

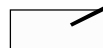
Merkkijonot Komentoriviparametrit

Luento 7
28.9.2007

Merkkijonot (strings) (Müldnerin kirjan luku 9)

- n C:ssä merkkijono ei ole ennaltamääritetty datatyyppi (kuten Javassa)
- n Merkkijono on osoitin merkkeihin

Osoitin
mjono:



Joukko merkkejä muistissa\0

- n Merkkijonojen käsittelyä varten standardikirjasto string.h

Luennon sisältö

- n Kirjastofunktiot merkkien käsittelyyn
- n Merkkijonon määrittely ja alustaminen ja käyttö
- n Merkkijonojen lukeminen ja kirjoittaminen
 - n formatoitu I/O merkkijonoille
 - n sscanf ja sprintf
 - n Riveittäin lukeminen ja tulostaminen
 - n fgets ja fputs; gets ja puts
- n Kirjastofunktiot merkkijonojen käsittelyyn
- n Komentoriviparametrit

C-ohjelmointi
Syksy 2007

3

Merkeistä

- n 'c' on merkki ja "c" on merkkijono
- n datatyyppi int
 - n signed char, unsigned char
 - n L'a' long int
 - esim. japanin tai kiinan merkkeihin
- n Syöttö ja tulostus
 - n getchar, putchar
 - n scanf("format", &var), printf("format", exp)
 - n fgets, fputs, fscanf, fprintf

Escape-merkit (samat kuin Javassa)

'\n' = rivinvaihtomerkki
'\t' = tabulaattori
'\v' = pystysuora tabulointi
'\b' = peruutusmerkki
'\r' = rivinalkuunpalautusmerkki
'\f' = sivunvaihtomerkki
'\a' = hälytysmerkki, yleensä äänimerkki
'\' ' = kenoviiva
'\" ' = heittomerkki
'\" ' = lainausmerkki

'\0' = merkkijonon lopetusmerkki

```
if((c=getchar()) == EOF) ...  
if(scanf("%d%d", i,j) !=2) ...  
if((c=fgetc(tkahva)) == EOF) ..  
while((c= getchar()) !='\n') ...  
while ((c=getchar()) !=EOF) ...  
while(getchar() != '\n' ) ;
```

C-ohjelmointi
Syksy 2007

4

```
#include <ctype.h>
```

Kirjastofunktioita merkkien käsittelyyn

- n Standardikirjaston ctype.h funktioita
 - n Merkkien luokitteluun
 - n islower(int c)
 - n isdigit(int c)
palauttaa nollan, jos merkki ei ole kysyttyä tyyppiä, muuten nolasta eroavan arvon
 - n Merkkimuutoksiin
 - n tolower(int c)
 - n toupper(int c)
jos muutos onnistuu, palauttaa muutetun arvon, muuten palauttaa EOF:n

C-ohjelmointi
Syksy 2007

5

Merkkien luokittelufunktiot

Alfanumeeriset

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| n int isalnum(int c) | is c an alphanumeric |
| n int isalpha(int c) | is c an alphabetic letter |
| n int islower(int c) | is c a lower case letter |
| n int isupper(int c) | is c an upper case letter |
| n int isdigit(int c) | is c a digit |
| n int isxdigit(int c) | is c a hexadecimal digit |
| n int isodigit(int c) | is c an octal digit |

```
if (c >= 'a' && c <= 'z') ...
```

Kirjastofunktiolla
siirrettävämpää
koodia!

