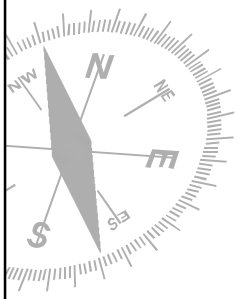
C-ohjelmointi, syksy 2006: *Funktiot*



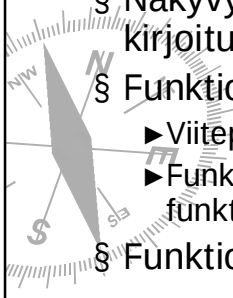
Luento 4, ti 15.9.2006

Sisältö

- Yleistä
- Parametrit
- Paluuarvo ja sen käyttö
- Ohjelmointityylistä: modulaarisuus
  - Funktion esittelyt otsikkotiedostoon
  - Monen ohjelmatiedoston käyttö
  - Näkyvyyssäännöt
- Osoitintyyppi
- Viiteparametrit
- Funktioparametrit

Yleistä

- Funktiot ovat kaikki irrallisia ja samalla tasolla (ei sisäkkäisiä funktioita)
- Ohjelmassa on aina tasan yksi `main`-funktio
  - Suoritus alkaa tästä funktiosta
- Näkyvyyttä voi rajoittaa vain tiedostoittain ja kirjoitusjärjestyksellä
- Funktioilla on vain arvoparametreja
  - Viiteparametrit on toteutettava osoitintyypin avulla
  - Funktio voi saada parametrinaan myös toisen funktion osoitteen
- Funktioiden syntaksi kuten Javan metodit

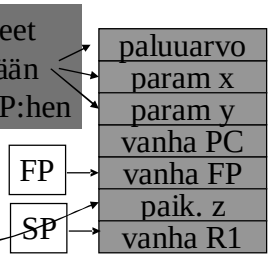


TITO

Aliohjelma-esimerkki

```
int fA (int x, y)
{
        int z = 5;
        z = x * z + y;
        return (z);
}
…
T = fA (200, R);
```

Kaikki viitteet näihin tehdään suhteessa FP:hen



aliohjelman toteutus:

ks. fA.k91

```
retfA   EQU  -4
parX    EQU  -3
parY    EQU  -2
locZ    EQU  1

fA      PUSH  SP, =0 ; alloc Z
        PUSH  SP, R1 ; save R1

        LOAD  R1,=5; init Z
        STORE R1, locZ (FP)

        LOAD R1, parX (FP)
        MUL   R1, locZ (FP)
        ADD   R1, parY (FP)
        STORE R1, locZ (FP)
        STORE R1, retfA (FP)
        POP     SP, R1; recover R1
        SUB     SP, =1 ; free Z
        EXIT    SP, =2 ; 2 param.
```

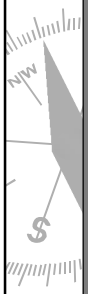
prolog

epilog

Esimerkki: potenssiin korotus

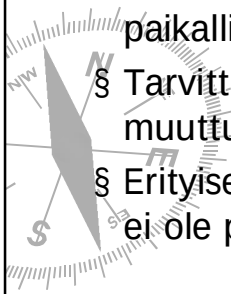
```
#include <stdio.h>
int power (int m, int n);
int main( )
{
  int i;
  for (i=0; i < 20; ++i)
    printf (%d %d %d \n", i,
       power(2,i), power(-3,i));
  return 0;
}
int power (int base, int n)
{
  int i, p=1;
  for (i=1; i<=n; ++i)
    p = p*base;
  return p;
}
```

- Funktion esittely
  - Tai: int power (int, int);
  - Oltava ennen käyttöä
- Funktion kutsu
  - Parametreille arvot
- Funktion määrittely
  - Voi olla esittelyn yhteydessä tai erikseen
  - HUOM: ei puolipistettä otsikossa



