§ **#define makroNimi makroArvo**

```
#define PI          3.14
#define PII         3.14159265358979323\
846264338327950
#define SCREEN_W   80
#define SCREEN_H   25
```

- **MakroNimi ISOILLA KIRJAIMILLA!**
- **MakroArvo rivin loppuun ('\n'-merkkiin asti)**
- **'\n' = jatkuu seuraavalle riville**
- **Huomaa: ei ==-merkkiä eikä puolipistettä(;)**

Makronimen korvaus makroarvolla

- Esikäntäjä korvaa lähdetiedostossa jokaisen makroNimi esiintymän makroArvon tekstillä.

```
#define PI 3.14  
i=PI;  
korvaus => i=3.14
```

```
#define PII =3.14;  
i=PII;  
korvaus => i =3.14);
```

VÄÄRIN!!!!

C-ohjelmointi Syksy
2006

23

Esimerkkejä makron käytöstä

```
#define PROMPT printf("Enter real value: ")  
#define SKIP while(getchar() != '\n');
```

Käytä runsaasti sulkuja, etenkin aritmeettisissa lausekkeissa!

```
#define A 2 + 4  
#define B A * 3  
#define A (2 + 4)  
#define B (A * 3)
```

Haluttiinko todella tätä?

=> B = 2 + 4 * 3 = 14

=> B = ((2+4) * 3) = 18

C-ohjelmointi Syksy
2006

24

Parametrilliset makrot

#define makroNimi(parametrit) makroArvo
esim.

```
#define READ(c, tkahva) (c=fgetc(tkahva))
....
if (READ(char, tied1) == 'x') => if ( (char = fgetc(tied1)) == 'x')
```

<eri asia kuin> if (char = fgetc(tied1) == 'x')

=>>> Siis käytä runsaasti sulkuja!

C-ohjelmointi Syksy
2006

25

Varovaisuutta, huolellisuutta makrojen käytössä !

- Makroja käytettäessä syntyy helposti sivuvaikutuksia
- Makro voi helpottaa kirjoittamista, mutta koodin luettavuus voi kärsiä!



```
#define SQR(x) (x*x)
SQR(z+1);
=> (z+1*z+1)
```

```
#define SQR(x) ((x)*(x))
SQR(z+1);
=> ((z+1)*(z+1))
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

26

#-merkin muu käyttö

- Komenteissa ja merkkijonovakioissa olevia makronimiä ja parametreja ei hyväksytä!
 - määrittelyssä parametrin eteen pitää laittaa #-merkki, jolloin sen arvo makron laajenuksessa laitetaan lainausmerkkien sisään
 - #parametri => "parametri"
- Merkkien yhteenliittäminen
 - #define TEMP(i) temp ##i
 - TEMP(1) = TEMP(2) => temp1 = temp2

```
#define EMPTY (maxUsed == 0)
#define ASSERT if (!(EMPTY ? current == 0 : \
    0 < current && current <=maxUsed)) {\
    fprintf(stderr, "invariant failed; current = %d \t; \
    maxUsed= %d\n", current, maxUsed); \
    exit(1); }
```

```
EMPTY ? current == 0 : 0 < current && current <=maxUsed
```

ehdollinen lauseke

Ennaltamääritellyt makrot

- 4 kappaletta
 - `__LINE__` lähdekoodin tämän rivin numero
 - `__FILE__` tämän lähdekoodin nimi
 - `__TIME__` käännösaika
 - `__STDC__` 1, jos kääntäjä noudattaa ANSI

C++

```
if (n>10) { /* virhetilanne */  
    fprintf (stderr, " liian suuri n:n arvo tiedoston %s  
                rivillä %d! \n", __FILE__, __LINE__);  
    return EXIT_FAILURE;  
}
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

Makromäärittelyn purkaminen

- `#undef PI`
- jos halutaan määrittellä uudestaan PI, niin entinen määrittely on purettava
 - Muuten voi tulla ongelmia!
 - Makromäärittelyn voi purkaa myös kääntäjän komentorivillä

C-ohjelmointi Syksy
2006

30

Ulkoisen tiedoston lisääminen lähdekoodiin

- kaksi eri muotoa: miten lisättävä tiedostoa haetaan hakemistosta

\dioms

```
#include "filename" /* käyttäjän oma
tiedosto, haetaan ensin nykyhakemistosta*/

#include <filename> /*järjestelmän
tiedosto, haetaan ensin systeemihakemistosta*/
```

