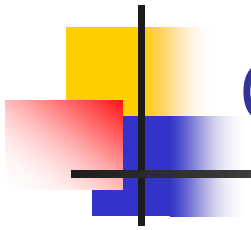


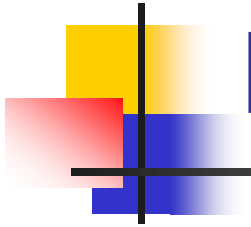
C-ohjelmointi

Taulukot

- Yksiulotteiset taulukot
- Moniulotteiset taulukot
- Dynaamiset taulukot

Binääritiedostot

Viikko 5



Luennon sisältö

- Taulukoiden käsittelyä
  - Yksiulotteiset taulukot
    - Määrittely
    - Vertailu
    - Alustus
    - Vakiotaulukko
    - Taulukko parametrina
  - Moniulotteiset taulukot
  - Dynaamiset taulukot
- Binääritiedostot

Taulukot (arrays) (Müldnerin kirjan luku 10)

Yksiulotteiset taulukot

- C:ssä taulukot ovat staattisia (koko tiedettävä ennen kääntämistä), mutta muuten samankaltaisia kuin Javassa.
- Indeksointi alkaa aina nollasta
  - määrittely: type arrayName[size];

```
int luvut[20];
char *nimet[5*10+1];
```

```
#define SIZE 10
int taulu1[SIZE];
```

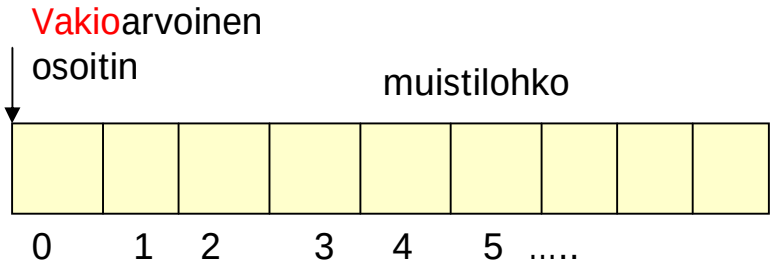
```
const  int koko =20; /* vain funktioissa */
/* int taulu2[koko]; tässä laiton */
int  foo(){
int taulu2[koko];
```

Siirrettävyys:

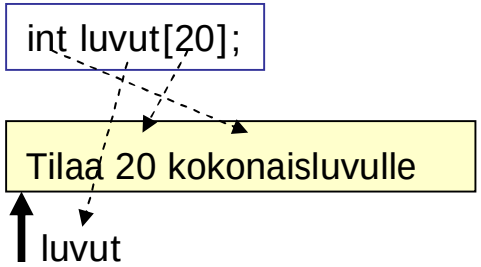
warning:
ISO C90 forbids variable- size array 'taulu ‘
(ISO C99 sallii käytön, kuten myös gcc)

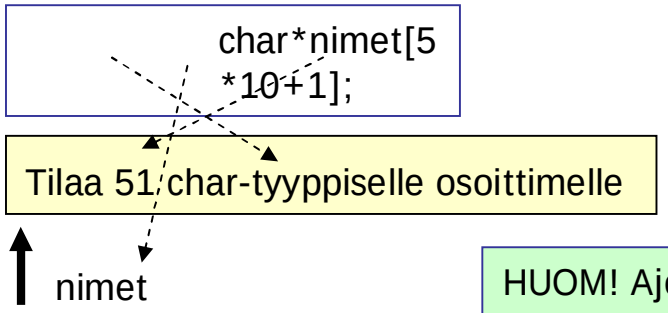
Mikä taulukko on?

- Taulukko on osoitin
  - Vakioarvoinen eli osoittaa aina samaan paikkaan
  - Osoittaa muistilohkoon, josta on varattu tilaa taulukon alkioille



Muistilohkossa on tilaa taulukon koon ilmoittamalle määrälle taulukon tyypin kokoisia olioita





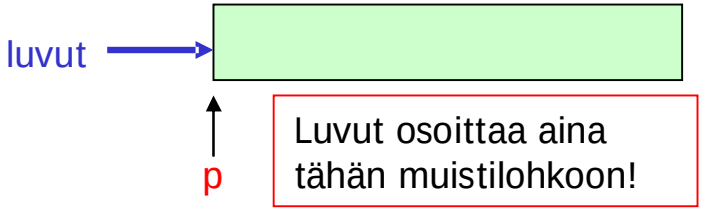
Viittaukset eri alkioihin: luvut[0], luvut[1], luvut[2] .... luvut [19]

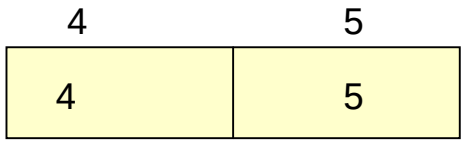
HUOM! Ajoaikana järjestelmä ei tarkista indeksien oikeellisuutta. Viittaus luvut[20] ei välttämättä aiheuta suoritusvirhettä, vaan ohjelma vain toimii, miten sattuu toimimaan!