Parametrit

- Aina arvoparametreja (kuten Javan metodeilla)
- Arvo kopioidaan pinoon
- Käytetään funktion sisällä parametrin nimellä
- Funktion sisällä parametrit käyttäytyvät kuin paikalliset muuttujat
- Tarvittaessa viiteparametreja on välitettävä muuttujan osoite.
- Erityisellä tyypillä `void` voi kertoa, jos funktiolla ei ole parametreja



`void` ja tyyppimuunnokset

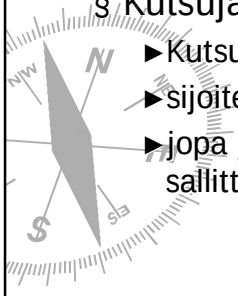
- Esittely (declaration):
  `int f()` on sama kuin **`int f(void)`**
- Kutsu (call):
  `f();` on sama kuin **`(void)f();`**
- Parametrien arvot muunnetaan kutsussa tarvittaessa (kunhan tyypit tiedossa!).
- Vastaava muunnos tehdään paluuarvolle.

```
int f(int);
double x = f(1.2);
```

Paluuarvo ja sen käyttö

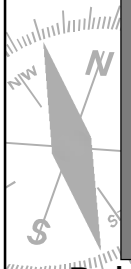
§ Funktion paluuarvo on aina määriteltävä
- Yksinkertainen tyyppi (ei voi olla rakenne kuten Javassa)
- Voi olla myös void (eli ei paluuarvoa)

§ Kutsuja päättää mitä paluuarvolla tekee
- Kutsu lausekkeessa -> arvo suoraan käyttöön,
- sijoitetaan muuttujan arvoksi tai
- jopa jätetään hyödyntämättä (valitettavasti sallittua!)



`exit` -funktio

- Ohjelman suorituksen voi missä tahansa ja koska tahansa lopettaa kutsumalla exit-funktiota. **`exit(int code);`**



```
double f(double x) {
 if(x < 0) {
        fprintf(stderr, "negative x in %s\n",
                        __FILE__);
        exit(EXIT_FAILURE); /* no return ... */
 }
 return sqrt(x);
}
```

←

- Paluuarvot: EXIT_SUCCESS tai EXIT_FAILURE

Programming Guidelines

Funktion dokumentointi

- Esittelyn tai määrittelyn (tai molempien) on syytä kuvata funktion käyttäytyminen:

- Function: nimi
- Purpose: Yleiskuvaus toiminnasta
- (tyypillisesti kuvaa, miten funktion *oletetaan* toimivan)
- Inputs: Luettelo parametreista ja käytetyistä globaaleista muutt.
- Returns: Paluuarvo
- Modifies: Luettelo parametreista ja globaaleista muuttujista joiden arvo muuttuu toiminnan seurauksena (myös: sivuvaikutukset!!)
- Error checking: Funktion tekemät parametrien virhetarkistukset
- Sample call: kutsuesimerkki

Esimerkki

```
/* Funktio:   maxi
 * Tehtävä:   Etsii suuremman
  parametriarvon
 * Parametrit: kaksi kokonaislukua
 * Palauttaa:  suuremman arvon
 * Muuttaa:    ei mitään
 * Virhetark.: ei ole
 * Kutsuesimerkki: i = maxi(k, 3)
*/
int maxi(int i, int j) {
  return i > j ? i : j;
}
```

Esimerkki: sarjan summa

```
/* Function:  oneOverNseries
 * Purpose:   compute the sum of 1/N series
 * Inputs:    n (parameter)
 * Returns:   the sum of first n elements of
 *        1+ 1/2 + 1/3 + … 1/n
 * Modifies:  nothing
 * Error checking: returns 0 if n negative
 * Sample call: i = oneOverNseries(100);
*/
double oneOverNseries(int);
```