Muut merkit

- | | |
|----------------------|--|
| n int isprint(int c) | is c printable (not a control character) |
| n int isgraph(int c) | is c printable (not a space) |
| n int ispunct(int c) | is c printable (not space or alphanumeric) |
| n int isspace(int c) | is c whitespace |

C-ohjelmointi
Syksy 2007

6

Merkkijonon määrittely ja muistinvaraaminen merkkijonolle

- n Merkkijono määritellään osoittimena, joka osoittaa merkkeihin:
`char *s;`
- n Merkkijonolle pitää myös varata tilaa muistista.
 - n Myös `\0`-merkille on varattava tilaa
 - n Kirjastofunktiot osaavat käsitellä merkkijonona vain sellaista merkkien jonoa, joka päättyy `\0`-merkkiin!
- n Esim. 10 merkin jonolle varattava 11 merkin kokoista muistialuetta:

```
#define SIZE 10  
if((s = malloc((SIZE+1)*sizeof(char))) == NULL) ....
```

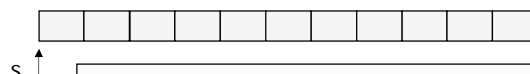
"muistinvaraus"-fraasi

Mitä tehdään varauksen epäonnistuessa?

C-ohjelmointi
Syksy 2007

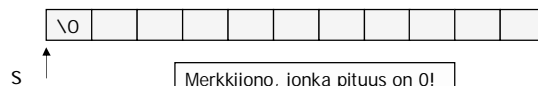
7

Merkkijonon alustaminen ja merkkijonon pituus



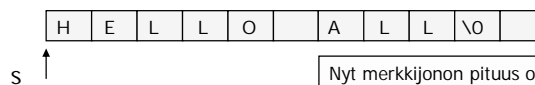
Vain muistialue, johon s osoittaa, mutta ei vielä merkkijono, koska `\0` puuttuu!

Alustettu, tyhjä merkkijono: `s[0] = '\0';`



Merkkijono, jonka pituus on 0!

Merkkijonoon voidaan tallettaa lisää merkkejä:



Nyt merkkijonon pituus on 9.

C-ohjelmointi
Syksy 2007

8

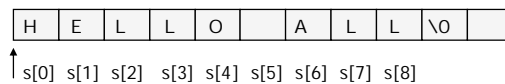
Merkkijonon muistinvaraus ja i:nnen merkin osoittaminen

Idioms

- n Merkkijonon muistinvaraus aina `calloc`-funktiolla, koska `calloc` nolaa muistialueen => merkkijono on alustettu

```
if((s = calloc(n+1, sizeof(char))) == NULL) ..
```

- n viittaus merkkijonon `s` i:nteen merkkiin `s[i]` :llä
($0 \leq i < \text{merkkijonon pituus}$)

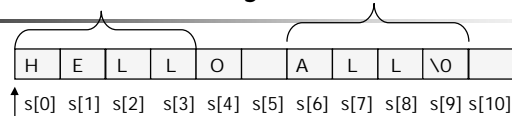


`S[3] = 'L' ja s[6]='A'`

C-ohjelmointi
Syksy 2007

9

Merkkijonon prefiksi (alkupää) ja suffiksi (loppupää)



- n Merkkijonon loppupäähän pääsee helposti käsiksi
 - n Esimerkiksi
 - n `s+6` osoittaa merkkijonoa "ALL", jonka pituus on 3 merkkiä
 - n `s+8` osoittaa merkkijonoa "L", jonka pituus on 1 merkki
 - n `s+9` osoittaa tyhjää merkkijonoa, jonka pituus on 0
 - n `s+10` ei osoita mihinkään merkkijonoon!
- n Alkupäähän esim. merkkijonoon "HELL" on taas vaikeampi päästä käsiksi, koska se ei päätty `\0`-merkkiin.

C-ohjelmointi
Syksy 2007

10

Merkkijonovakio

- n `char *nimi = "Tarja Halonen"`
 - n Vakion sisältöä ei saa muuttaa Tarja Halonen\0
 - n On voitu tallettaa esim. 'read only' -alueelle
 - n Ei saa välittää parametrina sellaiselle funktiolle, joka muuttaa parametrinaan saamaa merkkijonoa
 - n Huomaa ero: 'T' ja "T"
 - n 'T' on merkki T
 - n "T" on merkkijono eli merkki T ja sitä seuraava null-merkki T\0