- kootaan yleensä otsaketiedostoiksi **.h**

Standard Header Files

- stdio.h** - the basic declarations needed to perform I/O
- ctype.h** - for testing the state of characters
- math.h** - mathematical functions, such as abs() and sin()

Ehdollinen kääntäminen (Conditional Compilation)

- = tietyssä tilanteessa, tietyn ehdon ollessa tosi osa koodia jätetään kääntämättä
- Käytetään
 - virheenjäljityksessä, otsaketiedoissa
 - siirrettävää koodia tuottaessa
- Kaksi eri tapaa

```
#ifndef macroname
part1
#else
part2
#endif
```

```
#ifndef macroName
part1
#else
part2
#endif
```

```
#if constantExpression1
part 1
#elif constantExpression2
part2
#else
part3
#endif
```

C-ohjelmointi Syksy
2006

```
#if constantExpression1
part 1
#elif constantExpression2
part2
#else
part3
#endif
```

- voi olla useita #elif – osia
- #else voi puuttua

```
#if defined (name) ...
/*onko name määritelty?*/
```

```
#error textMessage
```

```
#if defined (__STDC__)
.....
#else
#error "Jotain pielessä"
#endif
```

Käyttö virheenjäljityksessä

- Ehdollinen kääntäminen on 'poiskomentointia' parempi tapa poistaa kulloinkin turhat koodin osat.
 - esim. virheenjäljitystä varten lisätyt tulostuskomennot
- C:ssä ei saa olla sisäkkäisiä kommentteja!

```
# if 0
    poisjätettävä osa
#endif
```

Näin sama lähdekoodi voi toimia sekä testiversiona että tuotantoversiona!

idioms

Testikoodin poisjättäminen

```
#define DEB /* vain määritelty */
#ifdef DEB /*jokin virheenjäljitys lause
           esim. tulostuslause */
    printf("value of i = %d", i);
#endif
/* tuotantokoodia */
```

Kääntäjän
komento-
rivillä!

```
gcc -UDEB prog.c makromäärittely pois päältä
gcc -DDEB prog.c makromäärittely päälle
```

Esimerkkejä:

Example

```
int main() {
    int i, j;
    printf("Enter two integer values: ");
    if(scanf("%d%d", &i, &j) != 2)
        return EXIT_FAILURE;
#ifdef DEB
    printf("entered %d and %d\n", i, j);
#endif
    printf("sum = %d\n", i + j);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

Mitä hyötyä!

Example

```
int i, j;
#ifdef DEB
    int res;
#endif
if(
#ifdef DEB
    (res =
#endif
    scanf("%d%d", &i, &j)
#ifdef DEB
    )
#endif
    ) != 2 )
```

```
#ifdef DEB
{
    switch(res) {
        case 0: printf("both values were
                    wrong\n");
                break;
        case 1: printf("OK first value
                    %d\n", i);
                break;
        case EOF: printf("EOF\n");
                 break;
        case 2: printf("both OK\n");
                 break;
    }
}
#endif
...
```

Enemmän informaatiota!

```

int main() {
    const char SENTINEL = '.';
    int aux, maxi=0;
#ifdef DEBUG
    printf(" Virheenjäljitys päällä: kopioidaan kaikki merkit\n");
#endif
    while(1) {
        if ((aux = getchar()) == EOF || aux == SENTINEL) break;
#ifdef DEBUG
        putchar(aux);
        putchar('\n');
#endif
        if (aux > maxi)
        {
#ifdef DEBUG
            printf("Suurin merkki on nyt: %c\n", aux);
#endif
            maxi = aux;
        }
#ifdef DEBUG
        putchar('\n');
#endif
    }
    printf("Suurin merkki on: %d\n", maxi);
    return EXIT_SUCCESS;
}

```

Assert-makro virheenjäljityksessä (1)

assert (int lauseke) (*assert.h*)

Diagnostiikkatietojen kirjoittaminen standardivirhetiedostoon (stderr)

- Jos lauseke on epätosi (false, 0), niin virhetiedostoon kirjoitetaan lauseke, lähdekooditiedoston nimi ja rivin numero:

Assertion failed: ehto, file tiednimi, line rivinro

(Tiedostonimi ja rivinnumero saadaan makroista `__FILE__` ja `__LINE__`.)

ja ohjelman suoritus keskeytetään `abort()`-funktiolla.

- `assert`-makroilla varmistetaan, että ohjelma toimii kuten sen loogisesti oletetaan toimivan: ennakkoehtoja, jälkiehtoja, oletuksia muuttujien arvoista.
- Esimerkkejä lausekkeista:

```

assert (i >= 0)
assert (b*b - 4*a*c >= 0)
assert (0 >= i && i < size)

```

Assert-makro virheenjäljityksessä (2)

- Assert-makron toimintaa säätelee makron NDEBUG (= *no debug*) määrittely. Jos NDEBUG on määritelty, niin assert ei tee mitään.
- *Oletusarvoisesti* `assert()` on käytössä ja valvoo ohjelman toimintaa. Tarkistukset poistetaan ohjelmasta määrittelemällä makro `NDEBUG` joko makromäärittelyssä `#define NDEBUG` tai kääntäjän parametrina `gcc -DNDEBUG`.

Esimerkki assert-koodista

```
/* Assert.cc for GNU C/C++ */
/* #ifdef ASSERT ǃ #ifndef NDEBUG */
#ifdef ASSERT
void AssertionFailure(char *exp, char *file, char *baseFile, int line)
{
    if (!strcmp(file, baseFile)) {
        fprintf(stderr,
            "Assert(%s) failed in file %s, line %d\n", exp, file, line);
    } else {
        fprintf(stderr,
            "Assert(%s) failed in file %s (included from %s), line %d\n",
            exp, file, baseFile, line);
    }
}
#endif
```

```

#include<assert.h>
void open_record(char *record_name) {
    assert(record_name!=NULL);
    /* Rest of code */
}

int main(void) {
    open_record(NULL);
}

```

C-ohjelmointi Syksy
2006

43

Makro otsaketiedostojen suojana

- Ehdollisella kääntämisellä varmistetaan, että otsaketiedosto käännetään vain kerran: kukin otsaketiedosto ympäröidään makrolla, joka suoritetaan vain kerran.
 - Useasta osasta koottavaan ohjelmaan tulee helposti sama otsaketiedosto useaan kertaan => käännösvirhe
- Makro nimetään otsaketiedoston mukaan:
screen.h => käytetään makronimeä SCREEN_H

Idioms

```

#ifndef SCREEN_H
#define SCREEN_H
/*otsaketiedoston sisältö */
#endif

```

```

#include "screen.h"
.....
#include "screen.h"

```

Käännetään vain kerran!

C-ohjelmointi Syksy
2006

44

Ehdollinen kääntäminen ja siirrettävyys

- Erilaisissa ympäristöissä toimivien ohjelmien kehittämiseen:

```
#if IBMPC /* ehtolauseke */
#include <ibm.h>
#else
#include <generic.h>
#endif
```

```
#ifdef IBMPC /*makromäärittely*/
typedef int MyInteger
#else
typedef long MyInteger
#endif
```

Mitä seuraava ohjelma tulostaa?

```
#define LOW -2
#define HIGH (LOW+5)
#define PR(arg) printf("%d\n", (arg))
#define FOR(arg) for(; (arg); (arg)--)
#define SHOW(x) x
int main(){
int i = LOW;
int j = HIGH;
FOR(j)
switch(j) {
case 1: PR(i++);
case 2: PR(j);
break;
default: PR(i);
}
printf ("\n%s\n", SHOW(3));
return EXIT_SUCCESS;
}
```

Mitä seuraava ohjelma tulostaa?

```
#define LOW -2
#define HIGH (LOW+5)
#define PR(arg) printf("%d\n", (arg))
#define FOR(arg) for(; (arg); (arg)--)
#define SHOW(x) x
int main(){
int i = LOW; int i = -2;
int j = HIGH; int j = (-2 + 5); /* = 3*/
FOR(j) for (; (j); (j)--)
switch(j) {
case 1: PR(i++); printf("%d\n", (i++));
case 2: PR(j); printf("%d\n", (j));
break;
default: PR(i); printf("%d\n", (i));
}
printf ("\n%s\n", SHOW(3));
return EXIT_SUCCESS;
}
```