Показивачи и низови

Показивач на void

- Показивач на неки тип може узети само адресу тог истог типа, у супротном компајлер јавља упозорење или грешку
- Али то не важи за показивач на воид

```
int var;
float* fptr;
void* vptr;

fptr = &var; /* compiler warning */
vptr = &var; /* OK */
```

- Ова могућност је некада потребна - пре свега као механизам превезилажења ограничења које намеће статичка типизираност

```
pthread_create(...,func1,(void*)&args1);
pthread_create(...,func2,(void*)&args2);

struct params1
{
  int handle;
  int value;
} args1 = {0x45689216, 57};

struct params2
{
  short id;
  char* ident;
} args2 = {17, "hd0"};
```

```
void* func1(void* param)
{
  struct params1* args;
  args = (struct params1*)param;
  printf("%x %d", args->handle, args->value);
}


void* func2(void* params)
{
  struct params2* args;
  args = (struct params2*)param;
  printf("%d %s", args->id, args->ident);
}
```

Показивачи и const квалификатор 1/2

- Показивач се може мењати али не и оно на шта он показује
- Кључна реч **const** мора бити лево од '*****'

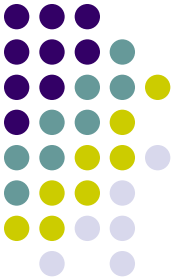
```
const type* ptr_variable;
type const* ptr_variable;
```

```
int var1 = 3;
int var2 = 5;
const int* ptr = &var1;
ptr = var2; /* OK */
*ptr = 7;   /* error */
```

- Експлицитна конверзија мора бити коришћена када вредност оваквог показивача желимо доделити обичном, неконстантном, показивачу

```
int* ptr;
int const* cptr;

ptr = cptr;  /* compiler warning or error */

ptr = (int*)cptr; /* OK */
```

Показивачи и const квалификатор 2/2



- Могуће је мењати оно на шта показивач показује, али не и сам показивач
- Кључна реч **const** мора бити са десне стране '*****'

```
type* const ptr_variable;
```

```
int var1 = 3;
int var2 = 5;
int* const ptr = &var1;
ptr = var2; /* error */
*ptr = 7;   /* OK */
```

- А могућ је и дупло константни показивач

```
const type* const ptr_variable;
type const* const ptr_variable;
```

```
int var1 = 3;
int var2 = 5;
int const* const ptr = &var1;
ptr = var2; /* error */
*ptr = 7;   /* error */
```