C-ohjelmointi
Syksy 2007

11

Merkkijono parametrina ja paluuarvona

- n Koska merkkijono on itseasiassa osoitin, sitä voidaan käyttää samalla tavoin kuin osoittimia yleensä
 - n Merkkijonon tulee olla alustettu (muuten ei ole merkkijono!)
 - n Merkkijonovakioita ei saa muuttaa

```
# funktio muuttaa  
# merkkijonon 1. merkin  
# isoksi kirjaimeksi  
  
void modify(char *s) {  
    s[0] = toupper(s[0]);  
}
```

```
char *p; /* EI VIELÄ! modify(p); */  
if((p = calloc(10, sizeof(char))) == NULL)  
    errorf();  
p[0] = 'h'; p[1] = 'i'; /* p[2] == '\0' */  
modify(p);  
modify(p+1);  
char *q = "hello"; /*merkkijonovakio*/  
modify(q); /* EI, EI; EEII näin! */
```

h i \0 → H i \0 → H I \0

C-ohjelmointi
Syksy 2007

12

Merkkijono parametrina ja paluuarvona (2)

(vanha merkkijono ei muutu, nyt muutos tehdään sen kopioon)

```
char *modify(const char *s) {
    char *news; /* uusi merkkijono */
    char *ps; /* selaa vanhaa */
    char *pn; /* selaa uutta */
    if ((news = calloc (length(s)+1, sizeof(char))) == NULL) return NULL;
    for (ps = s, pn = news; *ps; ps++, pn++)
        *pn = *ps;
    *pn = *ps; /* kopioi vielä \0-merkin */
    news[0] = toupper(news[0]);
    return news;
}
```

Muista vapauttaa muistilohko, kun sitä ei enää tarvita:
free (news);

```
char *p = "tarja H.";
char *q = modify(p);
```

tai char *q = modify("tarja H.");

```
q = modify(p+3);
```

p ↓ tarja H.\0
q ↓ Ja H.\0

p ↓
tarja H.\0

Tarja H.\0
q ↑

C-ohjelmointi
Syksy 2007

13

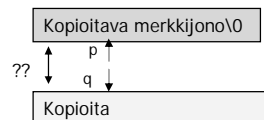
Erilaisia kopiointitapoja

```
n while((q[i] = p[i]) != '\0') i++;
n while((*q = *p) != '\0') {q++; p++;}
n while ((*q++ = *p++) != '\0');
n while (*q++ = *p++);
```

Tekevät saman asian: kopioivat merkit merkkijonosta p merkkijonoon q.

Muista varata muistista tilaa merkkijonolle q ennen kopiointia.

Älä hukkaa merkkijonojen alkuja!



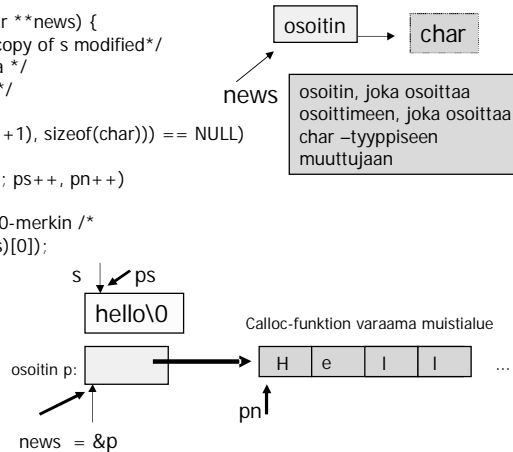
C-ohjelmointi
Syksy 2007

14

Muutetun merkkijonon palautus parametrina

```
void modify1(const char *s, char **news) {
    /* return through parameter a copy of s modified*/
    char *ps; /* selaa vanhaa */
    char *pn; /* selaa uutta */
    if (s == NULL) return -1;
    if ((*news = calloc (length(s)+1, sizeof(char))) == NULL)
        return NULL;
    for (ps = s, pn = *news; *ps; ps++, pn++)
        *pn = *ps;
    *pn = '\0'; /* kopioi vielä \0-merkin */
    (*news)[0] = toupper((*news)[0]);
}
```

```
char *p;
modify1("hello", &p);
```



