C-ohjelmointi, kevät 2006

- Tekstitiedostot ja niiden käyttö
- Esikääntäjä, makrot ja ehdollinen kääntäminen

Luento 3
31.1.2006

Tekstitiedostot ja niiden käyttö

(Müldnerin 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 loppumismerkki (*'uuden rivin alkamismerkki'*) \n.
  - Binääritiedostossa ei ole mitään erityistavuja.
- *Eri käyttöjärjestelmät käyttävät eri tapoja ilmaisemaan rivin tai tiedoston päättymistä!*

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 */

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 käsitelllä 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 */
```


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.

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 */
```


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 */

I/O-operaatiot tiedostoille

(perusoperaatiot)

- 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(...)
```


Merkin ja luvun lukeminen tiedostosta

Idioms

- 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;
```

Tiedoston avaamisfraasi!

```
 if((f = fopen(“luvut", "r")) == NULL)
{
    fprintf(stderr, “Ei avaudu: %s\n",
    “luvut");
    return EXIT_FAILURE;
 }
```



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

Tiedoston lukemisfraasi

```
 printf("%f\n", x + y + z);

 if(fclose(f) == EOF) {
   fprintf(stderr, "Sulkeminen epäonnistui\n");
   return EXIT_FAILURE;
 }
 return EXIT_SUCCESS;
}
```

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++;
```


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

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

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

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

- C-esikääntäjä
- Makrot
  - Parametrittomat makrot
  - Parametrilliset makrot
  - Ennaltamääritellyt makrot
  - Ulkoisten tiedostojen sisällyttämimen
- Ehdollinen kääntäminen
  - Eri tavat toteuttaa
  - Käyttö virheenjäljityksessä
    - Assert-makro ja sen käyttö
  - Käyttö otsaketiedostoissa
  - Käyttö siirrettävyyden lisäämiseksi

C-esikääntäjä

- #-merkillä alkavat komentorivit
  - tarkoitettu esikääntäjälle => 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)**
- **‘\’ = jatkuu seuraavalle riville**
- **Huomaa: ei =-merkkiä eikä puolipistettä(;)!**

Makronimen korvaus makroarvolla

- Esikääntäjä 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      => B = 2 + 4 * 3 = 14
#define A      (2 + 4)
#define B      (A * 3)    => B = ((2+4) * 3) =18
```

Haluttiinko todella tätä?

Parametrilliset makrot

#define makroNimi(parametrit) makroArvo

esim.

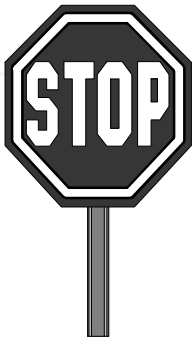
```
#define READ(c, tkahva)  (c=fgetc(tkahva))
....
if (READ(char, tied1) ==’x’)  => if ( (char = fgetc(tied1))==’x’)
```

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

=>>> Siis käytä runsaasti sulkuja!

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))
```

#-merkin muu käyttö

- Komenteissa ja merkkijonovakioissa olevia makronimiä ja parametreja ei hyväksytä!
  - määrittelyssä parametrin eteen pitää laittaa #-merkki, jolloin sen arvo makron laajennuksessa 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:tä

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


Makromäärittelyn purkaminen

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

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, otsaketiedostoissa
  - siirrettävää koodia tuotettaessa
- Kaksi eri tapaa

```
#ifdef macroname
  part1
#else
  part2
 #endif
```

```
#ifndef macroName
   partl
#else
   part2
#endif
```

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



```
#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 'poiskommentointia' 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 poispäältä*

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 rivinumero 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  ó  # 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);
}
```


Makro otsaketiedostojen suojana

- Ehdollisella kääntämisellä varmistetaan, että otsaketiedosto käännetään vain kerran: kukin otsaketiedostoa 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!

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;
}
```