Yleisiä virheitä määrittelyssä ja käytössä

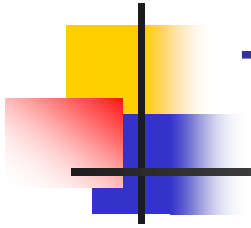
- Taulukon koko ilmoitettava vakiona
  - int lkm=5; int taulu[lkm]; /*virheellinen */
- Taulukko on vakioarvoinen osoitin, jonka arvoa ei saa muuttaa
  - int luvut[20];
    char *p;
    .....
    luvut = p; /*ei näin*/
    p=luvut; /*ihan OK! Nyt p:kin osoittaa samaan */
- Varo sivuvaikutuksia
  - a[i] = i++; /* toiminta riippuu toteutuksesta! */

  Kumpi tehdään ensin, kasvatus vai käyttö?
  ensin a[i] ja sitten vasta i++?
  vai ensin i++ ja sitten a[i]?





Kumpi??



Taulukko-osoitin ó tavallinen osoitin

- int luvut[20]
  - Vakio
  - Osoittaa aina samaan tietyn kokoiseen muistialueeseen
  - sizeof(luvut) on 20 kokonaisluvun tarvitsema tavumäärä eli koko taulukon koko

- int *osoitin
  - Muuttuja, joka voi osoittaa eri paikkoihin
  - Mitään muistialuetta ei ole varattu
  - sizeof(osoitin) on osoittimen tarvitsema tavumäärä

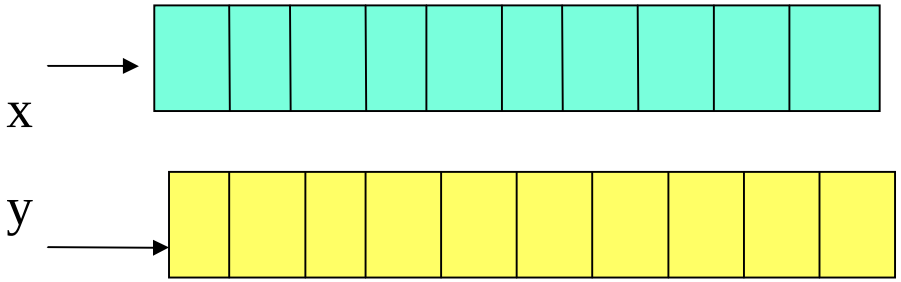
Kokojen tulostaminen

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
      int main(int argc, char **argv) {
            int *taulu[20];
          int *s;
         printf ("Taulukon 'taulu' koko: %d\n", sizeof(taulu) );
            printf ("Osoittimen 's' koko: %d\n", sizeof(s));
            printf ("Taulukon alkion koko: %d\n", sizeof(taulu[0]));
            printf ("Taulukon alkioiden lukumäärä: %d\n",
                sizeof(taulu)/sizeof(taulu[0]));
        return 0;

      }
```

```
int *taulu[20];  int *s;

printf ("Taulukon 'taulu' koko: %d\n", sizeof(taulu) );   /*=> 80   */
printf ("Osoittimen 's' koko: %d\n", sizeof(s))           /* => 4 */
printf ("Taulukon alkion koko: %d\n", sizeof(taulu[0])); /* => 4 */
printf ("Taulukon alkioiden lukumäärä: %d\n", sizeof(taulu)/sizeof(taulu[0]); /* =>20*/
```

Taulukkojen vertailu: sama sisältö?

```
#define SIZE 10
int x[SIZE];
int y[SIZE];
```




```
int *px,*py;

for (px=x, py = y; px<x+SIZE; px++, py++)
if (*px!=*py)  ……..
```

Toimii vain jos saman kokoisia!

Entä jos eivät ole?

```
for (px=x; px<x+SIZE; px++)
if (*px!=y[px-x])  ……..
```

```
for (i=0; i<SIZE; i++ )
if(x[i] != y[i]) ….
```

Entä vertailu X== Y??

Mitä tässä verrataan?

Taulukon alustaminen

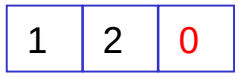
- Taulukko alustetaan antamalla sen alkioiden arvot muodossa

  {a1, a2, ..., an}

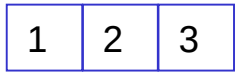
Esim.