C-ohjelmointi
Syksy 2007

15

Esimerkki: funktio tarkistaa, onko annettu merkkijono kelvollinen kokonaisluku joko desimaalina tai heksadesimaalina esitettynä.

```
int isNumber(const char *s) {
    if (s == NULL || s[0] == '\0') /* tyhjä merkkijono */
        return 0;
    /* onko heksaluku eli tyyppiä "0x2A68"?
    if (s[0] == '0') { /* nolla ensimmäisenä */
        if (s[1] == '\0') return 1; /* pelkkä nolla kelpaa */
        if (s[1] == 'x' || s[1] == 'X') { /* heksaluku? */
            if (s[2] == '\0') return 0; /* "0x" ei riitä */
            for (s += 2; *s; s++) if (!isxdigit(*s)) return 0;
            return 1; /* kelvollinen heksaluku */
        }
    }
    /* onko desimaaliluku
    for (; *s; s++)
        if (!isdigit(*s)) return 0;
    return 1;
}
```

Fraasi merkkijonon läpikäyntiin:

```
for (p = s; *p; p++)
    käytä *p:tä;
```

C-ohjelmointi
Syksy 2007

16

Merkkijono ja formatoitu I/O

- n "%s" sekä syötössä että tulostuksessa
- n Syötössä
 - n merkkijonon alussa olevat tyhjät ohitetaan ja lukeminen aloitetaan ensimmäisestä ei-tyhjästä merkistä
 - n Luetaan yksi sana eli seuraavaan tyhjään merkkiin asti
 - n => scanf lukee vain yhden sanan

```
const int SIZE = 7;  
char *s;  
if ((s = malloc((SIZE + 1) * sizeof(char))) == NULL)  
    virhetilanne();  
scanf("%s", s);
```

```
scanf ("%7s", s);
```

Mitä luetaan, jos syöte on "Java language" ?

Entä, jos syöte on "language Java"?

Entä scanf ("%SIZEs", s); ?

Ei käy, sillä tulkitsee %S:n formaattiksi

Merkkijonon lukeminen



- n scanf ("%s", s) koska s on osoitin
- n Ennen lukemista merkkijonolle on oltava muistia varattuna
- n Muistia on oltava tarpeeksi! Varmista rajoittamalla pituus.

```
if (scanf("%10s", s) != 1)  
    error
```

Lukee yhden korkeintaan 10 merkin mittaisen sanan.

Varaa tilaa myös \0-merkille.

Merkkijonon tulostus

n `printf("%s", str)`

n tulostaa osoittimen `str` osoittaman muistilohkon kaikki merkit `\0`-merkkiin saakka

```
char *s = "C ja Java ovat kieliä."  
printf ("%s\n", s);  
printf ("%s\n", s+5);
```

```
C ja Java ovat kieliä.\0  
↑      ↑  
s      s+5
```

Tulostus: C ja Java ovat kieliä.
Java ovat kieliä.

C-ohjelmointi
Syksy 2007

19

Esimerkki

```
int lower(char *s) { /* return number of l.c. letters */  
    int i;  
    char *q;  
    for(i = 0, q = s, *q, q++)  
        if(islower(*q))  
            i++;  
    return i;  
}
```

```
int main() {  
    const int M = 10;  
    char *p;  
    if((p = calloc(M + 1, sizeof(char))) == NULL)  
        return EXIT_FAILURE;  
    if(scanf("%10s", p) != 1) return EXIT_FAILURE;  
    printf("%d lower case letters in %s\n", lower(p), p);  
    return EXIT_SUCCESS;  
}
```

Ohjelma lukee yhden korkeintaan 10 merkin mittaisen sanan ja tulostaa siinä olleiden pienten kirjainten lukumäärän.

```
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <ctype.h>
```

```
for(i = 0, q = s; *q; q++)  
    if(islower(*q))  
        i++;
```

```
p = s; i=0;  
while (*p++)  
    if (islower(*p)) i++;
```

