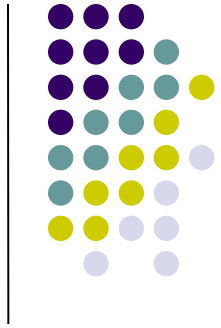
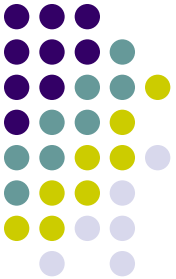


Знаковни низови - стрингови

Знаковни низови у Цеу



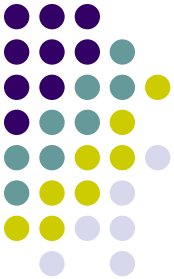
- Знаковни низови нису посебан тип података.
- **Знаковни низ је низ char типа који се завршава са ‘\0’.**
- Неколико синтаксних специфичности и подршка у стандардним библиотекама чине знаковни низ посебним елементом Це језика
- Све остало је на програмеру.
- Зато морамо бити пажљиви, јер рад са знаковним низовима је извор многих проблема.

Пример:

```
char buffer[21];
```

Заузима меморију за знаковни низ у који стаје 20 знакова.

Синтаксне посебности



- Постојање стринг литерала/константи.

  `“ovo je string literal”`

  - Спајање (или надовезивање, никако ~~*конкатенација*~~) стринг литерала

    `“string” “ literal” “ sa” “ odvojenim” “ recima”`

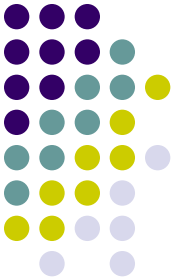
    `“string literal sa odvojenim recima”`

    Корисно, рецимо, када се прелази у нови ред.

- Иницијализација

```
char string[] = {1, 2, 3, 4, 5};
char string[] = {‘a’, ‘b’, ‘c’, ‘d’, ‘e’, ‘\0’};
char string[] = “abcde”;
char* string = {1, 2, 3, 4, 5};
char* string = {‘a’, ‘b’, ‘c’, ‘d’, ‘e’, ‘\0’};
char* string = “abcde”;
```

Знаковни литерал наспрам стринг литерала



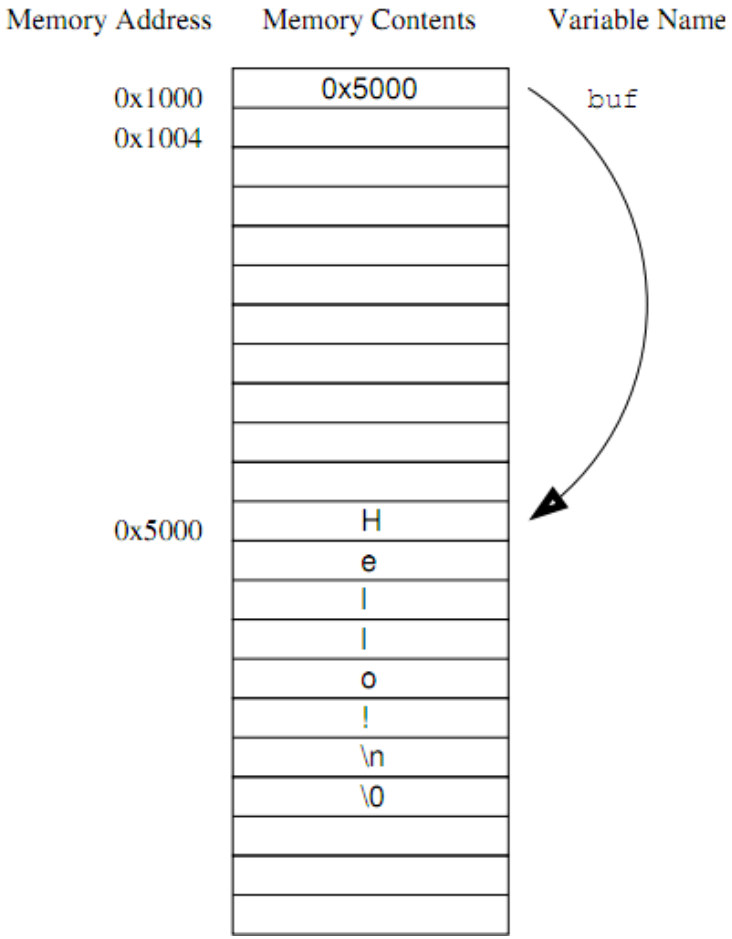
Знаковни литерал је под једноструким наводницима (’, не ”).

```
char buf[10];
buf[0] = 'A'; /* correct */
buf[0] = "A"; /* incorrect */
buf[1] = '\0';   /* NULL terminator */
```

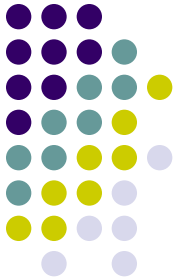
Пример

```
char* buf = "Hello!\n";
```

- Променљива **buf** је показивач на меморију где се стринг налази.
- Приметити NULL (’\0’) знак на крају - аутоматски је додат.