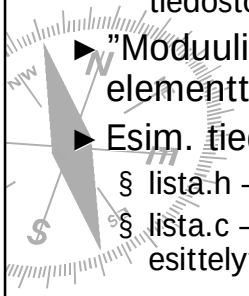
```
double oneOverNseries(int n) {
  double x;
  int i;

  /* Check boundary conditions */
  if(n <= 0) return 0;

  for(x = 0, i = 1; i < n; i++)
     x += 1/((double)i);

  return x;
}
```

Moduulit ja modulaarinen ohjelmointi

- C ei suoraan tue modulaarista (tai rakenteista) ohjelmointitapaa
  - ei sisäkkäisiä funktioita
  - globaalit muuttujat näkyvät saman tiedoston niille funktioille, joiden esittely tai määrittely on vasta muuttujan määrittelyn jälkeen

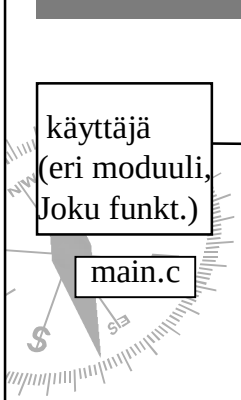
Moduulit

- C:ssä on ohjelmoijan kuitenkin mahdollista käsitellä tiedostoja siten, että
  - yhteen kuuluvat elementit sijoitetaan samaan tiedostoon
  - yhden abstraktin tietotyypin toteutus yhteen tiedostoon
- ”Moduulia voi jopa ajatella luokan kaltaisena elementtinä”
- Esim. tiedostot lista.h ja lista.c
  - lista.h –tietorakenteiden kuvaus ja funktioiden esittelyt
  - lista.c –funktioiden toteutukset ja omien muuttujien esittelyt



Moduulit: esittely vs. toteutus

Moduulilla on aina esittely otsikkotiedostossa (*.h) ja toteutus erillisessä ohjelmatiedostossa (*.c)



käyttäjä (eri moduuli, Joku funkt.)

main.c

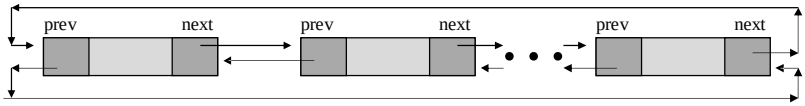
esittely (otsikkotiedosto)

list.h

toteutus

list.c

Esimerkki: LINUXin prosessilista



- Linuxissa on abstrakti tietorakenne kahteen suuntaan linkitetty lista (käytetään mm. prosessin kuvaajille)
- Listalle on määritelty omat käsittelyrutiinit (funktioita ja makroja)
  - list_add(n,h), list_add_tail(n,h)
  - list_del(p)
  - list_empty(p), list_entry(p,t,f)
  - list_for_each(p,h)
- Prosessilistan omat makrot: SET_LINKS REMOVE_LINKS (kts. www-sivu http://lxr.linux.no/source/include/linux/list.h)

Muuttujien määrittelyt ja näkyvyyssäännöt

```
#include <stdio.h>
/* globaalit muuttujat tänne*/
double tulos;
int main(int argc, char** argv)
{
  /* funktion muuttujat tänne */
  int i;
  for (i=0; i < 20; i++) {
    /* Lohkon muuttujia */
    int j;
    j = i*4;
   }
return 0;
}
```

- Lohkon sisäiset muuttujat
  - Määritellään lohkon alussa
  - Eivät näy lohkon ulkopuolelle
  - Arvo ei säily kutsukerrasta toiseen
  - Lohko on mikä tahansa aaltosulkujen { } kattama ohjelman osa
  - Funktiokin on lohko
- Globaalit muuttujat
  - Määritellään funktioiden ulkopuolella
  - Näkyvät myöhemmin määritellyille funktioille
  - Arvo säilyy suorituksen ajan

