

## q Tekstitiedostot ja niiden käyttö

### q Esikäntäjä, makrot ja ehdollinen kääntäminen

Luento 3  
13.9.2006

## Tekstitiedostot ja niiden käyttö

(Müldnerin kirjassa luku 5)

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

## Tekstitiedostot

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

## Tiedostokahva (filehandle)

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

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

```
typedef FILE* P_FILE; /*määritellään ensin  
P_FILE tied1, tied2; tiedostokahvatyyppi */
```

## Tiedoston avaaminen

- n Ennen käyttöä tiedosto on avattava käyttäen funktiota fopen().
- n Avaus yhdistää tiedoston tiedostokahvaan.
- n 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"

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

## Tiedoston avaaminen voi epäonnistua!

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

idioms

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

7

## Tiedostonimet, avattujen tiedostojen maksimimäärä

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

8

## Tiedoston sulkeminen

- n Avattu tiedosto täytyy sulkea, kun sitä ei enää tarvita.
- n Tiedosto suljetaan käyttäen funktiota fclose().
  - n Parametrina annetaan suljettavan tiedoston kahva.
  - n 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

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

```
stdin  standardisyöttövirta; yleensä näppäimistö
stdout standarditulosvirta; yleensä näyttöle
stderr standardivirhetulosvirta; eri kuin normaalitulos
```

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

10

## I/O-operaatiot tiedostoille

(perusoperaatiot)

- n Perusoperaatiot ovat hyvin samankaltaisia kuin pääte-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(...)
```

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

11

## Merkin ja luvun lukeminen tiedostosta

- n Yhden merkin lukeminen tiedostosta

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

- n Yhden luvun lukeminen tiedostosta

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

12

**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

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

17

## 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)

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

## C-esikäntäjä

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

## Makrotyypit

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

## Parametriton makro

```
§ #define makroNimi makroArvo
```

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

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

## Makronimen korvaus makroarvolla

- n 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!!!!

## 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 } Haluttiinko todella tätä?
                 => B = 2 + 4 * 3 = 14
#define A (2 + 4)
#define B (A * 3) => B = ((2+4) * 3) = 18
```

## 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 !



- n Makroja käytettäessä syntyy helposti sivuvaikutuksia
- n 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

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

27

```
#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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

28

## Ennaltamääritellyt makrot

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

```
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

29

## Makromäärittelyn purkaminen

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

30

## Ulkaisen tiedoston lisääminen lähdekoodiin

- n kaksi eri muotoa: miten lisättävä tiedostoa haetaan hakemistosta

idioms

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

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

- n kootaan yleensä otsaketiedostoiksi .h

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

31

## 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()

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

32

## Ehdollinen kääntäminen (Conditional Compilation)

- n = tietyssä tilanteessa, tietyn ehdon ollessa tosi osa koodia jätetään kääntämättä

- n Käytetään
  - n virheenjäljityksessä, otsaketiedostoissa
  - n siirrettävää koodia tuottaessa

- n Kaksi eri tapaa

```
#ifdef 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

33

```
#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

- n Ehdollinen kääntäminen on 'poiskomentointia' parempi tapa poistaa kulloinkin turhat koodin osat.
  - n 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!

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

35

idioms

## Testikoodin poisjättäminen

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

Kääntäjän komentorivillä!

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

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

36

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
    ) != 2 )
#endif

#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)
```

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

40

## 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`.

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

41

## Esimerkki assert-koodista

```
/* Assert.cc for GNU C/C++ */
/* #ifdef ASSERT 0 #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
```

C-ohjelmointi  
Syksy 2006

42

```

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

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

```

## Makro otsaketiedostojen suojana

- n Ehdollisella kääntämisellä varmistetaan, että otsaketiedosto käännetään vain kerran: kukin otsaketiedosto ympäröidään makrolla, joka suoritetaan vain kerran.
  - n Useasta osasta koottavaan ohjelmaan tulee helposti sama otsaketiedosto useaan kertaan => käännösvirhe
- n 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!

## Ehdollinen kääntäminen ja siirrettävyys

- n Erilaisissa ympäristöissä toimivien ohjelmien kehittämiseen:

```

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

```

```

#ifndef 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;
}

```