C-ohjelmointi
Syksy 2007

20

sscanf ja sprintf

merkkijonosta lukeminen ja merkkijonoon kirjoittaminen

```
int sscanf (s, "format", arguments)
```

n merkkijonot luvuiksi

```
if (sscanf (p, "%lf", &sd) != 1) ...  
if (sscanf (s+6, "%d%f", &i, &d) != 2) ...
```

```
5678.993456
```

```
Luvut 34 46.998\0
```

Tehokkaampiakin tapoja näihin toimintoihin on!

```
int sprintf (s, "format", arguments)
```

n merkkijonon kokoamiseen 'osista'

```
sprintf(p, "Syötetty luku oli %d", j);  
sprintf(s, "%s %d %f", "test", 1, 1.5);
```

```
test 1 1.5\0
```

p:n ja s:n oltava alustettuja merkkijonoja, joille on varattu riittävästi tilaa muistista calloc-funktiolla.

C-ohjelmointi
Syksy 2007

21

fgets ja fputs

tiedosto σ merkkijono
(myös stdin ja stdout)

Rivi kerrallaan lukeminen ja kirjoittaminen

```
char* fgets(char *buf, int n, FILE *in);
```

Lukee yhden rivin, mutta enintään n-1 merkkiä tiedostosta in ja tallettaa sen muistilohkoon buf. Tallettaa myös rivinlopetusmerkit. fgets onnistuessaan aina kirjoittaa muistilohkoon viimeiseksi \0-merkin.

```
int fputs (const char *s, FILE *out);
```

Kirjoittaa merkkijonon s (ilman \0-merkkiä) tiedostoon out.

C-ohjelmointi
Syksy 2007

22

gets ja puts stdin-syöttö ja stdout-tulostus

```
char * gets(char *buf);
```

Lukee aina koko rivin (ei siis korkeintaan tiettyä määrää) eikä talleta rivin lopetusmerkkiä muistilohkoon. **ÄLÄ KÄYTÄ !**

```
int puts(const char *buf);
```

Kirjoittaa merkkijonon ja päättää sen aina rivinvaihdolla.

Rivi kerrallaan lukemisen yleinen ongelma:
aina oletettava jokin maksimipituus
jolle varataan tilaa!

<string.h>

Merkkijono-operaatiot:

n Runsaasti merkkijonoja käsitteleviä funktioita

n Merkkijonon pituus

```
size_t strlen(const char *string);
```

Huom! merkkijonojen pituuksien vertailu

```
if (strlen(x) >= strlen(y)) ...
```

```
if ((int)strlen(x) - SIZE >= 0) ...
```

n Merkkijonon kopiointi

```
char *strcpy(char *dest, const char *src);
```

```
char *strncpy(char *dest, const char *src, size_t n);
```

n Merkkijonon liittaminen toiseen

```
char *strcat(char *dest, const char *src);
```

```
char *strncat(char *dest, const char *src, size_t n)
```



Varmista, että

- kopio on alustettu merkkijono
- kopiolle on varattu tarpeeksi muistitilaa
- kopioon tulee \0-merkki.

<string.h>

Lisää merkkijono-operaatioita

- Merkkijonojen vertailu (merkki merkiltä)

```
int strcmp(const char *s1, const char *s2);
int strncmp(const char *s1, const char *s2, size_t n);
```

Palauttaa

```
<0 jos s1 < s2
0 jos s1 == s2
>0 jos s1 > s2
```

- Merkin tai merkkijonon etsiminen

```
char *strchr(const char *str, int c);
char *strrchr(const char *str, int c);
char *strstr(const char *str, const char *substr);
```

ensimmäinen c:n esiintymä
viimeinen c:n esiintymä
etsii merkkijonoa

```
size_t strspn(const char *str, const char *set);
size_t strcspn(const char *str, const char *set);
char *strpbrk(const char *str, const char *set);
```

set:iin kuuluvia alussa
set:iin kuulumatomia alussa
1. set:iin kuuluvaan viite

merkkijoukon merkkien esiintyminen merkkijonossa, palauttaa esiintymispaikan (ohitettujen merkkien lukumääränä tai osoittimena)