Poikkeamat näkyvyyssäännöistä: Viittaaminen muualla määriteltyyn – extern

```
int i;
static int si;
extern int ei;
void f() {
  int fi;
  static int sif;
  extern int eif;  /* vältä tätä! */
}
void g();
static void h();
int eif; /* määritelty vasta täällä */
```

- Määrittely on tällöin
  - tyypillisesti jossain toisessa tiedostossa tai kirjastossa
  - Samassa tiedostossa, mutta myöhemmin
- Vältä käyttöä!!
- Pyri määrittelemään muuttujat mahdollisimman paikallisesti, ja ainakin yhden tiedoston sisällä

Poikkeamat säilyvyyssäännöistä: Funktion sisäinen muuttuja pysyväksi ja piiloon - static

```
int i;
static int si;
extern int ei;
void f() {
  int fi;
  static int sif;
  extern int eif;  /* vältä tätä! */
}
void g();
static void h();
int eif; /* määritelty vasta täällä */
```

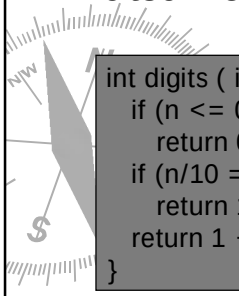
- 'static' määreellä muuttujan arvo säilyy suorituskerrasta toiseen.
- Toisaalta 'static' määre rajoittaa kyseisen muuttujan tai funktion (eli tunnuksen) näkyvyyttä. Sitä ei voi tämän jälkeen käyttää muista tiedostoista käsin. (Vrt. javan private)

Muuttujien sijoittelu muistiin

- Extern määre kertoo kääntäjälle, että tässä kohtaa muuttujalle ei tarvitse varata tilaa, koska muuttuja on määritelty muualla
- Static määre kertoo kääntäjälle, että paikalliselle muuttujalle on varattava tilaa pinon ulkopuolelta, koska arvon pitää säilyä
- Register määre kertoo kääntäjälle, että muuttujaa käytetään niin paljon, että sille kannattaisi varata oma rekisteri prosessorilta tässä lohkossa
- Muuttujan esittely ilman määrettä, ns. automaattinen tilanvaraus
  - § globaaleille muuttujille tilanvaraus käännösaikana
  - § paikallisille muuttujille tilanvaraus pinosta suoritusaikana

Rekursio

- Rekursiivinen funktio kirjoitetaan c:ssä ihan niin kuin muissakin kielissä
- Rekursion pysäyttämiseksi on rekursiivisen kutsun oltava jollakin tavalla ehdollinen.



```
int digits ( int n) {
   if (n <= 0)
      return 0;
   if (n/10 == 0)
      return 1;
   return 1 + digits (n/10);
}
```

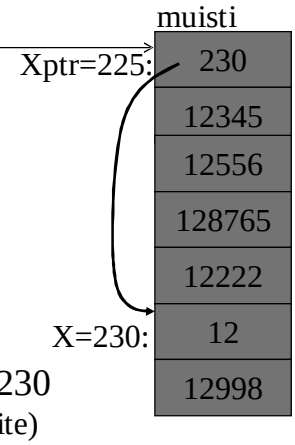
```
int digits ( int n) {
   int count =0;
   if (n <= 0)
      return 0;
   do { count ++;
      n /= 10;
   while ( n!=0);
   return count;
}
```

Osoittimet (pointers)

- Osoitin on muuttuja, jonka arvona on toisen muuttujan osoite.
- Osoittimien käyttö perustuu siihen, että useimpien tietokoneiden muisti voidaan kuvata ikään kuin valtavana yksiulotteisena taulukkona. Kaikki ohjelmat ja data sijaitsevat tässä taulukossa.
- Osoitin on oikeastaan indeksi johonkin kohtaan muistia.
- Osoitinmuuttuja on eräänlainen viitta, jonka avulla päästään käsiksi toiseen muuttujaan.
- Vrt. Javan olioviite (joka oikeastaan on osoitin)