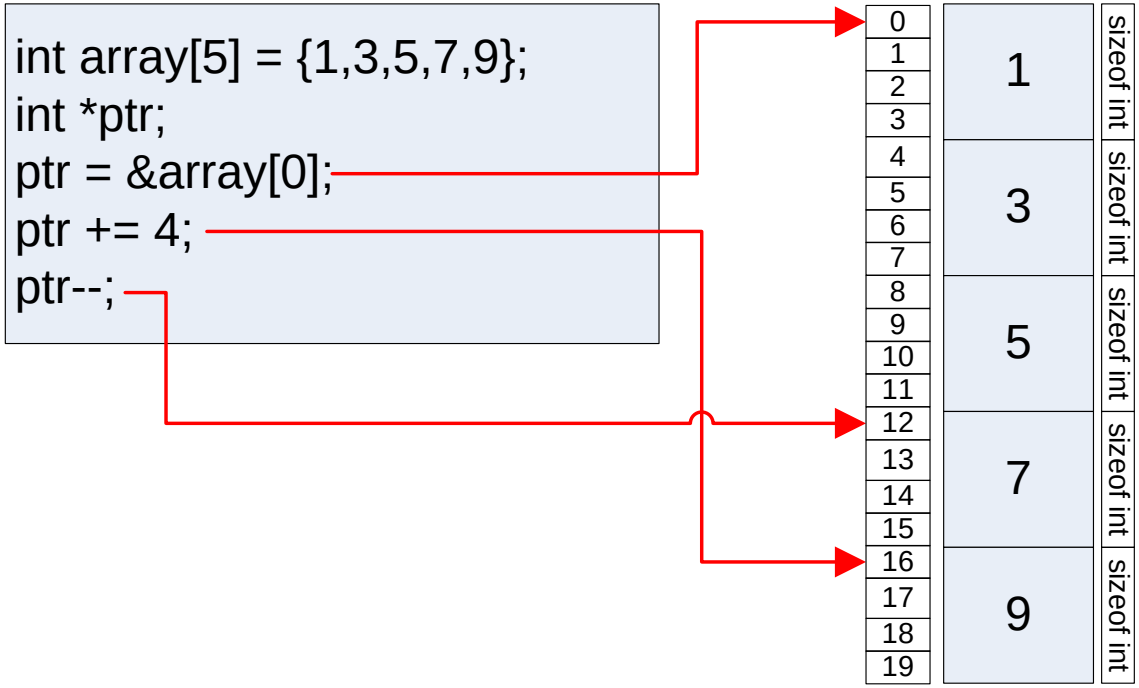
sizeof оператор

- Унарни оператор који срачунава величину типа и изражава је у бајтима (Подсетити се шта је бајт)
- Ради над променљивом или над типом
  - Када ради над променљивом враћа величину те променљиве, то јест величину типа ког је та променљива
  - Када ради над типом враћа његову величину
- По дефиницији sizeof(char) је 1

```
int* ptr;
size_t s;

s = sizeof(*ptr);
printf("%d\n", s);

s = sizeof(int);
printf("%d\n", s);

s = sizeof(ptr);
printf("%d\n", s);
```

Показивачи и операције над њима 1/4

- Сабирање и одузимање целог броја:
  - `data_type* ptr;`
    `ptr ± n <=> ptr ± n * sizeof(data_type)`
  - Исто важи и за унарне операторе ++/--



Показивачи и операције над њима 2/4

- Одузимање два показивача - само ако су истог типа

```
#include <stddef.h>
int array[5] = {1,3,5,7,9};
int* ptr1;
int* ptr2;
ptrdiff_t diff;

ptr1 = &array[1];
ptr2 = &array[4];
diff = ptr2 - ptr1;
```

diff = 3

- И има смисла само ако показују на адресе унутар истог парчета меморије

```
int array1[5] = {1,3,5,7,9};
int array2[5] = {2,4,6,8,10};
int* ptr1;
int* ptr2;
ptrdiff_t diff;

ptr1 = &array1[1];
ptr2 = &array2[4];
diff = ptr2 - ptr1;
```

Undefined result

Сабирање два показивача не може

Показивачи и операције над њима 3/4

- Поређење показивача:
  - Могуће поредити само показиваче на објекте

```
int array[5] = {9,7,5,3,1};
int* ptr1;
int* ptr2;

ptr1 = &array[1];
ptr2 = &array[4];
if(ptr1 < ptr2)
  printf("Expected\n");
else
  printf("Unexpected\n");
```

Output: Expected

- Исто има смисла само ако показују на адресе унутар истог парчета меморије

Показивачи и операције над њима 4/4

- Оператор []

  `def: A[B] <=> *(A + B)`

A + B мора бити показивачког типа јер оператор * ради само са показивачем

Дакле, или A мора бити показивач, а B целобројног типа, или обрнуто!

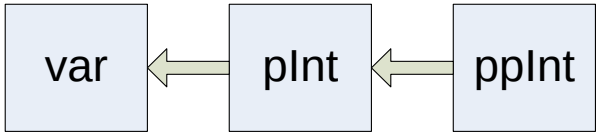
```
data_type* A; int B;
A[B] <=> *(A + B) <=> *(A + B * sizeof(data_type))
data_type* A; int B;
B[A] <=> *(B + A) <=> *(A + B * sizeof(data_type))
```

```
float* p;
float x;

/* neka je p 1000, tj. p pokazuje na adresu 1000 */

x = *p; // x je float vrednost sa adrese 1000
x = p[0]; // x je float vrednost sa adrese 1000
x = p[4]; // x je float vrednost sa adrese 1000 + 4*sizeof(float)
x = 4[p]; // x je float vrednost sa adrese 1000 + 4*sizeof(float)
```

