

Programiranje i programsko inženjerstvo

Predavanja
2015. / 2016.

8. Funkcije

Primjer

- Učitati cijele brojeve m i n , pri čemu vrijedi $0 \leq n \leq m$. Nije potrebno provjeravati učitane vrijednosti. Izračunati binomni koeficijent " m povrh n ", pri čemu koristiti sljedeći izraz:

$$\binom{m}{n} = \frac{m!}{n! \cdot (m - n)!}$$

Primjeri izvođenja programa:

```
Unesite m i n: 10 3  
10 povrh 3 iznosi 120
```

```
Unesite m i n: 30 20  
30 povrh 20 iznosi 3.0045e+007
```

Rješenje

- 1. dio -

```
#include <stdio.h>
int main (void) {
    int m, n, i;
    double mFakt, nFakt, mnFakt, binKoef;
    printf ("Unesite m i n: ");
    scanf ("%d %d", &m, &n);
    mFakt = 1.;
    for (i = 2; i <= m; ++i)                m!
        mFakt = mFakt * i;
    nFakt = 1.;
    for (i = 2; i <= n; ++i)                n!
        nFakt = nFakt * i;
    mnFakt = 1.;
    for (i = 2; i <= m-n; ++i)              (m-n)!
        mnFakt = mnFakt * i;
```

Rješenje

- 2. dio -

```
binKoef = mFakt / (nFakt * mnFakt);  
  
printf("%d povrh %d iznosi %g\n",  
        m, n, binKoef);  
return 0;  
}
```

Komentar prethodnog rješenja

- Sličan programski odsječak ponavlja se tri puta.
- *Nedostaci:*
 - broj linija programskog koda raste
 - povećava se mogućnost pogreške
- *Preporuka:* program razdvojiti u logičke cjeline koje obavljaju određene, jasno definirane poslove.

Rješenje s korištenjem funkcije

- 1. dio -

```
/* Funkcija za racunanje n faktoriijela */  
  
#include <stdio.h>  
  
double fakt (int n) {  
    int i;  
    double umnozak = 1.;  
    for (i = 2; i <= n; ++i)  
        umnozak = umnozak * i;  
    return umnozak;  
}
```

Rješenje s korištenjem funkcije

- 2. dio -

```
/* Racunanje m povrh n - glavni program */  
  
int main (void) {  
    int m, n;  
    double binKoef;  
    printf ("Unesite m i n: ");  
    scanf ("%d %d", &m, &n);  
    binKoef = fakt(m) / (fakt(n) * fakt(m-n));  
    printf("%d povrh %d iznosi %g\n",  
           m, n, binKoef);  
  
    return 0;  
}
```

Komentar prethodnog rješenja

- Prikazani algoritam za rješavanje binomnog koeficijenta bio je prikladan za objašnjavanje koncepta funkcije, ali izbjegavanjem zasebnog izračunavanja $m!$, $n!$ i $(m-n)!$ dobilo bi se znatno bolje rješenje:

$$\binom{m}{n} = \prod_{i=1}^n \frac{m - (n - i)}{i} = \prod_{i=1}^{m-n} \frac{n + i}{i}$$

```
#include <stdio.h>
double mpovrh (int m, int n) {
    double rez = 1.;
    int i;
    if (n < m - n)
        for (i = 1; i <= n; ++i)
            rez *= (double)(m - n + i) / i;
    else
        for (i = 1; i <= m - n; ++i)
            rez *= (double)(n + i) / i;
    return rez;
}
```


Definicija funkcije

```
tip_fun ime_fun(tip1 arg1, tip2 arg2, ...) {  
    tijelo funkcije (definicije varijabli i naredbe)  
}
```

Primjer:

rezultat funkcije je `int`
(tj. tip funkcije je `int`)

formalni
argumenti

definicija
varijable

```
int veci (int a, int b) {  
    int c;  
    c = a > b ? a : b;  
    return c;  
}
```

naredba za povratak
(programski slijed i rezultat)

Poziv funkcije

formalni
argumenti

```
int x, y, a, b, c, d;
```

```
x = 7;
```

```
y = 4;
```

stvarni
argumenti

```
a = veci (x, y*2);
```

```
b = 5 * veci (3, 4);
```

```
c = veci(3, 4) - veci(7, 8);
```

```
d = veci(3, veci(4, 5));
```

```
veci(7, 8); /* ispravno, iako beskorisno */
```

```
/* primjer funkcije koja vraća rezultat, ali ga najčešće zanemarujemo */
```

```
printf("Poruka\n");
```

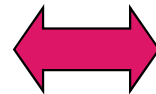
```
int veci (int a, int b) {  
    int c;  
    c = a > b ? a : b;  
    return c;  
}
```

- stvarni argumenti mogu biti izrazi
- rezultat funkcije se može koristiti u izrazima

Pretpostavljeni (*default*) tip funkcije

- ako se pri definiciji funkcije ne navede tip funkcije, podrazumijeva se da je funkcija tipa `int`

```
int kvadrat (int n) {  
    return n*n;  
}
```



isto

```
kvadrat (int n) {  
    return n*n;  
}
```

Funkcija tipa `void`

- Funkcija koja ne vraća rezultat. Na primjer:

```
void ispisKoordinata (float x, float y) {  
    printf ("x=%f y=%f", x, y);  
}
```

- Poziv funkcije tipa `void`:

```
ispisKoordinata (3.2f, 1.534f);
```

```
x=3.200000 y=1.534000
```

Funkcija koja nema argumenata

Funkcija koja nema argumenata, ali vraća rezultat. Npr.:

```
double vratiPi(void) {  
    return 3.1415926;  
}
```

poziv funkcije:

```
double povrsina, r = 3.0;  
povrsina = r * r * vratiPi();
```

Funkcija koja nema argumenata i ne vraća rezultat. Npr.:

```
void pisiPoruku(void) {  
    printf("C je super programski jezik\n");  
}
```

poziv funkcije:

```
pisiPoruku();
```

Programski slijed pri pozivu funkcije

```
int main (void) {
```

```
    ...
```

```
    x1 = f(m1);
```

```
    ...
```

```
    x2 = f(m2);
```

```
    ...
```

```
    x3 = f(m3);
```

```
    ...
```

```
}
```

```
float f (int a) {
```

```
    ...
```

```
    return x;
```

```
}
```

Naredba `return`

- naredba `return` služi za povrat rezultata i nastavljajanje programa na mjestu s kojeg je funkcija pozvana
`return;` ili `return izraz;`
- program će se nastaviti obavljati na mjestu s kojeg je funkcija pozvana i u slučaju nailaska na kraj tijela funkcije

```
void ispis (int x) {  
    printf("x=%d\n", x);  
    return;  
}
```



```
void ispis (int x) {  
    printf("x=%d\n", x);  
}
```

Naredba `return`

- ako funkcija treba vratiti rezultat (tj. nije void), a ne obavi se odgovarajuća `return` naredba, rezultat funkcije je nedefiniran

```
double vratiPi(void) {  
    double pi = 3.1415926;  
    return;  
}
```

prevodilac će upozoriti, ali
prevođenje će ipak uspjeti.

```
double vratiPi(void) {  
    double pi = 3.1415926;  
}
```

- u oba slučaja, rezultat funkcije nakon poziva bio bi nedefiniran:

```
double rez;  
rez = vratiPi();
```


Naredba `return`

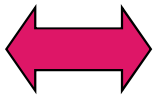
- u tijelu funkcije smije biti više naredbi `return`

```
double vratiAbs(double a) {  
    if (a >= 0.0)  
        return a;  
    else  
        return -a;  
}
```

Tip podatka u naredbi `return`

- Ako tip podatka u naredbi `return` ne odgovara tipu funkcije, **automatski** se obavlja pretvorba tipa. Pretvorba tipa slična je pretvorbi koja se obavlja kod pridruživanja.

```
double kvadrat (short a) {  
    int p;  
    p = a*a;  
    return p;  
}
```

 `return (double)p;`

isto

- Primjer:

```
float podijeli (int a, int b) {  
    return (float)a / b;  
}
```

uočite zašto je ovdje korišten operator *cast*. Nije radi toga što je funkcija tipa float!