Tieto ja sen osoite (3)

```
Xptr  DC   0
X     DC   12
      LOAD  R1, =X      ; R1 ← 230
      STORE R1, Xptr
      LOAD  R2, X       ; R2 ← 12
      LOAD  R3, @Xptr   ; R3 ← 12
```



- Muuttujan X osoite on 230
- Muuttujan X arvo on 12
- Osoitinmuuttujan (pointterin) Xptr osoite on 225
- Osoitinmuuttujan Xptr arvo on 230
  - jonkun tiedon osoite (nyt X:n osoite)
- Osoitinmuuttujan Xptr osoittaman kokonaisluvun arvo on 12

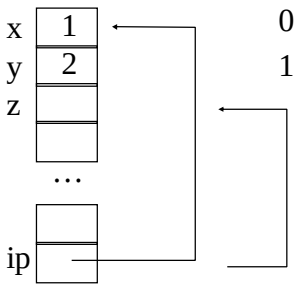
```
C-kieli:   Y = *ptrX   /* ei prtX:n arvo,
mutta ptrX:n osoittaman muuttujan arvo */
```

TITO

KOODI ESIMERKKI:

```
int main(int argc, char**
argv)
{
 int x=1, y=2, z[10];
 int *ip;
int *p, q;
int *r, *s;

ip = &x;
y = *ip;  /* y = x =1 */
*ip = 0;   /* x = 0 */
ip = &z[0];
}

double atof(char *string);
```

HUOM: p on osoitin ja q tavallinen kokonaisluku



Funktion parametrina osoitin on erittäin tavallinen

Viiteparametrit

- Välitetään muuttujan osoite (eli viite), jos funktion pitää muuttaa muuttujan arvoa
- Funktion esittelyssä muodollinen parametri on osoitin
  - void lue_muuttujaan (int *luku);
- Funktion kutsussa todellisena parametrina välitetään muuttujan osoite
  - lue_muuttujaan (&x); (kun int x;)
  - lue_muuttujaan (ptr); (kun int *ptr;)

Viiteparametrin käyttö

- Esimerkkejä: funktion oma paluuarvo on tieto tehtävän onnistumisesta, tulos parametrissa

```
/* Lue korkeintaan n merkkiä
 * Palauta merkin c esiintymisten lukumäärä
 * Paluuarvona onnistumistieto!
 */
int readIt(int n, char c, int *occurrences);

/* Palauta lukujen n ja m summa ja tulo */
int compute(int n, int m,
            int *sum, int *product);
```

Kirjoita funktio

Vaihteleva parametrimäärä (vrt. printf, scanf)

- Yksi nimetty ja tyypitetty parametri, loput kolme pistettä
- Parametrien käsittely (va_list, va_start, va_arg)

```
#include<stdarg.h>
/* return a product of double arguments */
double product(int number, ...) {
   va_list list;
   double p;
   int i;
   va_start(list, number);
   for(i = 0, p = 1.0; i < number; i++)
      p *= va_arg(list, double);
   va_end(list);
   return p;
}
```

Parametrilistan **tyyppi**

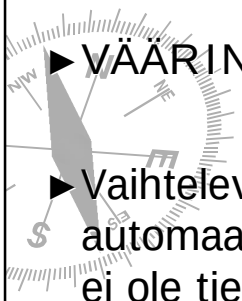
AINA: Haetaan nimetty

Haetaan seuraava

HUOM: Ei autom. tyyppimuunnoksia

Vaihteleva parametrimäärä

- OIKEIN: **`product(2, 2.0, 3.0) * product(1, 4.0, 5.0)`**
- VÄÄRIN: **`product(2, 3, 4)`**



Miksi?

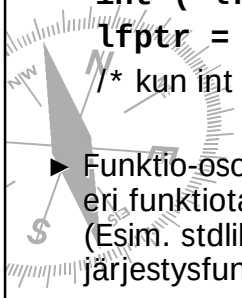
- Vaihtelevassa parametrilistassa EI voi tehdä automaattista tyyppimuunnosta, kun tyyppi ei ole tiedossa käännösaikana!