Показивач на показивач 1/2

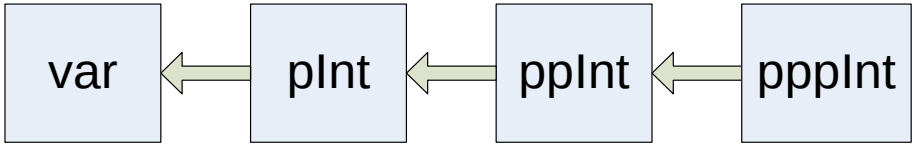
- Показивач може показивати на било који тип, па тако и на тип показивача

```
int var;
int* pInt = &var;
int** ppInt = &pInt;
```



- И то тако може у недоглед

```
int var;
int* pInt = &var;
int** ppInt = &pInt;
int*** pppInt = &ppInt;
```



Показивач на показивач 2/2

- Када нам то треба?
- 1. Прослеђивање показивача по референци

```
int g_var;

void bar(int** p)
{
   /* change pointer value */
   *p = &g_var;

   /* change value of variable to
    which pointer points to */
   **p = 39;
}
```

```
void foo()
{
   int var;
   int* ptr= &var;
   bar(&ptr);
   ...

}
```

- 2. Вишедимензионални низови...

Функције са променљивим бројем параметара

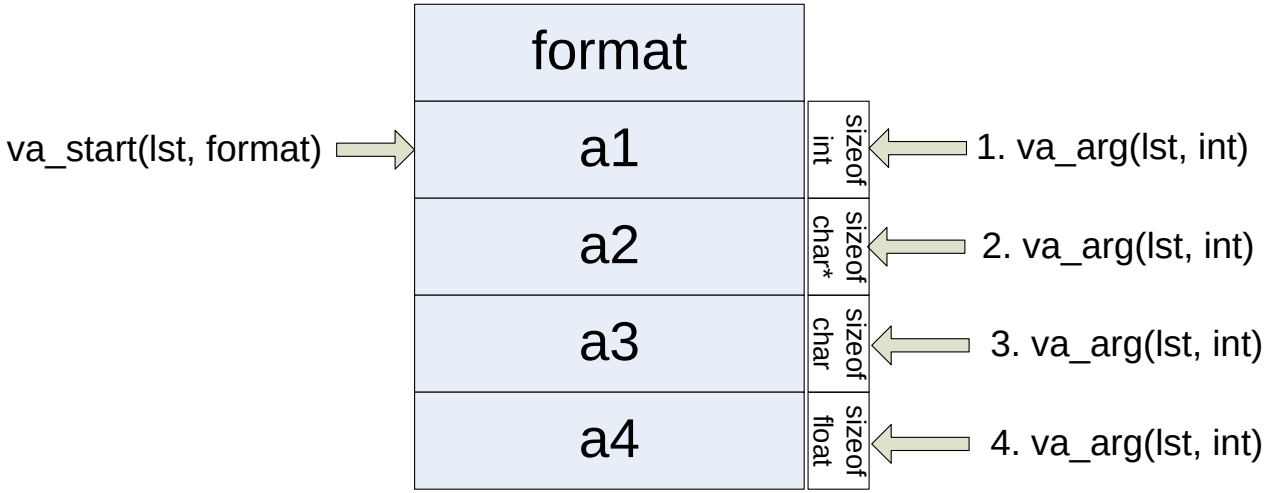
```
int printf(const char* format, …); // декларација

printf("Student %s sa ocenom %d\n", ime, ocena);
```

- **void va_start(va_list ap, parmN)** – paramN последњи параметар
- **type va_arg(va_list ap, type)**
- **void va_end(va list ap)**

```
#include <stdarg.h>

void foo(int broj, ...)
{
  va_list pl;
  int i;
  va_start(pl, broj);
  for (i = 0; i < broj; ++i)
  {
    float x = va_arg(pl, float);
    printf("%f", x);
  }
  va_end(pl);
}
```

Функције са променљивим бројем параметара

```
int printf(const char* format, …);

printf(“%d %s %c %f”, a1, a2, a3, a4);
```




```
typedef void* va_list;
#define va_start(ap, paramN) (ap) = &(paramN)
#define va_end(ap) (ap) = NULL
#define va_arg(ap, type) (*(((type*)(ap))++))
```