Библиотечке посебности



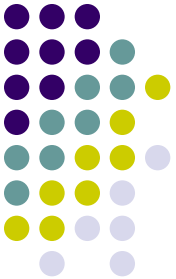
- \0 на крају је битно само зато што то библиотечке функције очекују.

- Посебни симбол у формат стрингу за printf и scanf (и сродне функције).

```
char str[] = “Nesto”;
int i;
printf(“%s”, str); // sta ako nema \0 na kraju?
scanf(“%d%s”, &i, str); // sta ako vise od 5 znakova?
```

- Библиотечке функције за рад са знаковним низовима
  - Пре свега string.h
  - stdlib.h
  - stdio.h

Копирање стрингова



```
char* buf1 = "Hello";
char* buf2 = "olleH";
buf2 = buf1;
buf2[2] = 'M';
printf("%s %s", buf1, buf2);
Runtime error!
```

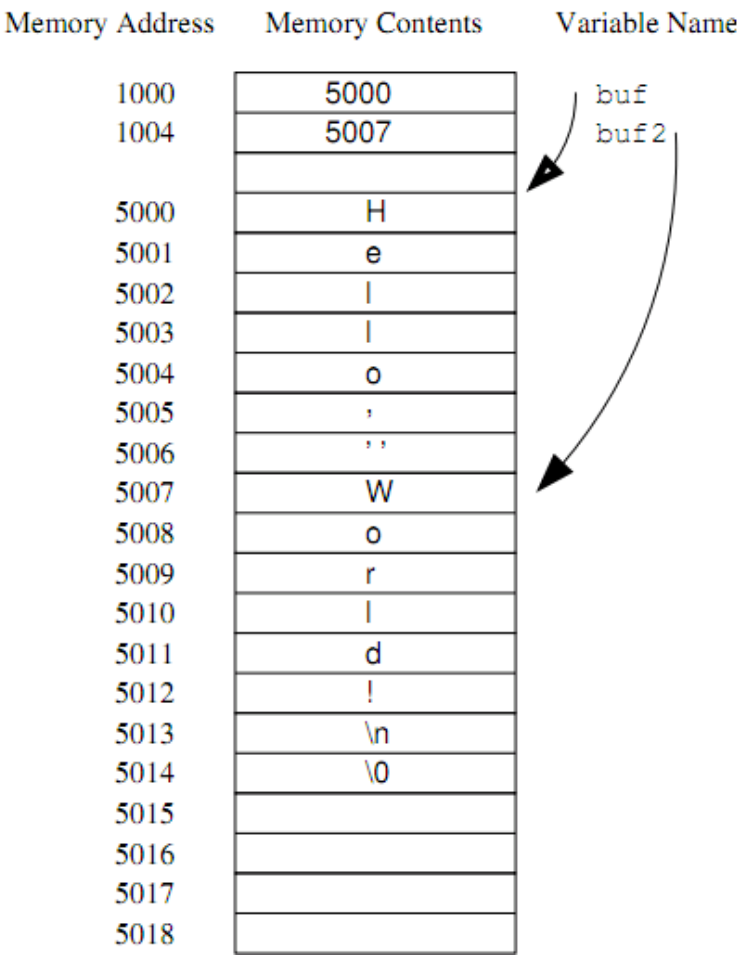
```
char* buf1 = "Hello";
char buf2[100];
buf2 = buf1;

Compile error!
```

```
#include <string.h>
char* buf1 = "Hello";
char buf2[100];
strcpy(buf2, buf1);
buf2[2] = 'M';
printf("%s %s", buf1, buf2);
Output: Hello HeMlo
```

Пример

```
char buf[] = "Hello, World!\n";
char* buf2 = buf + 7;
printf("buf: %s\n", buf);
printf("buf2: %s\n", buf2);
buf2[0] = 'M';
printf("buf: %s\n", buf);
```

Шта је излаз?



Премашивање бафера

Стринг не расте сам по потреби. Бафер (парче меморије) који му је додељен се не мења.