Funktio-osoittimet

- Vaikka funktiot eivät ole muuttujia, niin niilläkin on osoite muistissa (kts. esim. TTK-91 konekieli). Tähän osoitteeseen voi viitata funktio-osoittimen avulla.
- Osoitin määritellään seuraavasti

  paluutyyppi (*nimi) (parametrilista);

```
int (*lfptr) (char[], int);
lfptr = getline;
/* kun int getline(char s[], int len); */
```



- Funktio-osoittimen avulla, voidaan eri kutsukerroilla kutsua eri funktiota. Näin voidaan rakentaa yleisiä aliohjelmia. (Esim. stdlib.h:ssa on funktio qsort, joka saa parametrina järjestysfunktion)

Funktio-osoittimien käyttö parametrina

- Funktioita voi kutsua useita kertoja
- Funktion paluuarvo ja parametrilista on tyypitetty

- Geneerisissä tietorakenteissa ja niiden käsittelyrutiineissa käytetään usein tyypittömiä parametreja ja paluuarvoja:
  - Yleiskäyttöisempiä rutiineja, mutta paljon enemmän virhemahdollisuuksia

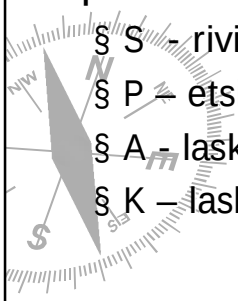
- Usein alkion sisältöä käsittelevä funktio välitetään funktioparametrina

Esimerkki funktiotietue (kts. include/linux/quota.h)

```
231 /* Operations which must be implemented by each quota format */
232 struct quota_format_ops {
233         int (*check_quota_file)(struct super_block *sb, int type);
             /* Detect whether file is in our format */
234         int (*read_file_info)(struct super_block *sb, int type);
             /* Read main info about file - called on quotaon() */
235         int (*write_file_info)(struct super_block *sb, int type);
             /* Write main info about file */
236         int (*free_file_info)(struct super_block *sb, int type);
               /* Called on quotaoff() */
237         int (*read_dqblk)(struct dquot *dquot);
             /* Read structure for one user */
238         int (*commit_dqblk)(struct dquot *dquot);
             /* Write structure for one user */
239         int (*release_dqblk)(struct dquot *dquot);
             /* Called when last reference to dquot is being dropped */
240 };
```

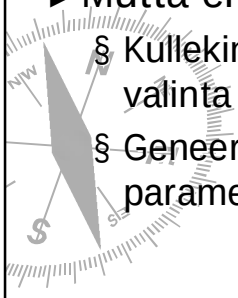
Ohjelmointiesimerkki

- Suunnittele ohjelma, joka lukee käyttäjän syöttämän rivin. Rivin ensimmäinen merkki kertoo, mitä rivillä oleville kokonaisluvuille pitää tehdä.
  - S – rivin luvuista pitää etsiä suurin
  - P – etsitään pienin
  - A – lasketaan lukujen summa
  - K – lasketaan keskiarvo



Millainen rakenne

- Luonnollisesti
  - Yhden luvun lukeminen omaan funktioon
  - Pääohjelmaan tuo valinta
- Mutta entä yhden rivin käsittely?
  - Kullekin tyypille oma rivinkäsittelyfunktio ja valinta toimenpiteen mukaan?
  - Geneerinen käsittelyfunktio, joka saa parametrina laskennan?



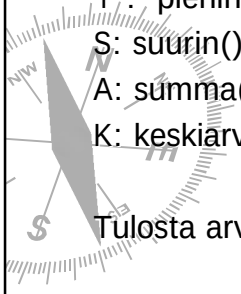
Millainen rakenne? Verrataan!