```
int t[] = {1, 2, 3};
int t[3] = {1, 2, 3};
int t[3] = {1, 2};
int t[3] = {1, 2, 3, 4};
```

Alkioiden lukumäärä määrää taulukon koon!



Täytetään järjestyksessä. Loput nollia.



Kolmen alkion taulukossa ei ole tilaa arvolle '4' => virhe!!

Taulukon nollaus:

int taulu[10000]={0};

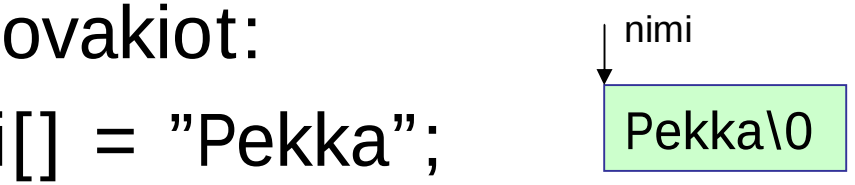
Vakioksi määritelty taulukko

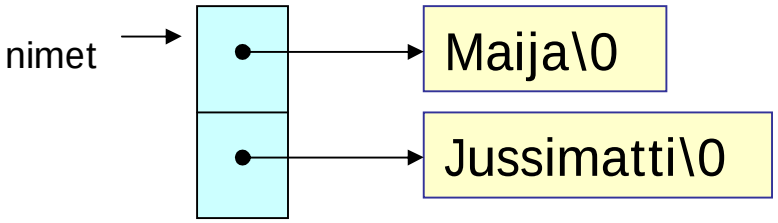
- const int days[] ={1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}

  osoittimen days tyyppi: const int * const
- Merkkijonovakiot:

  char nimi[] = ”Pekka”;

  char *nimet[] = {”Maija”, ”Jussimatti”};





Taulukon kopiointi

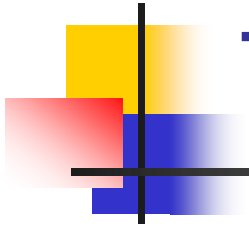
- for (i=0; i<SIZE; i++) x[i] = y[i];

Oltava saman kokoisia!

Entä jos eivät ole?

```
kokox=sizeof(x);

kokoy = sizeof(y);

if (kokox < kokoy) koko = kokox;
else koko = kokoy;

for (i=0; i<koko; i++) x[i] = y[i];
```

```
koko = kokox < kokoy ? kokox: kokoy;
```



Taulukko parametrina

- funktion määrittelyssä voi käyttää:

```
int miniT(double arr[], int size);

int miniP(double *arr, int size);
```

- Funktion sisällä taulukkoparametreja käsitellään aina osoittimina

=> Taulukon kokoa ei voi kysyä näin!

```
sizeof( arr)  (= osoitinmuuttujan koko)
```

Esimerkki:

maxmin palauttaa taulukon maksimi ja minimiarvon

```
int maxmin (double arr[], int size, double *max,
    double*min) {
  double *p;
  if (arr==NULL || size <= 0) return 0;
  for (*max=*min = arr[0], p = arr+1; p<arr + size; p++) {
     if(*max <*p) *max= *p;
     if (*min >*p) *min = *p;
}
return 1;
}
```

Kutsu: maxmin(x, SIZE, &max, &min);

Mitä tekee seuraava kutsu?

maxmin(x+3, 5, &max, &min);

Paikalliset static-taulukot

```
static char* opnimi(int n) {
    static char* operaattori [] =
      {”lvalue”, ”rvalue”, ”push”, ”+”, ”-”};
   return operaattori[n];
}
```

static => funktion yksityinen ja pysyvä taulukko

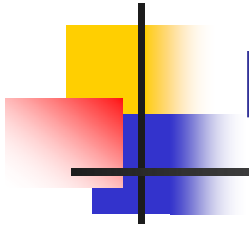
Varo roikkumaan jääviä osoittimia!

```
char *setName (int i){
  char name1[] = ”Maija”;
  char name2[] = ”Jussi”;
  if (i=0) return name1;
 return name2;
}
```

Paikalliselle muuttujalle varataan tilaa pinosta joka kutsukerralla erikseen.

char *p = setName(1);

Osoitin p jää osoittamaan siihen kohtaan pinoa, josta tällä kertaa varattiin tilat, mutta joka funktion suorituksen jälkeen vapautettiin.



Mielivaltaisen pitkän rivin lukeminen

- Varataan tarpeeksi suuri muistilohko ja toivotaan sen riittävän.
- Varataan esim. 80 merkin muistilohko ja aina tarvittaessa kasvatetaan riville varatun muistilohkon pituutta (dynaaminen taulukko)
- Käytetään rekursiivista funktiota: aina kun varattu (esim. 80 merkin) muistialue on täynnä ja rivi yhä jatkuu, niin funktio kutsuu itse itseään. Edellisen kutsun muistialue jää talteen pinoon ja uusi suorituskerta varaa uuden muistialueen pinosta.

Esimerkki: mielivaltaisen pituisen rivin lukeminen rekursiivisesti