Пример:

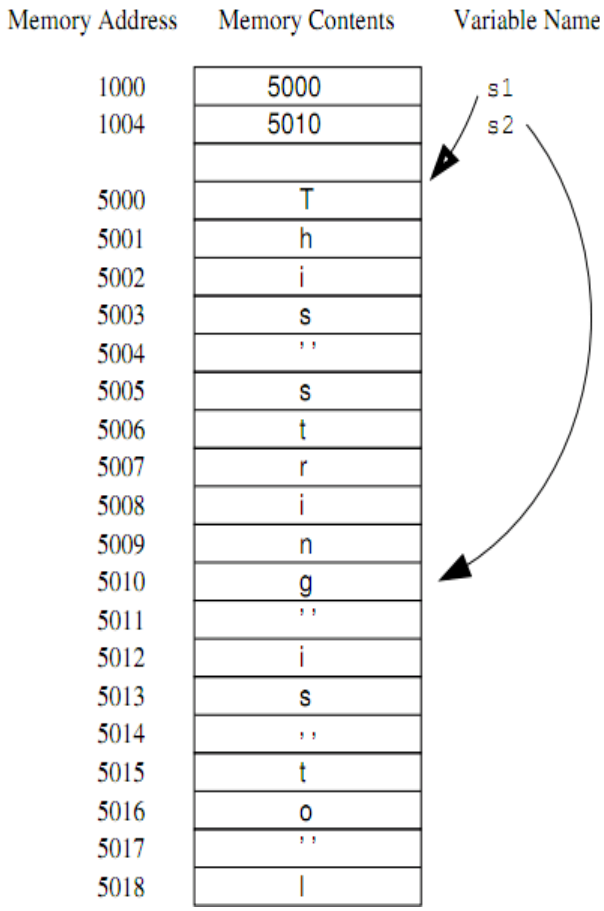
```
char s1[] = "1. string";
char s2[] = "2. string";
strcpy(s1, "This string is too long!\n");
```

Копирамо стринг величине 25 у меморију која је предвиђена за 9 знакова!

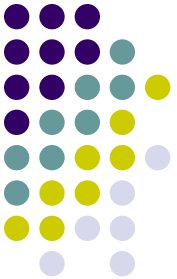
Врло је могуће да смо преписали s2!

Шта више, пошто смо премашили и s2 почели смо са писањем по ко зна чему.

Компајлер неће ово приметити, а и често неће бити детектовано ни током извршавања (осим што програм неће радити)!



Стринг литерали



Пример 1

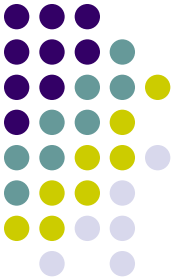
```
char* str;
str = "hello";
printf("%s\n", str);
```

Пример 2

```
char str[100];
strcpy(str, "hello");
printf("%s\n", str);
```

Исти испис на екран, али понашање врло различито.

Стринг литерали



Пример 1

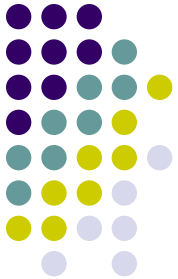
```
char* str;
str = "hello";
printf("%s\n", str);
strcpy(str, "hello");
```

Пример 2

```
char str[100];
strcpy(str, "hello");
printf("%s\n", str);
str = "hello";
```

Пример 1 узрокује упис на недозвољено место.
Пример 2 се неће ни превести.

Још један поучан пример

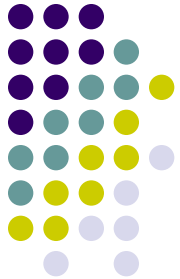


```
int main()
{
    char* str;
    str = (char*)malloc(100);
    str = "hello";
    free(str);
    return 0;
}
```

```
int main()
{
    char* str;
    str = (char*)malloc(100);
    strcpy(str, "hello");
    free(str);
    return 0;
}
```

Леви пример се преводи исправно али приликом извршавања пријављује грешку. Зашто?

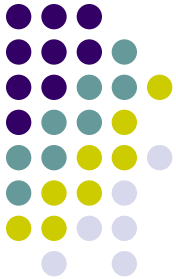
Стрингови као параметри функције



Као и редовни низови, стрингови се преносе само „преко референце”.

```
void Print1(char* str)
{
    printf("%s", str);
}

void Print2(char* ary, int n)
{
    int i;
    for (i = 0; i < n; i++)
        printf("%c", ary[i]);
}
```