C-ohjelmointi
Syksy 2007

25

<string.h>

Yhä merkkijono-operaatiota

- Merkkijonon jako 'sanoiksi' (token) erotusmerkein

```
char *strtok(char *str, const char *sep);
```

ensimmäisellä kerralla annettava merkkijono;
seuraavilla kerroilla voi antaa sen tilalla NULL:in

- Tällöin jatkaa seuraavan sanan etsimistä samasta merkkijonosta.

Muuttaa merkkijonoa: \0 jokaisen havaitun sanan perään. Palauttaa str:n osia.

- Merkkijono numeroiksi

<stdlib.h>

```
double strtod(const char *s, char **p);
long strtol(const char *s, char **p, int base);
unsigned long strtoul(const char *s, char **p, int base);
```

ANSI C -versioita, jotka korvaavat vanhat: atof, atoi ja atol

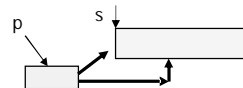
/home/avirta/kurssi/C/2006/testi.c\0

str ↑

```
char *sep "\0";
```

```
strtok(NULL, sep);
```

Tee kopio ja käytä sitä!



fail: s:n alkuun
success: eka muuttamaton merkki

C-ohjelmointi
Syksy 2007

26

Esimerkki: Merkkijonon riisuminen turhista edessä ja perässä olevista tyhjämärkeistä tai muista turhista merkeistä

Heippa vaan | \0



Heippa vaan\0

Möldnerin kirjan esimerkki 9-13

```
/* strip from s leading and trailing characters from
 * set. For example:
 * char *p = strip(" ,hi, how are you," , " ,");
 */
char *strip(const char *s, const char *set) {
    int start = strspn(s, set); /* leading character*/
    int end; /* trailing characters */
    char *kopy;
    int length = strlen(s); /*merkkijonon pituus*/

    if(length != start) { /* there are characters not in set */
        for(end = length; end > 1; end--) /* trailing */
            if(strchr(set, s[end]) == NULL) /* onko poistettava merkki */
                break;
        length = end - start + 1; /* left after strip */
    }
}
```

C-ohjelmointi
Syksy 2007

27

Esimerkki jatkuu:

```
/*char *strip() continued */
if((kopy = calloc(length + 1, sizeof(char)))==NULL)
    return NULL;
memcpy(kopy, s + start, length);
kopy[length] = '\0';
} /* length != start */

else { /* here, no characters in s */
    if((kopy = calloc(length + 1, sizeof(char)))==NULL)
        return NULL;
    strcpy(kopy, s);
}

return kopy;
}
```

C-ohjelmointi
Syksy 2007

28

Komentoriviparametrit

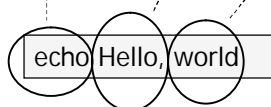
```
int main (int argc, char **argv);
int main (int argc, char *argv[]);
```

argc merkkijonojen
lukumäärä

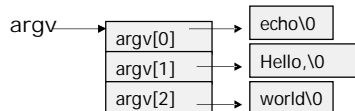
argv osoitin

osoitinlohkoon

ohjelmannimi parametri1 parametri 2 ...



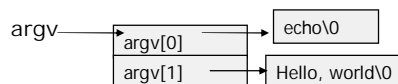
argc = 3



echo "Hello, world"

" " -merkit
toimivat
joissakin
järjestelmissä!

argc = 2



C-ohjelmointi
Syksy 2007

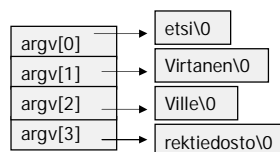
29

Osoittaminen komentoriviargumentteihin

etsi Virtanen Ville rektiedosto

argc: 4

argv: []



Standardi vaatii myös, että argv[argc] on NULL.

argv[0] tai *argv osoittaa 1. parametriin eli ohjelman nimeen ("etsi"),
argv[1] tai *(argv+1) osoittaa 2. parametriin ("Virtanen")
argv[2] tai *(argv+2) osoittaa 3. parametriin ("Ville")
argv[3] tai *(argv+3) osoittaa 4. parametriin ("rektiedosto")

argv[0][0] tai *(argv)[0] tai **argv osoittaa 1. parametrin 1. merkkiin
argv[2][4] tai *(argv+2)[4] tai *(* (argv+2)+4) osoittaa 3. parametrin 5. merkkiin.