► Kullekin oma:

```
Lue merkki
Switch merkki
    'P':  pienin();
    S: suurin();
    A: summa();
    K: keskiarvo();

Tulosta arvo;
```

► Geneerinen toisto:

```
Lue merkki
Switch merkki
   'P' : toistofunktio(pienin)
   S: toistofunktio(suurin)
   A: toistofunktio(summa)
   K : toistofunktio(keskiarvo)

   Tulosta arvo;
```



Tehdään ensin: kullekin oma

►Funktiot: lue_luku, main, pienin(), ...

```
/* tehdään erillinen lukufunktio,
jota voidaan myöhemmin
parantaa */
int lue_luku(int *luku) {
    return scanf("%d", luku);
}
```

```
int pienin() {
    int luku, pieni = INT_MAX;
    while (lue_luku(&luku) == 1) {
      if (luku < pieni )
         pieni = luku;
    }
    return pieni;
}
```

```
int main () {
   char merkki;  int tulos;
   printf("Syötä tietoa yksi rivi\n");
   while ( (merkki=getchar()) != EOF) {
      switch (merkki) {
        case 'P': tulos = pienin (); break;
        case 'S': tulos = suurin (); break;
        case 'A': tulos = summa(); break;
        case 'K': tulos = ka (); break;
        default : break;
        }
   printf ("%c: %d\n", merkki, tulos); }
   return 1;
}
```

Tehdään: geneerinen toisto

- Funktiot: lue_luku, main, pienin(), ...

```
int toisto(int (*fun) (int luku)) {
   int luku, tulos;
   while (lue_luku(&luku) == 1)
      tulos = fun (luku);
   return tulos;
}
```

```
int pienin( int luku) {
    static int pieni = INT_MAX;
      if (luku < pieni)
         pieni = luku;
    return pienin;
}
```

```
int main () {
   char merkki;  int tul;
   printf("Syötä tietoa yksi rivi\n");
   while ( (merkki=getchar()) != EOF) {
      switch (merkki) {
        case 'P': tul = toisto(pienin); break;
        case 'S': tul = toisto(suurin); break;
        case 'A': tul = toisto(summa); break;
        case 'K': tul = toisto(ka); break;
        default : break;
       }
      printf ("%c: %d\n", merkki, tul); }
   return 1;
}
```

Muutetaan tehtävää

- Entäpä jos pitäisikin lukea useita rivejä?
  - § Kumpi ratkaisu soveltuisi tähän paremmin?
  - § Miksi?
- Geneerisen toiston saa soveltumaan, kun
  - § Static muuttujat pois funktioista (globaaleiksi)
  - § Kullekin muuttujalle alustusfunktio lisäksi
  - § Yleiskäyttöisyys lisääntyy, mutta
  - § Tämä on raskas ratkaisu näin yksinkertaiseen ongelmaan

Muutettu geneerinen toisto

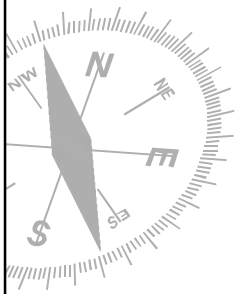
Oma tiedosto

```
/* pieni.h */
void alustaPieni (int a);
int Pienin( int luku);
```

```
static int __pieni;
void alustaPieni (int a) {
 __pieni = a;
  return;
}
 int Pienin( int luku) {
      if (luku < __pieni)
          __pieni = luku;
    return pienin;
}
```

```
int main () {
   char merkki;  int tul;
/* rivi toisto tähän ympärille*/
   alustaPieni(-1); alustaSuurin(-INT_MAX);
   printf("Syötä tietoa yksi rivi\n");
   while ( (merkki=getchar()) != EOF) {
      switch (merkki) {
        case 'P': tul = toisto(Pienin); break;
        case 'S': tul = toisto(suurin); break;
        case 'A': tul = toisto(summa); break;
        case 'K': tul = toisto(ka); break;
        default : break;
      }
      printf ("%c: %d\n",  merkki, tul); }
   return 1;
}
```

C assumes that programmer is intelligent enough to use all of its constructs wisely, and so few things are forbidden.