```
#define KOKO 80
int luerivi(File *in, char **tulos){
    char puskuri[KOKO];
    int c, i, base;   /*luettu merkki, indeksimuuttuja,  apumuuttuja */
    static int  luettu = 0;  /* tämän rivipätkän koko */
    for (i=0;  i< KOKO; i++) {
        c = fgetc(in);
        if (c==EOF) { ... }   /*virhetilanne */
        if (c== '\n') break;  /*rivi loppui*/
        puskuri[i] = c;  }
   luettu += i;
   if (c!='EOF' && c!='\n'){  /*vielä luettavaa */
      if (luerivi(in, tulos) == 0) { luettu=0; return 0}
   } else {  /* kaikki luettu */
      if ((*tulos = malloc((luettu+1) *sizeof(char))) == NULL) {   luettu= 0; return 0;}
      (*tulos)[luettu]='\0'; /* NULL-merkki viimeiseksi */
   }
   base = luettu -i;
   memcpy(*tulos +base, puskuri, i)
   luettu -=i;
   return 1;
}
```

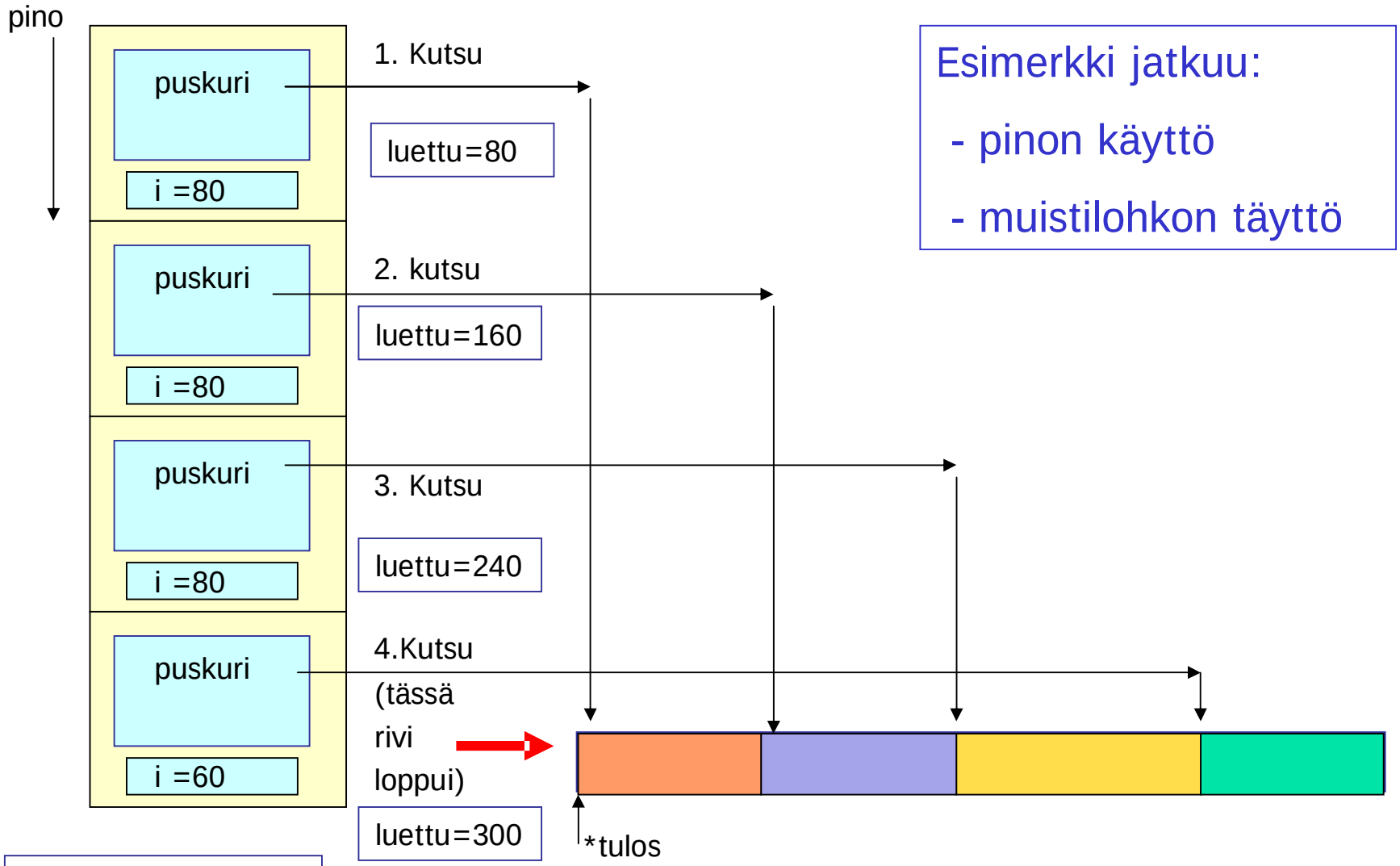
Luetaan korkeintaan 80 merkkiä puskuriin. Joka kutsukerralla eri puskuri, joka jää talteen pinoon.

Rekursiivinen kutsu

Kukin kutsukerta kopioi lukemansa puskurin oikeaan paikkaan yhteistä muistitilaa.

Tämä suoritetaan vain kerran: kun viimeinen pätkä riviä on luettu!

Vertaa rekursiivinen kertoman laskeminen tito-kurssilla!



Esimerkki jatkuu:

- pinon käyttö
- muistilohkon täyttö

Kun rivin pituus on 300 merkkiä

Kaikilla kutsukerroilla:

```
base = luettu -i;
memcpy(*tulos +base, puskuri, i)
```

Moniulotteinen taulukko

C:n moniulotteiset taulukot ovat yksiulotteisia taulukoita, joiden alkiot ovat taulukoita

int t[3][2] = { {1,2},{11,12}, {21,22}};

	0	1
0	1	2
1	11	12
2	21	22

```
for (i=0; i<3; i++) {
   for (j = 0; j<2; j++)
      printf ("t[%d][%d] = %d\t", i, j, t[i][j]);
  putchar('\n');
}
```

```
t[0][0] = 1     t[0][1] = 2
t[1][0] = 11    t[1][1] = 12
t[2][0] = 21    t[2][1] = 22
```

```
static char paivat [2][13] ={
 {0, 31, 28, 31, 30, 31,30,31, 30, 31,30, 31},
 {0, 31, 29, 31, 30, 31,30,31, 30, 31,30, 31}
 };
```

```
lkm = paivat[karkaus][2];
```

Kun karkaus ==0, niin lkm = 28,
kun karkaus ==1, niin lkm = 29

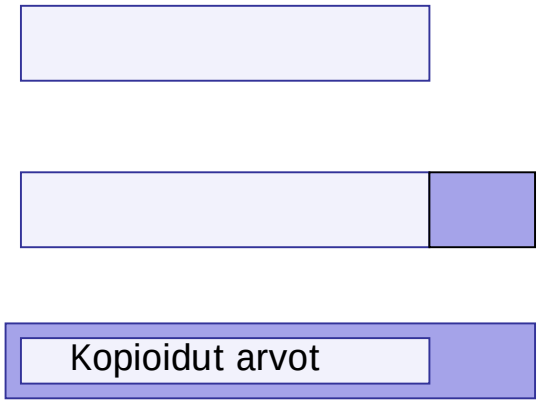
Dynaaminen taulukko

```
void* malloc (size_t koko);
void* calloc (size_t koko);
void free( void* pt);
void* realloc(void* pt, size_t koko);
```

- Käytetään dynaamista muistin varaamista (malloc, calloc)
- Kun taulukolle varattu muistilohko on täynnä eikä siihen enää mahdu alkioita,
  - Yritetään kasvattaa jo varattua muistilohkoa varaamalla lisää muistia heti sen perästä.
  - Jos tämä ei onnistu, niin varataan jostain muualta muistista suurempi muistilohko, jonne kopioidaan pieneksi käyneen muistilohkon tiedot, ja vapautetaan tämän varaama muistitila.
  - Voidaan käyttää funktiota realloc tai laatia itse funktio, joka varaa tarvittaessa muistia (malloc, calloc), suorittaa kopioinnin ja vapauttaa (free) turhaksi käyneen muistilohkon.

void on geneerinen osoitintyyppi

”a pointer to something, but we don’t know yet to what kind of thing”

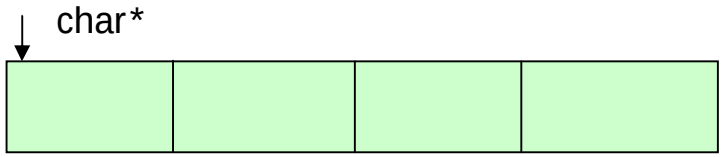


malloc-funktio (void* malloc (size_t sz);)

calloc-funktio (void* calloc(size_t n, size_t sz);)

- (char*) malloc(4*sizeof(char));

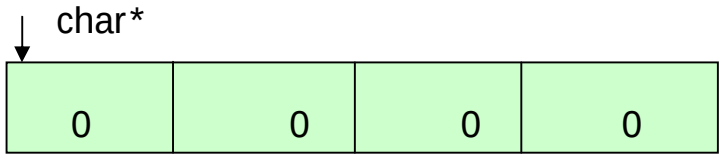
```
if((p = malloc(4* sizeof(char))) == NULL) ..
```



Muistia ei ole alustettu, se sisältää mitä, siihen on sattunut jäämään.

- calloc(4, sizeof(char));