Formalni i stvarni argumenti

```
#include <stdio.h>
int main (void) {
    int a = 3, b = 2, s;

    7 s = suma(a, b*2);
    printf("%d %d %d",
           a, b, s);
}
```

```
int suma (int a, int b) {
    int zbroj;
    zbroj = a + b;
    a = b = 0;
    return zbroj;
}
```

Ispis:

3 2 7

- prenose se **vrijednosti** (tj. "kopije") stvarnih argumenata
- izmjena vrijednosti formalnih argumenata **ne utječe** na stvarne argumente (**a = b = 0** nije promijenila varijablu **a** u **main**)
- unutar funkcije se formalni argumenti mogu koristiti na isti način kao varijable

Tipovi podataka formalnih i stvarnih argumenata

- Ako tip stvarnog argumenta ne odgovara tipu formalnog argumenta, stvarni argument se pri pozivu funkcije **automatski** pretvara u tip koji odgovara tipu formalnog argumenta. Pretvorba tipa slična je pretvorbi koja se obavlja kod pridruživanja.
- Stvarni argumenti moraju odgovarati formalnima po broju i po formi (pretvorba tipa mora biti izvediva), npr.
 - ako je formalni argument tipa int, stvarni argument smije biti tipa float
 - ako je formalni argument tipa int, stvarni argument ne smije biti polje
 - itd.

Primjer

- konverzija tipova argumenata pri pozivu funkcije

```
#include <stdio.h>
int veci(int a, int b) {
    if (a > b)
        return a;
    else
        return b;
}
```

```
int main(void) {
    int a[1] = {10};
    printf("%d\n", veci(1, 2));
    printf("%d\n", veci(4.5, 5.5f));
    printf("%d\n", veci('A', 63));
    printf("%d\n", veci(9, a));
    return 0;
}
```

Ispis

→ 2

→ 5

→ 65

ispisat će se adresa
člana a[0]

Primjer

- Napisati funkciju koja izračunava aritmetičku sredinu za tri zadana realna broja. Napisati glavni program koji učitava tri realna broja, korištenjem funkcije izračunava njihovu aritmetičku sredinu i rezultat ispisuje na zaslonu.

```
Upisite tri realna broja: 2.5 3.5 4.5
```

```
Aritmeticka sredina unesenih brojeva je 3.500000
```

Rješenje

```
#include <stdio.h>

float aritSred(float a, float b, float c) {
    float arSr;
    arSr = (a + b + c) / 3.;
    return arSr;
}

int main(void) {
    float x, y, z, sred;
    printf("\nUpisite tri realna broja: ");
    scanf("%f %f %f", &x, &y, &z);
    sred = aritSred(x, y, z);
    printf("\nAritmeticka sredina unesenih brojeva je %f",
           sred);
    return 0;
}
```

Primjer

- Napisati funkciju koja će za kut x izražen u radijanima izračunati približnu vrijednost funkcije sinus kao parcijalnu sumu n članova niza. Funkcija kao argumente prima realni broj x i pozitivan cijeli broj n .

$$\sin(x) \approx \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} \frac{x^{2i-1}}{(2i-1)!} = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + (-1)^{n+1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!}$$

Rješenje

- uz korištenje pomoćnih funkcija `fakt` i `pow` -

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

```
#include <math.h>
```

```
double fakt(int n) {  
    int i;  
    double f = 1.;  
    for(i = 2; i <= n; ++i)  
        f = f * i;  
    return f;  
}
```

```
double sinus(double x, int n) {  
    int i, predznak = 1;  
    double clan, suma = 0.;  
    for(i = 1; i <= n; ++i) {  
        clan = predznak * pow(x, 2*i-1) / fakt(2*i-1);  
        suma = suma + clan;  
        /* priprema za sljedeci korak */  
        predznak = - predznak;  
    }  
    return suma;  
}
```

Za vježbu: napisati odgovarajući glavni program i testirati s različitim vrijednostima argumenata `x` i `n`

Rješenje

- bez korištenja pomoćnih funkcija -

```
#include <stdio.h>

double sinus(double x, int n) {
    int i, predznak = 1;
    double clan;
    double suma = 0., fakt = 1., xPot = x;

    for(i = 1; i <= n; ++i) {
        clan = predznak * xPot / fakt;
        suma = suma + clan;

        /* priprema za sljedeci korak */
        xPot = xPot * x * x;
        fakt = fakt * (2*i) * (2*i+1);
        predznak = - predznak;
    }
    return suma;
}
```

Za vježbu: napisati odgovarajući glavni program i testirati s različitim vrijednostima argumenata **x** i **n**

Funkcije koje trebaju vratiti više vrijednosti

Problem: napisati funkciju za izračunavanje sume i produkta dva cijela broja

- Ideja (loša!): predati funkciji dvije "varijable" u koje će funkcija "pohraniti" izračunatu sumu i produkt

...

```
void sumaProd(int x, int y, int suma, int prod) {  
    suma = x + y;  
    prod = x * y;  
    return;  
}
```

```
int main(void) {  
    int x = 3, y = 4, suma, prod;  
    sumaProd(x, y, suma, prod);  
    printf("x=%d y=%d suma=%d prod=%d\n", x, y, suma, prod);  
    return 0;  
}
```

x=3 y=4 suma=-82736442 prod=7623423

"smeće" - ispisuju se
neinicijalizirane varijable

Koje vrijednosti poprimaju varijable, stvarni i formalni argumenti

nakon obavljanja naredbe broj:



1

2

3

4

5

main

sumaProd

x	y	suma	prod	x	y	suma	prod
3	4	?	?				
3	4	?	?	3	4	?	?
3	4	?	?	3	4	7	?
3	4	?	?	3	4	7	12
3	4	?	?				

- NIJE USPJELO! ZAŠTO? Kako riješiti taj problem?