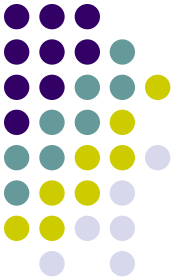
<string.h> неке важније функције



```
char* strcpy(char* s1, const char* s2);
char* strncpy(char* s1, const char* s2, size_t n);

char* strcat(char* s1, const char* s2);
char* strncat(char* s1, const char* s2, size_t n);

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

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

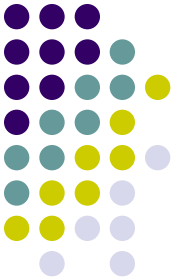
Погледати у тексту стандарда детаљни опис ових функција.

<string.h> још функција



```
void* memcpy(void* s1, const void* s2, size_t n);
void* memmove(void* s1, const void* s2, size_t n);

int memcmp(const void* s1, const void* s2, size_t n);

void* memset(void* str, int c, size_t n);
```

Функције за конверзију

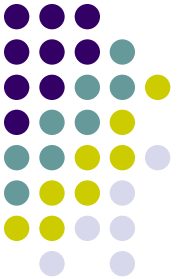


Из знаковног низа у бројеве. <stdlib.h>

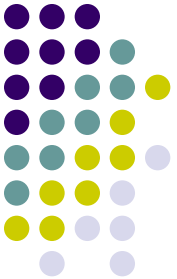
```
int atoi(const char* nptr);
long atol(const char* nptr);
long long atoll(const char* nptr);
double atof(const char* nptr);
```

Обрнуто? <stdio.h>

```
int sprintf(char* s, const char* format, ...);

sprintf(s, "%d", 5); // s = "5"
```



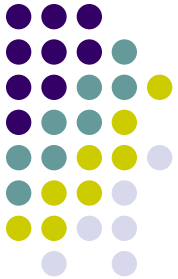
Поравнање података



Поравнање

- За меморијску адресу се каже да је поравната на n бајтова уколико је она умножак броја n.
- Многе физичке архитектуре намећу захтеве за поравнањем адреса одређених објеката зарад потпуне искоришћености могућности које нуде.
- Дакле, приступ и непоравнатим подацима је увек могућ, али није ефикасан.
- Пример: ширина меморије је 8 бита, а меморији је омогућен 32битни приступ - али само са адреса које су умножак четворке.

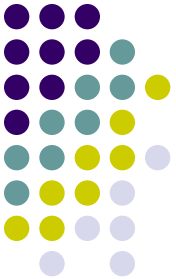
Уобичајена поравнања



- Уобичајена поравнања за 32битну архитектуру x86:
  - **char** (један бајт) поравнат на **1 бајт**.
  - **short** (два бајта) поравнат на **2 бајта**.
  - **int** (четири бајта) поравнат на **4 бајта**.
  - **float** (четири бајта) поравнат на **4 бајта**.
  - **double** (осам бајтова) поравнат на **8 бајтова** под оперативним системом Windows, поравнат на **4 бајта** на о.с. Linux (посебном компајлерском опцијом се поравнање подесити на 8 бајтова).
  - **показивач** (четири бајта) поравнат на **4 бајта**

```
char a;
int b;
char c;
short d;
```

Шта ако подаци нису правилно поравнати?



- Компајлер претпоставља правилно поравнање и сам ће се за њега постарати, али у одређеним случајевима програмерском непажњом може доћи до непоравнатог приступа меморији.
- У случају непоравнатог приступа може се десити следеће:
  - Програм неће дати добар резултат
  - Ако приступ меморији иде кроз оперативни систем, онда ће се можда он постарати да се све, иако неефикасније, ипак добро заврши

```
int8_t buffer[4];
int32_t x = *(int32_t*)buffer;
```

Поравнање чланова структуре

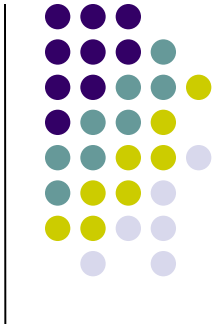
```
char a;
int b;
char c;
short d;
```

```
struct S
{
   char a;
   int b;
   char c;
   short d;
};
```

```
x = sizeof(struct S);

y =
sizeof(a) + sizeof(b) +
sizeof(c) + sizeof(d);

y ≤ x
```

- Код структуре чланови морају бити у меморији поређани редом којим су наведени.
- Величина променљиве типа struct S је већа од суме појединачних величина њених чланова.
- То је зато што долази до уметања бајтова између чланова да би се обезбедило њихово одговарајуће поравнање.

Још један пример уметања

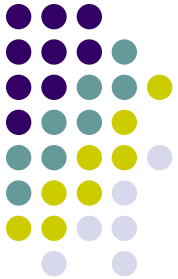


```
struct MixedData
{
    char Data1;

    short Data2;
    int Data3;
    char Data4;