```
if((p = calloc(4, sizeof(char))) == NULL) ..
```

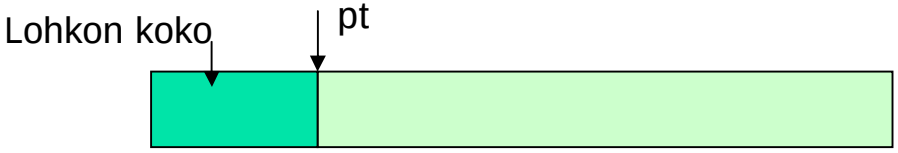


Muisti on nollattu.

Muistin vapauttaminen: free

(void free(void* pt);)

- Vapauttaa osoittimen osoittaman muistilohkon
  - Mistä se tietää lohkon koon?
    - Lohkoa varattaessa (malloc, calloc) sen koko on talletettu muistiin juuri ennen lohkon alkua



'dangling pointer':

Jää osoittamaan poistettuun muistialueeseen.

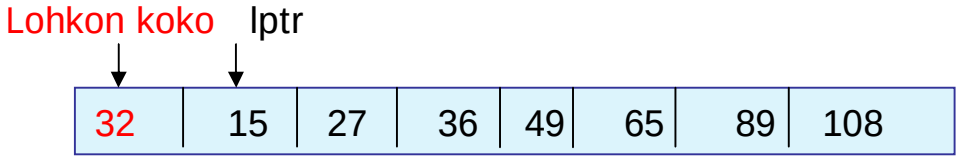
  - Vain calloc:lla ja malloc:lla varattujen alueiden vapauttamiseen
  - Vapauta kukin alue vain yhden kerran!

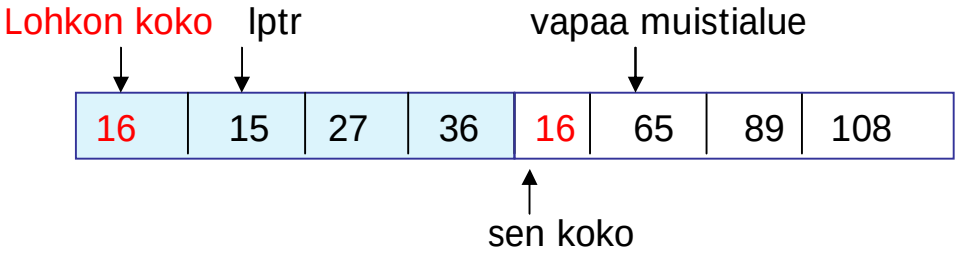
Taulukon koon muuttaminen: realloc (void* realloc(void* pt, size_t sz);)

- malloc- tai calloc-funktiolla varatun muistilohkon, esim. taulukon, kokoa voidaan sekä suurentaa että pienentää.

Pienentäminen:

```
lptr = realloc(lptr, 3*sizeof(long));
```

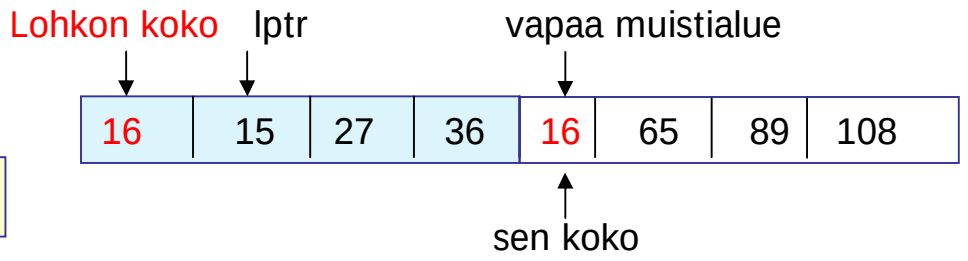


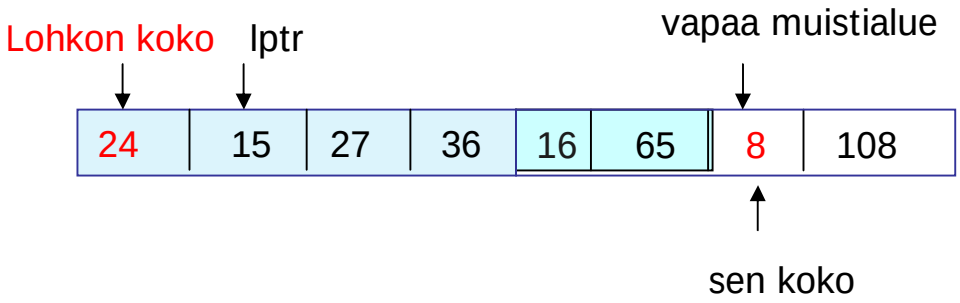


Varatun muistilohkon koon kasvattaminen realloc-funktiolla (1)

- Käyttöjärjestelmä pitää kirjaa malloc:lla ja calloc:lla varattujen alueiden koosta ja tietää myös, mitkä alueet ovat vapaana