Načini prijenosa argumenata u funkciju

- *call by value* – poziv predavanjem **vrijednosti** argumenata (funkcija dobiva svoje vlastite kopije argumenata)
- *call by reference* - poziv predavanjem **adresa** argumenata
 - takav način predaje argumenata postoji npr. u Pascalu. Strogo promatrano, u C-u **ne postoji** *call by reference*. U C-u se taj mehanizam može **nadomjestiti** predajom pokazivača kao argumenata funkcije

Primjer s *call by value*

```
#include <stdio.h>
void f(int x) {
    printf ("x u funkciji: %d\n", x);
    x = 2;
    printf ("x u funkciji nakon pridruzivanja: "
           "%d\n", x);
}
int main(void) {
    int x = 1;
    f(x);
    printf ("x u programu nakon povratka: %d\n", x);
    return 0;
}
```

```
x u funkciji: 1
x u funkciji nakon pridruzivanja: 2
x u programu nakon povratka: 1
```

Funkcije koje trebaju vratiti više vrijednosti

Problem: napisati funkciju za izračunavanje sume i produkta dva cijela broja

- Ideja (**dobro!**): predati funkciji dvije vrijednosti pokazivača (pokazivače na varijable `suma` i `prod` iz glavnog programa)

...

```
void sumaProd(int x, int y, int *psuma, int *pprod) {  
    *psuma = x + y;  
    *pprod = x * y;  
    return;  
}
```

```
int main(void) {  
    int x = 3, y = 4;  
    int suma, prod;  
    sumaProd(x, y, &suma, &prod);  
    printf("x=%d y=%d suma=%d prod=%d\n", x, y, suma, prod);  
    return 0;  
}
```

x=3 y=4 suma=7 prod=12

Koje vrijednosti poprimaju varijable, stvarni i formalni argumenti

- pretpostavka o adresama varijabli: &suma=85610, &prod=85614

nakon obavljanja
naredbe broj:



1

2

3

4

5

6

main

sumaProd

x	y	suma	prod	x	y	psuma	pprod
3	4						
3	4	?	?				
3	4	?	?	3	4	85610	85614
3	4	7	?	3	4	85610	85614
3	4	7	12	3	4	85610	85614
3	4	7	12				

Kada kao argumente treba koristiti pokazivače

- Kada pozvana funkcija treba direktno izmijeniti vrijednost jedne ili više varijabli iz pozivajuće funkcije (primjeri su funkcije `sumaProd` i `udvostruci2`, te funkcija zamijenjena iz sljedećeg primjera)

```
int udvostruci1(int x) {  
    x = x * 2;  
    return x;  
}  
  
int main(void) {  
    int rez, broj = 4;  
    rez = udvostruci1(broj);  
    printf("%d %d\n", broj, rez);  
    return 0;  
}
```

4 8

```
void udvostruci2(int *x) {  
    *x = *x * 2;  
    return;  
}  
  
int main(void) {  
    int broj = 4;  
    udvostruci2(&broj);  
    printf("%d\n", broj);  
    return 0;  
}
```

8

Primjer

- Napisati funkciju koja zamjenjuje sadržaj dviju varijabli tipa `short`. Funkcija kao argumente prima pokazivače na dvije varijable tipa `short` i zamjenjuje sadržaj tih varijabli. Napisati glavni program kojim će se demonstrirati način korištenja funkcije.

Rješenje

```
#include <stdio.h>

void zamijeni (short *x, short *y) {
    short pom;
    pom = *x;
    *x = *y;
    *y = pom;
    return;
}

int main (void) {
    short a = 3, b = 5;
    zamijeni (&a, &b);
    printf ("Poslije zamjene: %d %d\n", a, b);
    return 0;
}
```

Diagram illustrating the execution flow of the swap function:

- 1. `main` function starts.
- 2. `zamijeni` function is called with `&a` and `&b`.
- 3. `zamijeni` function starts, declaring `short pom`.
- 4. `zamijeni` function assigns `*x` to `pom`.
- 5. `zamijeni` function assigns `*y` to `*x`.
- 6. `zamijeni` function assigns `pom` to `*y`.
- 7. `zamijeni` function returns.
- 10. `main` function prints the result and returns.

Koje vrijednosti poprimaju varijable, stvarni i formalni argumenti

- pretpostavka o adresama varijabli: &a=64720, &b=64722

nakon obavljanja
naredbe broj:

	main		zamijeni		
	a	b	x	y	pom
1	3	5			
2	3	5	64720	64722	
3	3	5	64720	64722	?
4	3	5	64720	64722	3
5	5	5	64720	64722	3
6	5	3	64720	64722	3
7	5	3			

Organizacija složenijih programa

a) Funkcije smještene u jednoj datoteci (modulu)

```
#include <stdio.h>                                prog.c

double suma(double a, double b) {
    return a + b;
}

double prod(double a, double b) {
    return a * b;
}

int main (void) {
    int a = 2, b = 3, p, s;
    s = suma(a, b);
    p = prod(a, b);
    printf("suma=%d   produkt=%d\n",
           s, p);
    return 0;
}
```

Zašto su do sada funkcije uvijek bile napisane **ispred** main funkcije?

Kada prevodilac naiđe na poziv funkcija `suma` i `prod`, već mu je poznato koje argumente funkcije primaju i kakve tipove podataka vraćaju (važno radi ispravne konverzije tipova argumenata pri pozivu funkcije i konverzije tipova rezultata pri povratku iz funkcije).

```
cc -ansi -Wall -pedantic-errors -o prog.exe prog.c
```

```
suma=5   produkt=6
```

a) Funkcije smještene u jednoj datoteci (modulu)

```
#include <stdio.h>                                prog.c

int main (void) {
    int a = 2, b = 3, p, s;
    s = suma(a, b);
    p = prod(a, b);
    ...
}

double suma(double a, double b) {
    return a + b;
}

double prod(double a, double b) {
    return a * b;
}
```

Kada prevodilac naiđe na pozive funkcija `suma` i `prod`, može samo pretpostaviti da su `suma` i `prod` tipa `int`, te da im je pri pozivu poslan ispravan broj i tip argumenata.

Program se ili neće uspjeti prevesti ili neće raditi ispravno.

Prevodiocu bi na neki način trebalo opisati tip i argumente funkcije prije nego naiđe na poziv dotičnih funkcija.

```
cc -ansi -Wall -pedantic-errors -o prog.exe prog.c
...
prog.c:12:8: error: conflicting types for 'suma'
...
prog.c:16:8: error: conflicting types for 'prod'
```

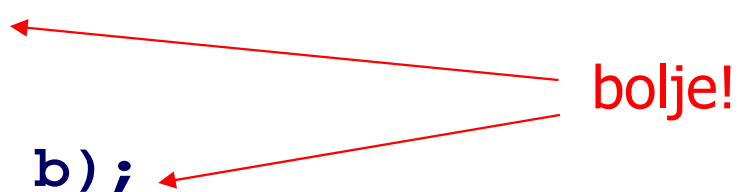
Prototip (deklaracija) funkcije

- Omogućuje prevodiocu kontrolu tipa funkcije, te broja i tipa argumenata.

```
tip_fun ime_fun (tip1 arg1, tip2 arg2, ...);  
tip_fun ime_fun (tip1, tip2, ...);
```

Primjeri prototipova funkcija:

```
double fakt (int n);  
double fakt (int);  
int veci (int a, int b);  
int veci (int, int);  
void pisiKoordinate (int x, int y);  
double vratiPi (void);  
void pisiPoruku (void);  
void sumaProd (int x, int y, int *psuma, int *pprod);
```



bolje!

a) Funkcije smještene u jednoj datoteci (uz prototipove)

```
#include <stdio.h>                                prog.c

double suma(double a, double b);
double prod(double a, double b);

int main (void) {
    ...
    s = suma(a, b);
    ...
}

double suma(double a, double b) {
    return a + b;
}

double prod(double a, double b) {
    return a * b;
}
```

Kada prevodilac naiđe na **pozive** funkcija `suma` i `prod`, prema prototipu može provjeriti jesu li pozvane na ispravan način.

Kada prevodilac naiđe na **definiciju** funkcija `suma` i `prod`, prema prototipu može provjeriti jesu li ispravno definirane.

suma=5 produkt=6

b) Funkcije smještene u više datoteka (modula)

matan.c

```
double suma(double a, double b) {  
    return a + b;  
}  
  
double prod(double a, double b) {  
    return a * b;  
}
```

Moduli se uvijek prevode međusobno nezavisno.