Komentoparametrien lukumäärän tarkistus

```

/* Tarkista komentoriviparametrien lukumäärä! */
int main(int argc, char **argv) {
    ....
    switch(argc) {
        case 4: ... /* kaikki tiedot annettu komentorivillä*/
        case 3: ... /*OK! käytetään oletusarvoa*/
        default: fprintf(stderr, "Väärä käytötapa: %s .. \n",
            argv[0]); /*Voisi myös kertoa oikean käytötavan!*/
        return EXIT_FAILURE;
    }
}

```

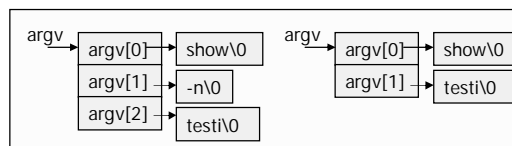
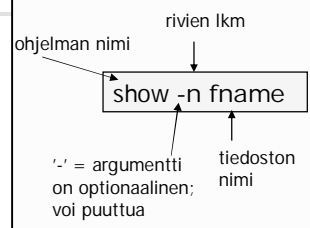


Komentoriviparametrien käyttö: Tiedoston rivien tulostus näytölle

```

#define DEFAULT 10
#define MAX 80
/*tulostaa näytölle tiedoston n ensimmäistä riviä */
int display(const char *fname, int n, int Max);
int main(int argc, char **argv) {
    int lines = DEFAULT;
    switch(argc) {
        case 3: /* selvitä rivien lukumäärä argumentti */
            if(argv[1][0] != '-' || sscanf(argv[1] + 1, "%d", &lines)!=1 || lines <= 0)
                return EXIT_FAILURE;
            argv++; /* no break: retrieve filename */
        case 2: if(display(argv[1], lines, MAX) == 0) return EXIT_FAILURE;
            break;
        default: return EXIT_FAILURE;
    }
    return EXIT_SUCCESS;
}

```



Ohjelma laskee ja tulostaa parameteina annettujen lukujen summa

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(int argc, char **argv) {
    int i;
    double luku, summa=0.0;
    char **p;
    char *s;
    if (argc==1)
    {
        printf ("Parametreja voi olla vaihteleva");
        printf (" määrä ja ne voivat olla");
        printf (" kokonaislukuja tai liukulukuja");
        printf ("\nKäyttö: SUMMA arg1 arg2 ...
                argn\n");
        exit(0); /* lopetetaan ohjelman toiminta
                */
    }
}
```

```
if ((s = calloc(80, sizeof(char))) ==
    NULL) return 1;
p = &s;
for (i=1; i<argc; i++)
{
    luku = strtod(argv[i], p);
    summa=summa+luku;
}
printf ("Lukujen summa on
%.2lf\n",summa);
return 0;
}
```

C-ohjelmointi
Syksy 2007

33

Mitä opittiin?

- n Merkkijonojen alustaminen ja käsittely
- n Merkkijonojen syöttö ja tulostus
- n Standardikirjaston funktioita merkkijonojen käsittelyyn
- n Komentoriviparametrien käyttö

C-ohjelmointi
Syksy 2007

34



Ensi kerralla

- n Taulukoiden käsittelyä
 - n Yksiulotteiset taulukot
 - n Määrittely, kopiointi, vertailu
 - n Taulukko parametrina
 - n Alustus ja talletus
 - n Moniulotteiset taulukot
 - n Dynaamiset taulukot