};
```

```
struct MixedData
{
  char Data1;
  char Pad1[1];
  short Data2;
  int Data3;
  char Data4;
  char Pad2[3];
};
```

- Иако би само са једним уметањем (Pad1) сви елементи понаособ били поравнати, ипак се бајтови умећу и на крају (Pad2) да би се обезбедило правилно поравнање и у случају низа структура.
- Дакле, величина структуре ће увек бити умножак поравнања највећег основног типа њених чланова.

Једнакост структура



```
struct MixedData s1 = {a, b, c, d};
struct MixedData s2 = {a, b, c, d};
```

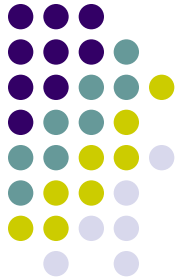
```
/*s1 = s2;*/
if (s1 == s2)
```

```
/*s1 = s2;*/
if (memcmp(&s1, &s2, sizeof(struct MixedData)) == 0)
```

```
memcpy(&s1, &s2, sizeof(struct MixedData));
if (memcmp(&s1, &s2, sizeof(struct MixedData)) == 0)
```

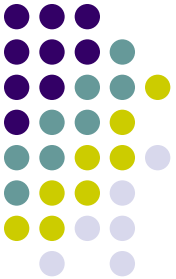
```
memcpy(&s1, &s2, sizeof(struct MixedData));
if (s1 == s2)
```

Паковање структура



- Баратање са поравнатим структурама и њиховим елементима је брже, али уметнути бајтови повећавају утрошак меморије.
- Смањење утрошка меморије без успорења рада може се остварити променом редоследа елемената у структури.
- Стандард гарантује редослед елемената, тако да компајлер не може самоиницијативно преуредити структуру, али програмер може.
- Међутим, такво преуређење може само донекле смањити величину. Ако желимо још мање меморије да утрошимо, то можемо урадити, али по цену брзине.
- Већини Це компајлера је могуће наредити да упакују елементе структуре на жељено поравнање, нпр. `pack(2)` значи да компајлер треба да поравна податке на максимално 2 бајта, што значи да уметнута поља неће бити већа од једног бајта.
- Паковање структура се најчешће користи за смањење утрошка меморије, али може се користи и за припрему података за мрежно слање и слично.

Преуређење елемената структуре



Пример структуре **MixedData.** Лево са преуређеним елементима, а десно је дата првобитна структура:

```
struct MixedData
{
    char Data1;
    char Data4;
    short Data2;
    int Data3;
};
```

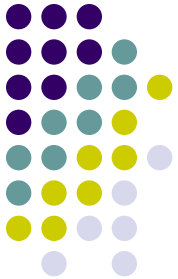
```
struct MixedData
{
    char Data1;
    short Data2;
    int Data3;
    char Data4;
};
```

Са оваквим преуређењем више није потребно уметнути ни један бајт.

Подсећање: char - 1 бајт, short - 2 бајта, int - 4 бајта на x86

Колико бајтова заузимају лева и десна структура?

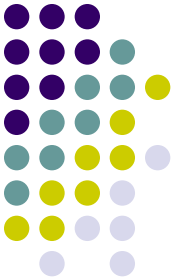
Паковање структуре



- Замислимо да структура MixedData нема поље Data 2. У том случају ни приликом најбољег редоследа чланова структуре не би могли имати мање од два уметнута бајта.
- Тада се можемо ослонити на могућност коју многи компајлери нуде, али није део стандарда, а то је паковање структура. Већина компајлера (Microsoft, Borland, GNU...) користе **`#pragma`** директиве као механизам задавања жељеног паковања.

```
#pragma pack(push)   /* push current alignment to stack */
#pragma pack(1)      /* set alignment to 1 byte boundary */
struct MixedData
{
    char Data1;
    int Data3;
    char Data4;
};
#pragma pack(pop)    /* restore original alignment from stack */
```

GNU __attribute__ проширење



- У GCC-у је уведена нова кључна реч __**attribute**__ која омогућава да се одређене особине придруже променљивама (укључујући и поља структуре) и функцијама.
- Дат је код који превођен GCC-ом даје исти резултат као и код на претходном слајду:

```
struct MixedData
{
    char Data1;
    int Data3;
    char Data4;
}__attribute__ ((packed));
```

- У случају потребе за посебним поравнањем, које не произилази из потреба за поравнањем основних типова, у GCC-у је могуће искористити aligned атрибут. Њиме се наређује компајлеру да одређену променљиву поравна на задат начин.

```
int data __attribute__ ((aligned (16))) = 0;
```

Компајлер ће променљиву data поставити на адресу која је умножак броја 16.