Kako će prevodilac provjeriti tipove argumenata i funkcija?

glavni.c

```
#include <stdio.h>  
  
int main (void) {  
    int a = 2, b = 3, p, s;  
    s = suma(a, b);  
    p = prod(a, b);  
    printf("suma=%d   produkt=%d\n",  
           s, p);  
    return 0;  
}
```

b) Funkcije smještene u više datoteka (modula)

matan.c

```
double suma(double a, double b) {  
    return a + b;  
}  
...
```

glavni.c

```
#include <stdio.h>  
  
int main (void) {  
    int a = 2, b = 3, p, s;  
    s = suma(a, b);  
    p = prod(a, b);  
    ...  
}
```

Prevodilac će za vrijeme prevođenja modula `glavni.c` pretpostaviti da su funkcije `suma` i `prod` tipa `int`, prevođenje će uspjeti, ali zato što je pretpostavka o tipu funkcije bila pogrešna, program neće ispravno raditi.

```
cc -ansi -Wall -pedantic-errors -o prog.exe matan.c glavni.c  
glavni.c:5:3: warning: implicit declaration of function 'suma'  
glavni.c:6:3: warning: implicit declaration of function 'prod'
```

```
suma=4200834   produkt=4200834
```

b) Funkcije smještene u više datoteka (modula) uz prototipove

matan.h

```
double suma(double a, double b);  
double prod(double a, double b);
```

matan.c

```
#include "matan.h"  
double suma(double a, double b) {  
    return a + b;  
}  
  
double prod(double a, double b) {  
    return a * b;  
}
```

glavni.c

```
#include <stdio.h>  
#include "matan.h"  
  
int main (void) {  
    int a = 2, b = 3, p, s;  
    s = suma(a, b);  
    p = prod(a, b);  
    printf("suma=%d   produkt=%d\n",  
          s, p);  
    return 0;  
}
```

Prevodilac će "uključiti" deklaracije iz `matan.h` u svaki od modula u kojem je to zadano naredbom `include`.

Prevođenje

1. način

```
cc -ansi -Wall -pedantic-errors -o prog.exe matan.c glavni.c
```

Jednom naredbom obavljeno je prevođenje modula `matan.c` i `glavni.c`, te povezivanje (*linking*) nastalog objektnog kôda. Rezultat je izvršni kôd u `prog.exe`.

2. način

```
cc -ansi -Wall -pedantic-errors -c glavni.c
```

compile, but do not link.

Preveden je izvorni kôd `glavni.c`. Rezultat je objektni kôd u datoteci `glavni.o`

```
cc -ansi -Wall -pedantic-errors -c matan.c
```

Preveden je izvorni kôd `matan.c`. Rezultat je objektni kôd u datoteci `matan.o`

```
cc glavni.o matan.o -o prog.exe
```

Povezani su `glavni.o` i `matan.o`. Rezultat je izvršni kôd u datoteci `prog.exe`

Definicija/deklaracija

- Do sada se govorilo samo o DEFINICIJI varijable: definicijom varijable određuje se ime varijable, tip varijable, **te rezervira područje u memoriji** u kojem će varijabla biti pohranjena.
- Do sada su se varijable definirale isključivo UNUTAR funkcije ili bloka unutar funkcije. Tako definirane varijable se koriste isključivo UNUTAR funkcije ili bloka u kojem su definirane, a njihova vrijednost se GUBI u trenutku završetka funkcije ili bloka. Vrijednost takvih varijabli je uvijek nepoznata ("smeće") do trenutka kada se varijabli pridruži vrijednost.

Definicija/deklaracija

Primjer:

```
int main (void) {  
    int a = 10, b, *p1 = &a;  
    float pp[3] = {1.0f, 2.0f, 3.0f}, *p2;  
    ...  
→ {  
        int i;  
        ...  
→ }  
    ...  
}
```

- za varijable `b`, `p2`, `i` rezervirano je područje u memoriji, ali je trenutna vrijednost varijabli nepoznata. Vrijednost ostalih varijabli je poznata
- varijable `a`, `b`, `p1`, `pp`, `p2` mogu se koristiti isključivo unutar funkcije u kojoj su definirane (u ovom slučaju, unutar funkcije `main`). Varijabla `i` se može koristiti samo unutar bloka označenog sa →
- sadržaj varijabli `a`, `b`, `p1`, `pp`, `p2` se gubi završetkom funkcije
- sadržaj varijable `i` se gubi završetkom bloka označenog sa →

Definicija/deklaracija

- **Deklaracija varijable:** uputa (objava) prevodiocu - postoji (tj. negdje je definirana) varijabla s navedenim imenom i tipom
 - Deklaracija funkcije: uputa (objava) prevodiocu: postoji (negdje je definirana) funkcija s navedenim imenom, tipom i argumentima. Deklaracija funkcije → prototip funkcije
- Deklaracija iste varijable (funkcije) može se pojaviti više puta u istom programu, dok se definicija varijable (funkcije) smije pojaviti samo jednom
- Definicijom varijable (funkcije) ujedno se ta varijabla (funkcija) i deklarira (na mjestu na kojem se nalazi definicija)
- Nasuprot tome, deklaracijom se varijabla (funkcija) ne definira

Definicija/deklaracija varijabli

- smještajni razredi (*storage classes*) -

Općenito:

```
smještajni_razred tip_podatka varijabla ...;
```

- `smještajni_razred` i mjesto definicije varijable određuju postojanost i područje važenja varijable u memoriji.
- **postojanost varijable (trajnost, *duration*)**
 - određuje područje programskog kôda tijekom čijeg izvršavanja sadržaj varijable ostaje sačuvan
- **područje važenja varijable (doseg, *scope*)**
 - određuje *područje* programskog kôda unutar kojeg se varijabla može referencirati ("unutar kojeg se varijabla može koristiti")

Smještajni razredi: **auto, register, static, extern**

Definicija/deklaracija varijabli

- smještajni razredi (*storage classes*) -

auto - automatski smještajni razred ("lokalne" varijable)

- područje važenja varijable i njena trajnost: od mjesta definicije do kraja funkcije ili bloka unutar kojeg je varijabla definirana
- automatske varijable uobičajeno se nazivaju lokalne varijable (lokalne u funkciji, lokalne u bloku).
- podrazumijeva se, ako eksplicitno nije drugačije navedeno, da je svaka varijabla definirana UNUTAR funkcije, razreda **auto**. Varijablu razreda **auto** moguće je definirati jedino unutar funkcije (bloka)

```
int main (void) {  
    auto int i;  
    i = 7;  
    {  
        auto int j = 3;  
    }  
    return 0;  
}
```



```
int main (void) {  
    int i;  
    i = 7;  
    {  
        int j = 3;  
    }  
    return 0;  
}
```

Definicija/deklaracija varijabli - smještajni razredi (*storage classes*) -

- formalni argumenti funkcije imaju ista svojstva kao varijable smještajnog razreda `auto`. Jedina razlika je u tome što se formalnim argumentima prilikom poziva funkcije pridružuje vrijednost stvarnih argumenata.