```
lptr=realloc(lptr, 2*sizeof(long));
```

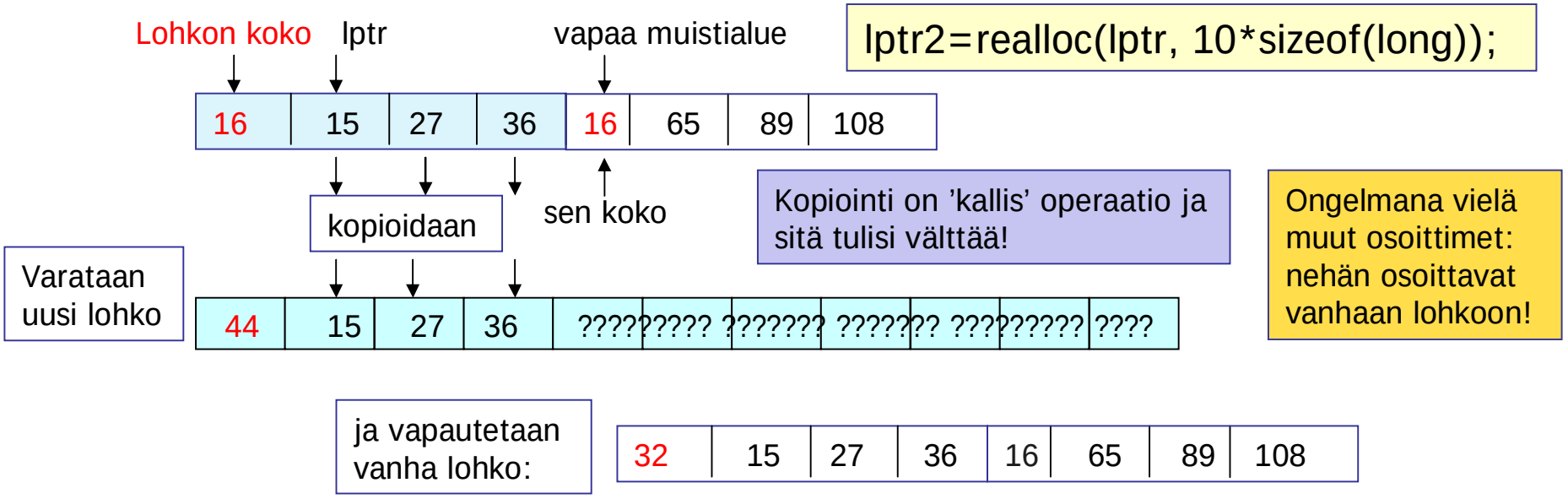




Varatun muistilohkon koon kasvattaminen realloc-funktiolla (1)

realloc onnistuu aina, kun vain jossain on vapaata muistia tarvittava määrä!

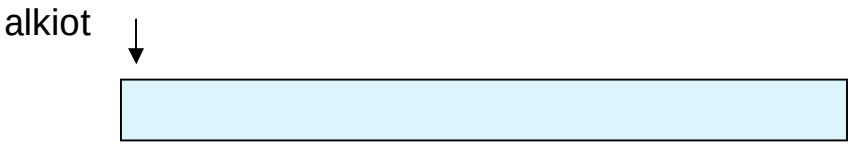
- Jos kasvatettavan lohkon perässä ei ole riittävästi vapaata tilaa, niin varataan muistista riittävän suuri vapaa tila, kopioidaan sinne taulukon alkiot ja vapautetaan taulukolle alun perin varattu tila.



Dynaamisen taulukon käyttö

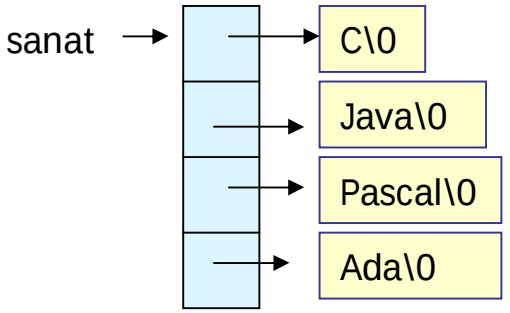
- Lajittelussa