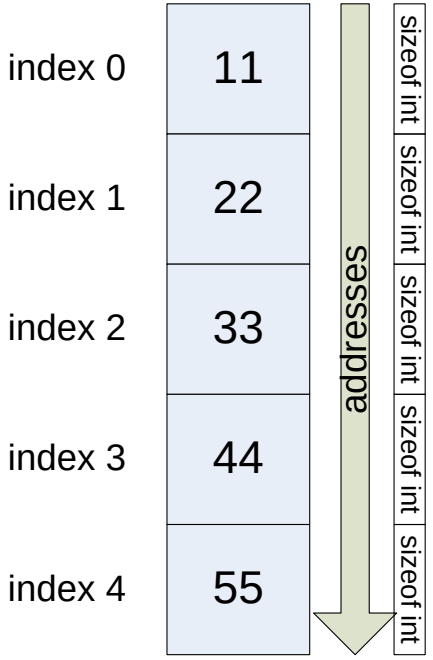
Низови

- Низ у програмском језику Це је тешко одредљива конструкција.
- У суштини представља блок меморије који се тумачи као да се у њему један за другим налазе елементи исте величине
- Кључни аспект низа је његова декларација:

  `element_type array_name[dimension] = {declaration_list};`
- По осталим аспектима је јако сличан показивачу који се не може мењати Рецимо, смисао оператора [] је исти

```
int array[5] = {11,22,33,44,55};

printf("element with index 3: %d\n", array[3])
```

Output: 44



Иницијализација низа

- Као и код регуларних променљивих, ако нема експлицитне иницијализације, низови статичке трајности ће бити постављени на нулу (сви њихови елементи), а аутоматске трајности неће.

```
int array[5];
```

local

NDF	NDF	NDF	NDF	NDF

global

0	0	0	0	0

- Листа елемената у витичастим заградам користи се за иницијализацију
- Листа не сме имати више елемената него што је димензија низа. Ако има мање, преостали елементи се попуњавају са нулама.

```
int array[5] = {1,3,5};
```

1	3	5	0	0

- Ако постоји иницијализација низа, димензија може бити изостављена
  Тада ће димензија аутоматски бити једнака величини иницијализаторске листе

```
int array[] = {1, 2, 3}; <=> int array[3] = {1, 2, 3};
```

- У случају да желимо иницијализовати само неке елементе низа, C99 нуди решење:

```
int array[100] = {[13] = 5, [77] = 6};
```

Однос показивача и низова 1/3

- Као што је речено, низови и показивачи су блиски рођаци.

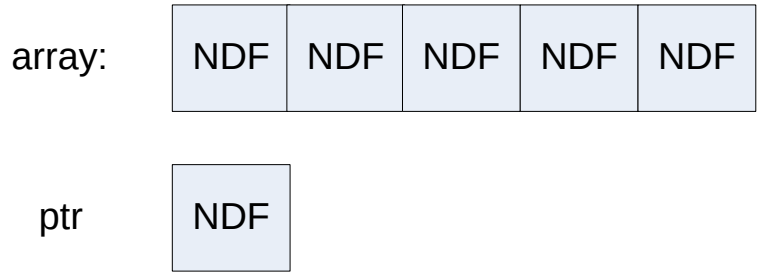
```
int array[] = {1,3,5,7};
int* ptr = array;
if (array[0] == ptr[0]
  && array[1] == ptr[1]
  && array[2] == ptr[2]
  && array[3] == ptr[3])
{
  printf("equal");
}
else
{
  printf("not equal");
}
```

Output: equal

Однос показивача и низова 2/3

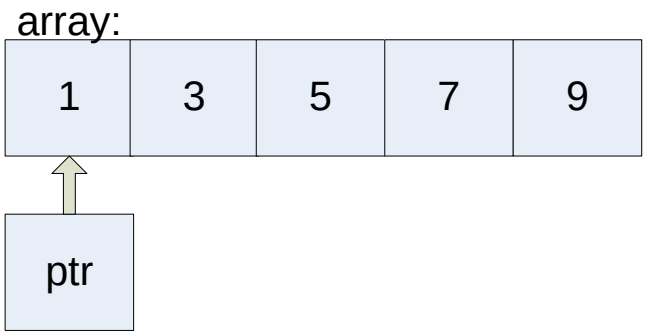
- Али иако су рођаци, нису баш исто
- Када се дефинише низ, заузима се меморија за све његове елементе
- Када се дефинише показивач, заузима се меморија само за њега

```
char array[5];
char* ptr;
```