Definicija/deklaracija varijabli

- smještajni razredi (*storage classes*) -

register - registarski smještajni razred

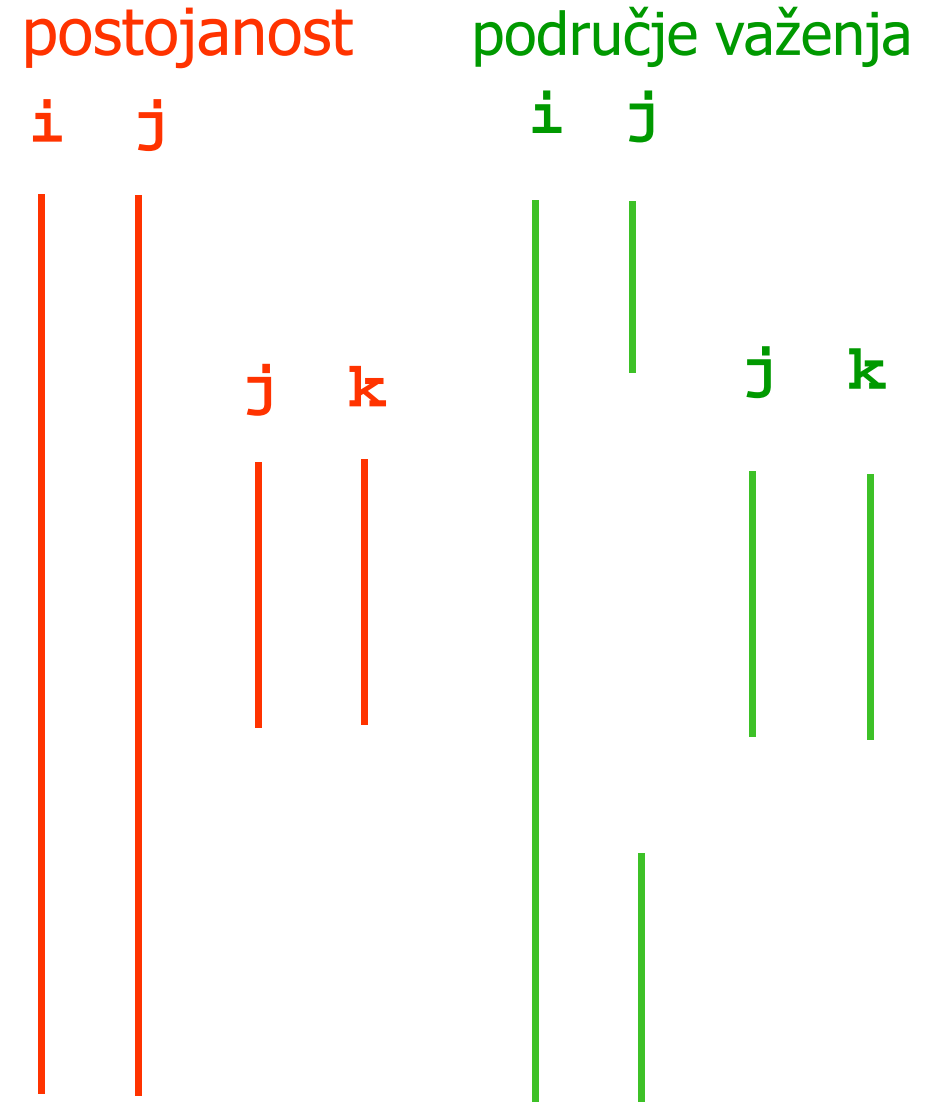
- predstavlja preporuku prevodiocu da, ukoliko je moguće, vrijednost varijable pohrani u CPU registar.
- područje važenja varijable i njena trajnost određeni su na isti način kao za varijablu razreda **auto**
- **register** varijablu moguće je definirati jedino unutar funkcije (bloka)

```
int main (void) {  
    register int i;  
    double fact = 1.0;  
    for (i = 1; i < 15; ++i) {  
        fact *= i;  
    }  
    return 0;  
}
```

Primjer: smještajni razredi auto, register

```
int f (float x) {  
    int i, j;  
    i = 1; j = 2;  
    {  
        int j, k;  
        j = 3; k = 4;  
        i = 5;  
    }  
    i = 6;  
    k = 7;  
    /* koliki je ovdje j */  
}
```

ovo su dvije različite varijable



Definiranje varijable tek na početku bloka u kojem se ta varijabla koristi može ponekad biti vrlo korisno:

```
#include <stdio.h>
int main(void) {
    int izbor;
    scanf("%d", &izbor);
    if (izbor == 1) {
        int i, j;
        char matrica[1000][1000];
        ...
    } else {
        int i;
        double polje[100000];
        ...
    }
    return 0;
}
```

u ovom bloku rezervira se
približno 1 MB memorije

u ovom bloku rezervira se
približno 800 kB memorije

Definicija/deklaracija varijabli

- smještajni razredi (*storage classes*) -

static - statički smještajni razred

- područje važenja varijable
 - ako je varijabla definirana unutar funkcije (bloka): od mjesta na kojem je definirana do kraja funkcije (bloka)
 - ako je varijabla definirana izvan funkcije: od mjesta na kojem je definirana do kraja modula ili u modulu u kojem je definirana (ovisno od prevodioca)
- trajnost varijable
 - od početka izvršavanja programa do završetka programa
- ako varijabla nije eksplicitno inicijalizirana tijekom definicije, njena se vrijednost automatski postavlja na 0

Definicija/deklaracija varijabli - smještajni razredi (*storage classes*) -

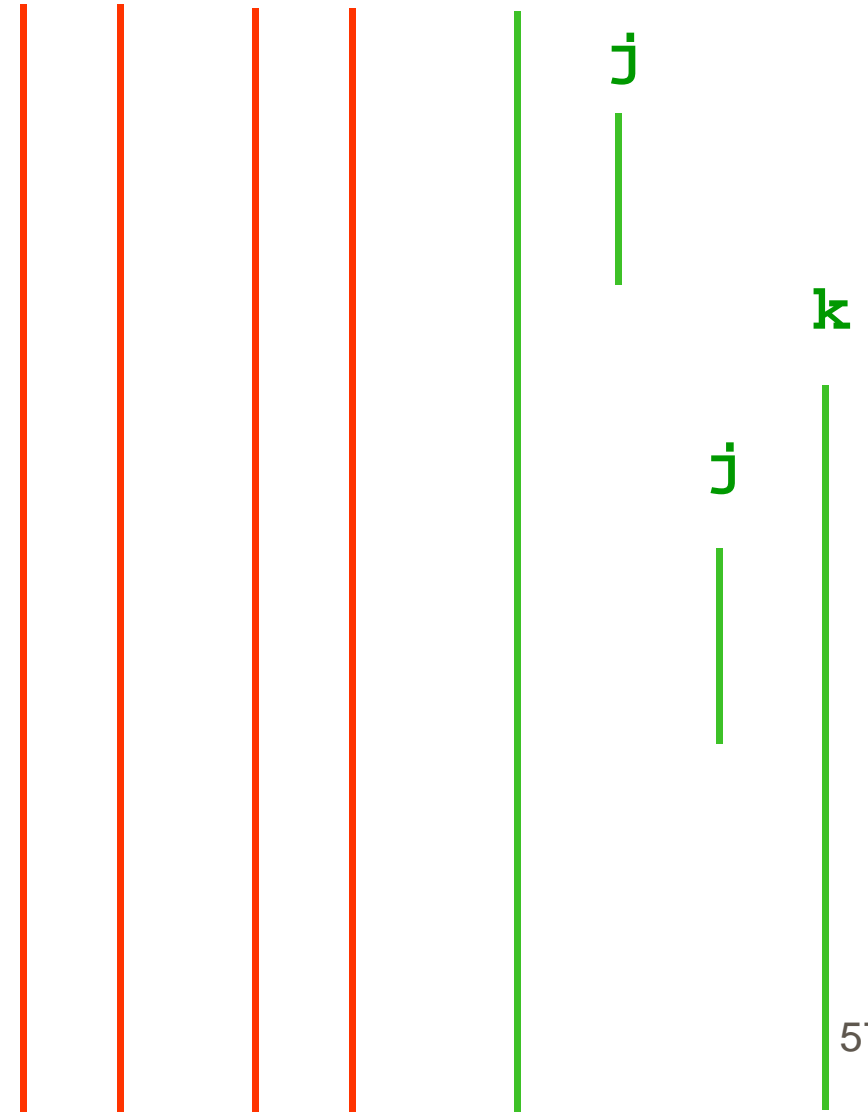
- statičku varijablu treba definirati unutar funkcije ako varijabla treba biti vidljiva samo unutar te funkcije, a istovremeno je potrebno sačuvati vrijednost varijable tijekom više poziva funkcije
- statičku varijablu treba definirati izvan tijela funkcije ako istu varijablu koristi nekoliko funkcija unutar istog modula