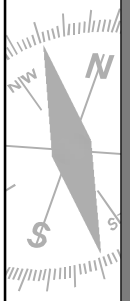
C can be a very useful and elegant tool. People often dismiss C, claiming that it is responsible for a "bad coding style". The bad coding style is not the fault of the language, but is controlled (and so caused) by the programmer.

Etsintä: funktio search

```
/* Search a block of double values */
int search( const double *block , size_t size,
          double value) {
  double *p;

  if(block == NULL)
    return 0;

  for(p = block; p < block+size; p++)
    if(*p == value)
      return 1;

  return 0;
}
```

Osoitin viiteparametrina

Tietorakenteen läpikäynti



Yleistetään tuo etsintäfunktio search

- C ei salli polymorfismia, mutta voimme simuloida sitä käyttämällä geneerisiä osoittimia (i.e. **`void*`**).
- Funktion esittelyssä voi määritellä että paluuarvo ja parametrit ovatkin määräämätöntä tyyppiä **`void`**

```
int searchGen(const void *block,
          size_t size, void *value);
  /* Määrittämätön tyyppi – ei riitä*/
  /* Vaan tarvitaan lisää parametreja */

int searchGen(const void *block,
  size_t size, void *value, size_t elSize
  int (*compare)(const void *, const void *));
```

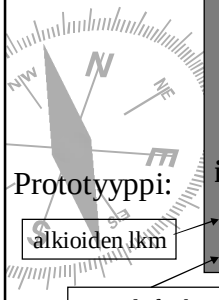
Prototyyppi:

tietorak.

alkion koko

alkioiden lkm

vertailufunktio



Funktion kutsujan toimenpiteet

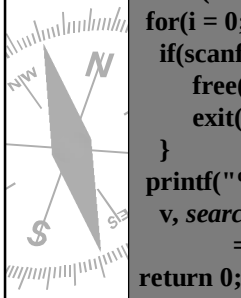
- Funktion kutsujan täytyy määritellä vertailufunktio, jota voidaan kutsua etsintäfunktiosta (ns. Call back -rutiini)
- Tyyppien kanssa määrittely voisi olla:

```
int comp(const double *x, const double *y) {
  return *x == *y;
}
```

- Tyypittömien parametrien avulla funktio täytyykin määritellä seuraavasti

```
int comp(const void *x, const void *y) {
  return *(double*)x == *(double*)y;
}
```

geneerisen etsinnän käyttö



```
/* Application of a generic search */
#define SIZE 10
double *b;
double v = 123.6;
int i;
int main (void) {
 if(MALLOC(b, double, SIZE))
   exit(EXIT_FAILURE);
 for(i = 0; i < SIZE; i++) /* initialize */
   if(scanf("%lf", &b[i]) != 1) {
       free(b);
       exit(EXIT_FAILURE);
   }
 printf("%f was %s one of the values\n",
   v, searchGen(b, SIZE, &v, sizeof(double), comp)
           == 1 ? "" : "not");
return 0;  /* tai exit(EXIT_SUCCESS); */
}
```

Geneerisen funktion search toteutus

```
#define VOID(targ,size) ((void *)(((char *)(targ)) + \
(size)))
int searchGen(const void *block,
   size_t size, void *value, size_t elSize,
   int (*compare)(const void *, const void *)) {
   void *p;
   if(block == NULL)
      return 0;
   for(p = (void*)block; p< VOID(block,size*elsize);
         p = VOID(p,elsize))
      if(compare(p, value))
         return 1;
   return 0;
}
```

HUOM: Osoittimen siirrossa on nyt otettava myös alkion koko huomioon!