- Низ, то јест име низа, представља адресу
- Показивач је променљива чија вредност је адреса
- Отприлике, у овом смислу низ је као показивачки литерал

```
int array[] = {1,3,5,7,9};
int* ptr = array;
```



Однос показивача и низова 3/3

- Разлика у резултату sizeof операције
  - За низ враћа број меморијских речи које су заузете за цео низ
  - За показивач - колико меморијских речи треба за адресу

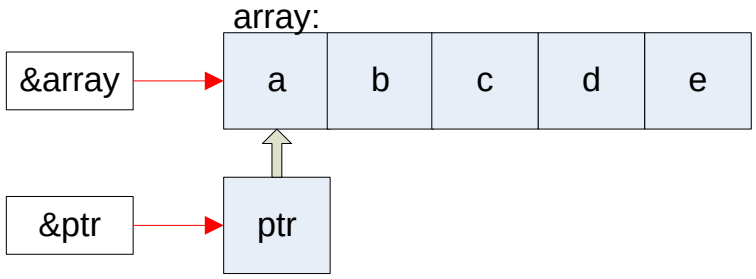
```
char array[15];
char* ptr;

printf("sizeof array: %d\n", sizeof(array));
printf("sizeof pointer: %d\n", sizeof(ptr));
```

Output:
sizeof array: 15
sizeof pointer: 4

- Разлика у & оператору
  - За низ враћа адресу првог елемента
  - За показивач - адресу показивачке променљиве

```
char array[] = {'a','b','c','d','e'};
char* ptr = array;
```

```
array[0] == ptr[0]
&array != &ptr
```



Вишедимензионални низови

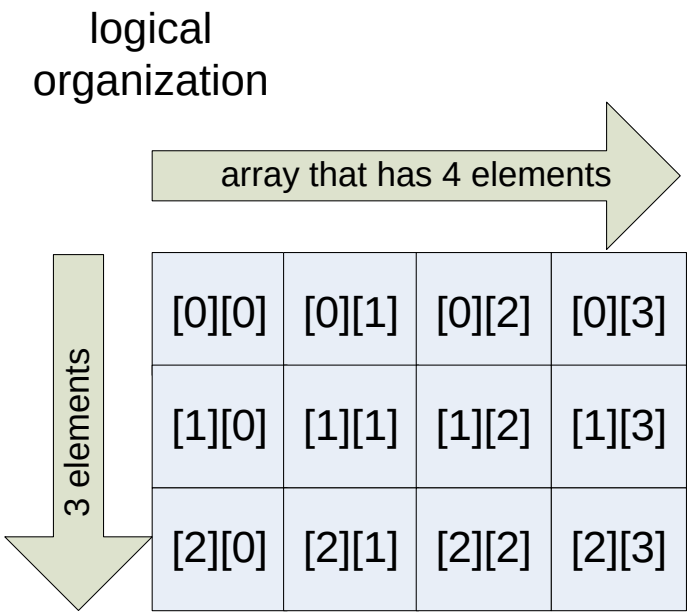
- У Цеу вишедимензионални низови су у ствари низови низова
- Пример дводимензионалног низа:

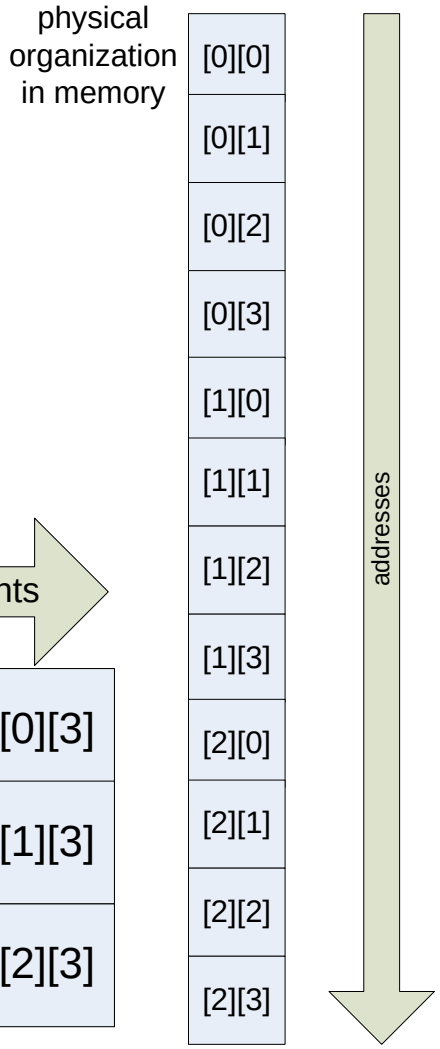
```
int matrix[3][4];
```

  - то је низ који има 3 елемента
  - а елементи низа су типа низ од 4 интеџера

Еквивалентна дефиниција:

```
typedef int niz4[4];
niz4 matrix[3];

int a;
niz4 y; <=> int y[4];

y[a]
*(y + a*sizeof(int))

int b;
niz4 x[3]; <=> int x[3][4];

x[a][b]
(x[a])[b]
(*(x+a*sizeof(niz4)))[b]
*(x+a*sizeof(niz4)) <=> niz4 T
T[b]
*(T+b*sizeof(int))
```





Прослеђивање низова функцији

- Не може по вредности
- Увек се прослеђује адреса
- Последица је да су наведене декларације практично исте:

```
int func(int arr[10]);
int func(int arr[]);
int func(int* arr);
```

- Број елемената наведен у угластим заградама се игнорише
- За вишедимензионалне низове, димензије морају постојати у свим осим у првим угластим загарадама

```
int func (int arr[][7]);
int func (int* arr[7]);
```

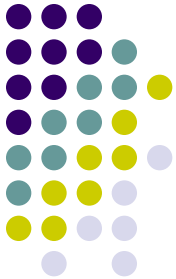
```
element_type name[] [depth1_] … [depth_n]
```

- Зашто?

```
typedef int niz4[4];
niz4 x[3]; <=> int x[3][4];
x[a][b]
*(T + b*sizeof(int)) // T <=> *(x + a*sizeof(niz4))
*(*(x + a*sizeof(niz4)) + b*sizeof(int))
```

Број 4 у декларацији је важан за одређивање sizeof(niz4) - број 3 није важан.

Показивачи на функције 1/3



- Ево како се то декларише

```
return_type (*name)(param_type, param_type);
```

- Слично низовима и имена функција се своде на показивач

```
char* (*fptr) (char* to, const char* from);

fptr = strcpy;  /* OK */
fptr = &strcpy; /* OK */
```

- Позивање функције на коју показивач показује

```
char src[128];
char dst[128];

fptr(dst, src);     /* OK */
(*fptr)(dst, src); /* OK */
```

Показивачи на функције 2/3

- А могу се декларисати и низови показивача на функције

```
return_type (*name[]) (param_type, param_type);
```

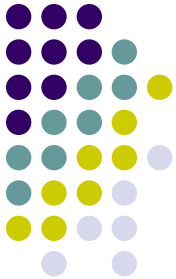
```
char* (*fptr[3])(int x) = {func1, func2, func3};

char* pc = fptr[1](7);
char c = *pc;
c = *fptr[1](7); //?
```

```
typedef char* (*fptr_t)(int x);
fptr_t fptr[] = {func1, func2, func3};
```

- Корисно за табеле скокова, или изведбе аутомата са коначним бројем стања

```
int (*fptr[])(int x) = {state1, state2, state3, state4}

int new_state(int current_state, int input)
{
  return fptr[current_state](input);
}
```

Показивачи на функције 3/3



```
int new_state(int current_state, int input)
{
  switch (current_state)
  {
  case 0:
    return state1(input);
    break;
  case 1:
    return state2(input);
    break;
  case 2:
    return state3(input);
    break;
  case 3:
    return state4(input);
    break;
  }
}
```

```
int (*fptr[])(int x) = {state1, state2, state3, state4}

int new_state(int current_state, int input)
{
  return fptr[current_state](input);
}
```