Primjer: smještajni razred static

```
static int i;  
void f1 (float x) {  
    static int j;  
    i = 1; j = 2;  
}  
static int k;  
void f2 (float y) {  
    static int j = 5;  
    i = 1; j = 2; k = 3;  
}  
int f3 (double z) {  
    ...  
}
```

ovo su dvije
različite
varijable

postojanost područje važenja
i j j k i



Primjer

- Napisati funkciju `zbroj` za zbrajanje dva cijela broja. Funkcija vraća `zbroj` tijekom prva tri poziva, a za svaki sljedeći poziv umjesto `zbroja` vraća vrijednost 0. Npr.

<code>zbroj(1, 2)</code>	<code>vraća 3</code>
<code>zbroj(3, 4)</code>	<code>vraća 7</code>
<code>zbroj(7, 9)</code>	<code>vraća 16</code>
<code>zbroj(7, 8)</code>	<code>vraća 0</code>
<code>zbroj(9, 10)</code>	<code>vraća 0</code>

- Napisati glavni program za testiranje funkcije `zbroj`

Rješenje

```
#include <stdio.h>
int zbroj (int a, int b);
int main (void) {
    printf("%d\n", zbroj(1, 2));
    printf("%d\n", zbroj(3, 4));
    printf("%d\n", zbroj(5, 6));
    printf("%d\n", zbroj(7, 8));
    printf("%d\n", zbroj(9, 10));
    return 0;
}
int zbroj (int a, int b) {
    static int brojPoziva;
    ++brojPoziva;
    if (brojPoziva <= 3)
        return a + b;
    else
        return 0;
}
```

Ispis:

3
7
11
0
0

kolika je vrijednost
varijable na početku?

ZADATAK: što bi se ispisalo da je
ispuštena riječ `static` u funkciji `zbroj`?

Definicija/deklaracija varijabli

- smještajni razredi (*storage classes*) -

extern - vanjski smještajni razred ("globalne" varijable)

- **extern** se koristi za DEKLARACIJU varijable (osim izuzetno). Predstavlja uputu prevodiocu: objavljujem da je varijabla čije ime i tip opisujem, definirana "negdje drugdje" (podrazumijeva se da varijabla zaista jest definirana negdje drugdje)
- područje važenja varijable
 - ako je varijabla deklarirana unutar funkcije (bloka): od mjesta na kojem je deklarirana do kraja funkcije (bloka)
 - ako je varijabla deklarirana izvan funkcije: od mjesta na kojem je deklarirana do kraja modula
- trajnost varijable (jednako kao varijable razreda **static**)
 - od početka izvršavanja programa do završetka programa
- ako varijabla nije eksplicitno inicijalizirana tijekom definicije, njena se vrijednost automatski postavlja na 0

Definicija/deklaracija varijabli

- smještajni razredi (*storage classes*) -

Definicija varijable na koju se poziva `extern` deklaracija uvijek se nalazi izvan funkcije, unutar istog ili nekog drugog modula. Varijabla razreda `extern` može se definirati na dva načina:

1. pri definiciji koristiti ključnu riječ `extern` uz obaveznu inicijalizaciju

`modul_a.c`

```
...  
extern int i = 0;  
...
```

definicija

(izvan funkcije)

2. pri definiciji ispustiti ključnu riječ `extern`

`modul_a.c`

```
...  
int i; ili int i = 0;  
...
```

`modul_b.c`

```
...  
extern int i;  
...
```

deklaracija

(unutar ili izvan funkcije)

`modul_b.c`

```
...  
extern int i;  
...
```

Primjer: smještajni razred extern

područje važenja

područje važenja

modul a.c

```
extern int i = 5;
void f1 (float x) {
    int j;
    i = 1; j = 2;
}
```

i

j

modul b.c

```
extern int i;
void f2 (float x) {
    int j;
    i = 2; j = 2;
}
void f3 (double y) {
    ...
}
```

i

j

jednako bi bilo da se napisalo:

```
int i = 5;
```

Primjer: smještajni razred extern

područje važenja

područje važenja

modul a.c

```
extern int i = 5;
void f1 (float x) {
    int j;
    i = 1; j = 2;
}
```

i

j

modul b.c

```
void f2 (float x) {
    extern int i;
    int j;
    i = 2; j = 2;
}
void f3 (double y) {
    extern int i;
    ...
}
int f4 () {
    ...
}
```

i

j

i

Primjer

- U modulu `m1.c` napisati funkciju `zbroj`, a u modulu `m2.c` napisati funkciju `prod`. Funkcije vraćaju zbroj, odnosno produkt dvaju cijelih brojeva tijekom prva tri poziva, a za svaki sljedeći poziv vraćaju 0. Npr.

<code>zbroj(1, 2)</code>	<code>vraći 3</code>
<code>prod(3, 4)</code>	<code>vraći 12</code>
<code>zbroj(5, 6)</code>	<code>vraći 11</code>
<code>prod(7, 8)</code>	<code>vraći 0</code>
<code>zbroj(9, 10)</code>	<code>vraći 0</code>

- Napisati glavni program za testiranje funkcija `zbroj` i `prod`.

Rješenje

```
#include "proto.h" m1.c
int brojPoziva;
int zbroj (int a, int b) {
    ++brojPoziva;
    if (brojPoziva <= 3)
        return a + b;
    else
        return 0;
}
```

```
#include "proto.h" m2.c
int prod (int a, int b) {
    extern int brojPoziva;
    ++brojPoziva;
    if (brojPoziva <= 3)
        return a * b;
    else
        return 0;
}
```

```
int zbroj (int a, int b); proto.h
int prod (int a, int b);
```

```
#include <stdio.h> glavni.c
#include "proto.h"
int main (void) {
    printf("%d\n", zbroj(1, 2));
    printf("%d\n", prod(3, 4));
    printf("%d\n", zbroj(5, 6));
    printf("%d\n", prod(7, 8));
    printf("%d\n", zbroj(9, 10));
    return 0;
}
```

Ispis:

3
12
11
0
0

Definicija/deklaracija

Definicija varijable

- opisuje ime, tip, **rezervira memoriju, eventualno inicijalizira vrijednost**
- ujedno služi kao deklaracija

Deklaracija varijable

- opisuje ime, tip
- definicija (rezervacija memorije i eventualno inicijalizacija) mora biti obavljena "negdje drugdje" (obično u nekom drugom modulu)

Definicija funkcije

- opisuje ime, tip, argumente, tijelo funkcije
- ujedno služi kao deklaracija

Deklaracija funkcije (prototip)

- opisuje ime, tip, argumente
- tijelo funkcije mora biti opisano "negdje drugdje" (obično u nekom drugom modulu, ili u istom modulu - "niže" u kodu)

Zašto se ulazni argumenti i rezultati funkcija **ne smiju** "prenositi" preko eksternih ili statičkih varijabli?