```
printf(" Montako alkiota lajitellaan?\n");
scanf("%i", &n);
if ((alkiot = malloc(n * sizeof(float))) ==
NULL)  mallocerror();
read_file(alkiot, n); /*luetaan alkiot*/
sort_data(alkiot, n);
```



- Eri pituisten merkkijonojen (sanojen tai nimien) tallettaminen taulukkoon

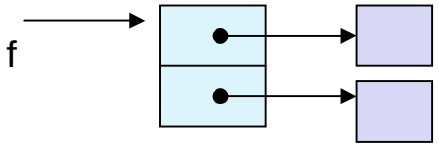
```
scanf("%20s", buf); /*sanan lukeminen*/
len = strlen(buf);   /*sanan pituus */
if ((sanat[i] =malloc((len+1) *
sizeof(char))) == NULL) mallocerror();
strcpy (sanat[i], buf);
```



Monimutkaisia määritelmiä?

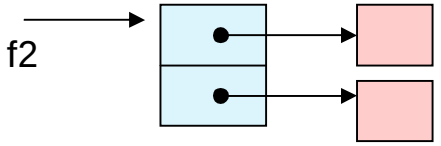
- [] –merkeillä korkeampi presedenssi kuin *-merkillä

```
double *f[2];
```



double-muuttujia

```
double (*f2[2])()
```



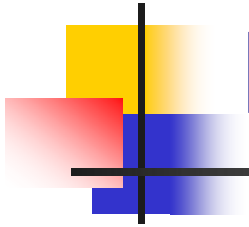
Funktioita, jotka palauttavat double-arvon

```
double (*f3())[]
```

f3 on funktio, joka palauttaa osoittimen double-taulukkoon.

```
double *(f4[])()
```

VIRHE! Ei voi olla funktiotaulukkoa!
Vain osoitteita funktioihin.

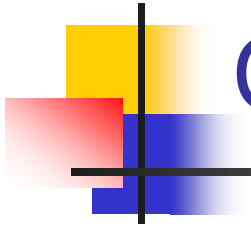


Binääritiedostot

- Tiedon tiiviiseen tallettamiseen
- Ei rivirakennetta => ei voida käsitellä standardeilla välineillä (esim. cat unix:ssa)
- Eivät suoraan ihmisen luettavissa
- Usein eivät ole siirrettäviä koneesta toiseen

```
fopen(”tied1”, ”wb”);
fopen(”tied2”, ”rb”);
```

#include <stdio.h>



Operaatioita binääritiedostoille

- hajasaantitiedostoja (random access)
- Kun tiedosto on avattu, kahva osoittaa sen hetkiseen käsittelykohtaan
- Operaatioita
  - long ftell(FILE *f) palauttaa käsittelykohdan
  - int fseek(FILE *f, long offset, int mode)

    siirtää käsittelykohtaa siirtymän (offset) verran

    mode kertoo mistä kohtaa siirto alkaa:

    SEEK_SET tiedoston alusta

    SEEK_CUR nykykohdasta

    SEEK_END lopusta
  - rewind(FILE *f) kelaa tiedoston alkuun

Esimerkki:
Annetun tiedoston koon selvittäminen

```
long fileSize (const char *filename) {
   FILE *f;
   long size;
   if ((f = fopen(filename, ”rb”))== NULL) return -1L;
   if (fseek(f, 0L, SEEK_END) == 0) { /* OK!*/
       size = ftell(f);
       if (fclose(f)==EOF) return -1L;
       return size;
   }
      fclose(f);
      return -1L;
}
```

#include <stdio.h>

Binäärinen lukeminen ja kirjoittaminen

= oliolohkojen kirjoittaminen ja lukeminen

- size_t fread (void *buf, size_t elsize, size_t count, FILE *in);

  lukee tiedostosta in count:n ilmoittaman määrän oliolohkoja muistilohkoon, johon buf osoittaa. Oliolohkon koon ilmoittaa elsize.

  Palauttaa luettujen objektien määrän. Virhetilanteessa palauttaa nollan.

- size_t fwrite (void *buf, size_t elsize, size_t count, FILE *out);

  Kirjoittaa tiedostoon out count:n ilmoittaman määrän oliolohkoja buf:n osoittamasta muistilohkosta. Oliolohkon koon ilmoittaa elsize.

- Olettavat, että tiedosto on jo avattu oikeaa toimintaa (lukemista tai kirjoittamista) varten.

Tekstitiedostosta binääritiedostoon ja binääritiedostosta tekstitiedostoon

- Teksti => binääri
  - while (fscanf(in, ”%lf”, &d) ==1) if (fwrite (&d, sizeof(double), 1, out) !=1) {error; return}
- Binääri => teksti
  - while(fread(&d, sizeof(double), 1, in) ==1) {

```
        i++;
        if (i== Max) {
              putchar('\n');
              i = 0;
         }
       fprintf(out, ”%f\t”, d);
       ..........
    }
```