Funkcija `pow` (i ostale funkcije) iz `math.h` ispravno se realiziraju otprilike ovako

```
/* deklaracija funkcije pow */  
double pow (double x, double y);
```

math.h

```
/* definicija funkcije pow */  
double pow (double x, double y) {  
    /* programski kod za izracunavanje "x na y" */  
    ...  
    return konacniRezultat;  
}
```

math.c

Kako pomoću ispravne funkcije `pow` izračunati $x^{(y^z)}$

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

glavni.c

```
#include <math.h>
```

```
int main (void) {
```

```
    double x, y, z;
```

```
    scanf("%lf %lf %lf", &x, &y, &z);
```

```
    printf("%f na (%f na %f) = %f\n", x, y, z,
```

```
           pow(x, pow(y, z)));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Potpuno neprihvatljiv način realizacije funkcije pow iz math.h

math.h

```
/* deklaracije eksternih varijabli koje ce se koristiti za
   "prijenos" argumenata i rezultata */
extern double powResult, xPow, yPow;

/* deklaracija funkcije pow */
void pow (void);
```

math.c

```
/* definicije eksternih varijabli koje ce se koristiti za
   "prijenos" argumenata i rezultata */
double powResult, xPow, yPow;

/* definicija funkcije pow */
void pow (void) {
    /* programski kod za izracunavanje "xPow na yPow" */
    ...
    powResult = ...; /* konacni rezultat spremi u powResult */
    return;
}
```

Kako pomoću takve funkcije izračunati $x^{(y^z)}$

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

int main (void) {
    double x, y, z;
    scanf("%lf %lf %lf", &x, &y, &z);
    xPow = y;
    yPow = z;
    pow();
    yPow = powResult;
    xPow = x;
    pow();
    printf("%f na (%f na %f) = %f\n", x, y, z, powResult);
    return 0;
}
```

glavni.c

Mora se paziti čak i na to da se niti jedna lokalna ili statička varijable ne nazove xPow, yPow ili powResult, jer su ta imena "rezervirana" isključivo za prijenos argumenata i rezultata funkcije pow.

- upotreba statičkih umjesto eksternih varijabli dovela bi do još većih teškoća. Uz sve navedeno, funkciju *pow* bi trebalo definirati u svakom modulu u kojem se koristi i pri tom ju u svakom modulu drugačije nazvati jer imena funkcija na razini cijelog programa moraju biti jedinstvena.

Polja kao argumenti funkcija

Ponavljanje: polja i pokazivači

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

```
int main (void) {
```

```
    int x[4] = {1, 3, 7, 8};
```

```
    int *p = &x[0]; /* 54282 */
```

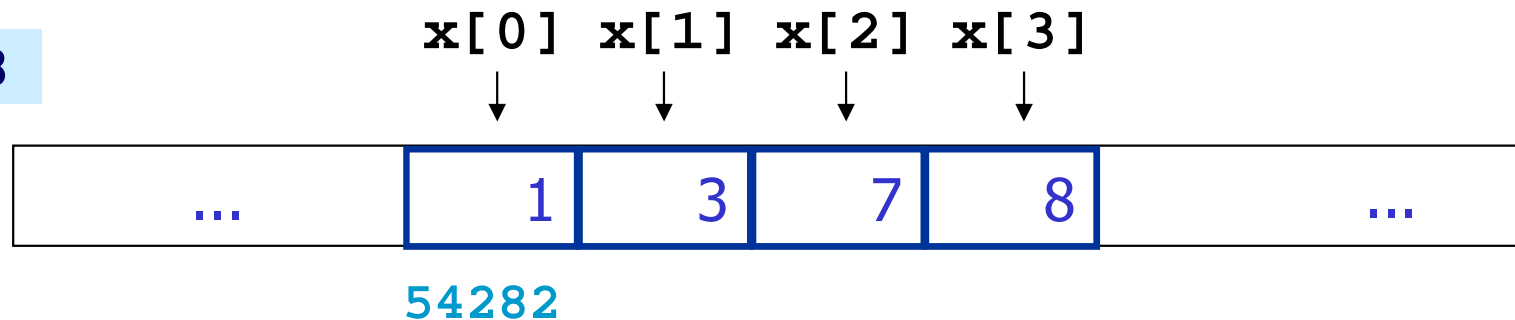
```
    printf("%d %d %d %d", *p, *(p+1), *(p+2), *(p+3));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Ispis:

1 3 7 8



- Umjesto `&x[0]` može se koristiti `x` (ime 1-dimenzijskog polja je isto što i adresa prvog člana polja)

Polja i pokazivači u funkcijama

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

```
void f (int *p);
```

```
int main (void) {
```

```
    int x[4] = {1, 3, 7, 8};
```

```
    printf("%d %d %d\n", *x, x[3], *(x+1));
```

```
    f(x);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

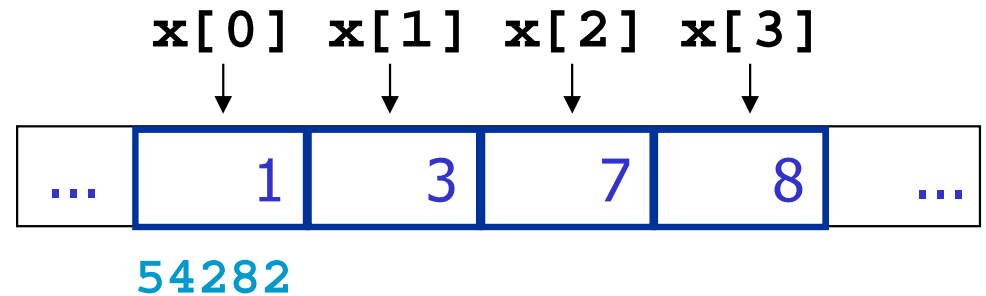
```
void f (int *p) { ili void f (int p[]) {
```

```
    printf("%d %d %d\n", *p, p[3], *(p+1));
```

```
    ++p;
```

```
    printf("%d %d %d %d\n", *p, p[1], *(p+1), *(p-1));
```

```
}
```



Ispis:

```
1 8 3
1 8 3
3 7 7 1
```

Jednodimenzijska polja kao argumenti funkcije

- polje se u funkciju **ne može** prenijeti na isti način kao što se u funkciju prenose ostali tipovi podataka
- umjesto kopije svih elemenata polja, u funkciju se prenosi samo **kopija adrese prvog elementa polja**
- osim u posebnim slučajevima (u primjerima s nizovima znakova), u funkciju je potrebno prenijeti dodatni argument: broj članova polja

Primjer

- Napisati funkciju kojom se zbrajaju članovi jednodimenzijskog cjelobrojnog polja. Funkcija mora biti napisana tako da može zbrojiti članove jednodimenzijskog cjelobrojnog polja bilo koje veličine.
- Napisati glavni program za testiranje funkcije. U glavnom programu definirati jednodimenzijsko polje sa 100 članova. Učitati cijeli broj n (nije potrebno provjeravati ispravnost) i n članova polja. Pozivom funkcije zbrojiti učitane članove polja i ispisati rezultat.

Rješenje

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int *p, int br) {
    int i, s = 0;
    for (i = 0; i < br; ++i)
        s = s + *(p+i);
    return s;
}
```

Ako je učitano polje od 4 člana,
izračunat će se:

```
s = *(p+0)
    + *(p+1)
    + *(p+2)
    + *(p+3)
```

```
int main (void) {
    int polje[100], n, i;
    scanf("%d", &n);
    for (i = 0; i < n; ++i)
        scanf("%d", &polje[i]);
    printf("Zbroj je %d\n", zbroji(&polje[0], n));
    return 0;
}
```

Jednodimenzijska polja kao argumenti funkcije

Dopušteno je koristiti drugačije oznake (koje međutim imaju isto značenje):

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int p[], int br) {
    int i, s = 0;
    for (i = 0; i < br; ++i)
        s = s + p[i];
    return s;
}
```

Umjesto `int *p`

Umjesto `*(p+i)`

```
int main (void) {
    int polje[100], n, i;
    scanf("%d", &n);
    for (i = 0; i < n; ++i)
        scanf("%d", &polje[i]);
    printf("Zbroj je %d\n", zbroji(polje, n));
    return 0;
}
```

Umjesto `&polje[0]`

Primjer

- Napisati funkciju koja jednodimenzijsko polje puni nizom Fibonaccijevih brojeva.
- Napisati glavni program (funkciju `main`) za testiranje funkcije za generiranje niza Fibonaccijevih brojeva. U glavnom programu definirati jednodimenzijsko polje od 30 članova. S tipkovnice učitati cijeli broj `n`, $2 \leq n \leq 30$, te pozvati funkciju koja polje puni s `n` Fibonaccijevih brojeva. Ispisati niz na zaslon.

Rješenje

```
#include <stdio.h>
#define MAX 30
void puniFib (int *niz, int n);
void ispisPolja (int *niz, int n);
int main (void) {
    int polje[MAX], n;
    do
        scanf("%d", &n);
    while (n < 2 || n > MAX);
    puniFib(polje, n);
    ispisPolja(polje, n);
    return 0;
}
void puniFib (int *niz, int n) {
    int i;
    *niz = *(niz+1) = 1;
    for (i = 2; i < n; ++i)
        *(niz+i) = *(niz+i-2) + *(niz+i-1);
}
```

sizeof(polje) → 120

```
void ispisPolja (int *niz,
                int n) {
    int i;
    for (i = 0; i < n; ++i)
        printf("%d ", *(niz+i));
}
```

sizeof(niz) → 4

Ponavljanje: polje znakova kao niz znakova (*string*)

Konstanta "Ovo je niz"



Varijabla: ne postoji tip podatka *string*. Za pohranu niza znakova koristi se jednodimenzijsko polje znakova:

```
char ime[4+1] = {'I', 'v', 'a', 'n', '\0'};
```

```
char ime[4+1] = "Ivan";
```

```
char ime[] = "Ivan";
```



Polje znakova kao niz znakova (*string*)

```
char ime[] = "Ivan";  
printf("%s", ime);
```



Ivan

Zašto funkciji printf ne moramo predati broj članova polja?

Zato jer printf pomoću '\0' može zaključiti gdje je kraj niza znakova.

```
char ime[4] = {'I', 'v', 'a', 'n'};
```



```
printf("%s", ime)
```

Ivan*)%&/ !)=()Z) (B#DW=()@(\$/")#* '@! / ["&/ \$" / ...

... i nastaviti će se ispisivati dok se ne nađe na oktet u kojem je upisana vrijednost 0x00 (tj. '\0')

Primjer

- Napisati funkciju `ispisNizaZnakova` koja prima niz znakova, na zaslon ispisuje znak po znak iz niza, ali tako da umjesto malih slova ispisuje velika
- Napisati glavni program za testiranje funkcije. Niz znakova inicijalizirati na niz "Ivana 123" i pozvati funkciju `ispisNizaZnakova`.

Rješenje

```
#include <stdio.h>
void ispisNizaZnakova (char *niz);
int main (void) {
    char ime[] = "Ivana 123";
    ispisNizaZnakova(ime);
    return 0;
}
void ispisNizaZnakova (char *niz) {
    int i = 0;
    while (*(niz+i) != '\0') {
        if (*(niz+i) >= 'a' && *(niz+i) <= 'z')
            printf("%c", *(niz+i) - ('a' - 'A'));
        else
            printf("%c", *(niz+i));
        ++i;
    }
}
```

Može: char niz[]

Može: char niz[]

Može: niz[i]

Funkcija se može pozvati i ovako:
ispisNizaZnakova("Ivana 123");

Rješenje

- alternativna rješenja -

```
void ispisNizaZnakova (char *niz) {
    while (*niz != '\0') {
        if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
            printf("%c", *niz - ('a' - 'A'));
        else
            printf("%c", *niz);
        ++niz;
    }
}
```

```
void ispisNizaZnakova (char *niz) {
    for (; *niz != '\0'; ++niz)      ILI for (; *niz; ++niz)
        if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
            printf("%c", *niz - ('a' - 'A'));
        else
            printf("%c", *niz);
}
```

Primjer

- Napisati funkciju `velikaSlova` koja prima niz znakova, te sva mala slova unutar niza pretvara u velika
- Napisati glavni program za testiranje funkcije. Niz znakova inicijalizirati na niz "Ivana 123" i pozivom funkcije sva mala slova u nizu promijeniti u velika. Promijenjeni niz ispisati na zaslon.

Rješenje

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

```
void velikaSlova (char *niz);
```

```
int main (void) {
```

```
    char ime[] = "Ivana 123";
```

```
    velikaSlova(ime);
```

```
    printf("%s", ime);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

```
void velikaSlova (char *niz) {
```

```
    while (*niz != '\0') {
```

```
        if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
```

```
            *niz = *niz - ('a' - 'A');
```

```
        ++niz;
```

```
    }
```

```
}
```

Ova funkcija se **ne smije** pozvati ovako:

```
velikaSlova("Ivana 123");
```

ILI

```
void velikaSlova (char *niz) {
```

```
    for (; *niz; ++niz)
```

```
        if (*niz >= 'a' && *niz <= 'z')
```

```
            *niz = *niz - ('a' - 'A');
```

```
}
```

Primjer

- Napisati funkciju koja znak po znak uspoređuje dva niza znakova `s1` i `s2`. Za prvi par znakova u kojima se dva niza razlikuju, vraća razliku ASCII vrijednosti ta dva znaka. Ako su nizovi jednaki, funkcija vraća 0. Npr.

`strcmp("ABCDEF", "ABCEF") → 'D' - 'E'`

`strcmp("ABC", "AB") → 'C' - '\0'`

`strcmp("AB", "ABC") → '\0' - 'C'`

`strcmp("AB", "AB") → 0`

Rješenje

```
int strcmp (char *s1, char *s2) {  
    while (*s1 == *s2 && *s1) {  
        ++s1;  
        ++s2;  
    }  
    return *s1 - *s2;  
}
```

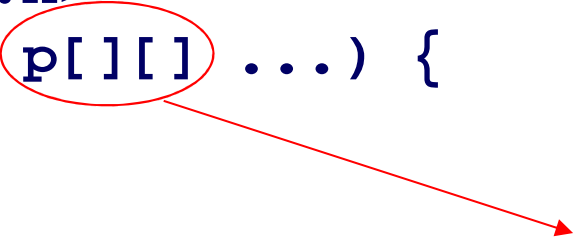
ILI

```
int strcmp (char *s1, char *s2) {  
    for (; *s1 == *s2 && *s1; ++s1, ++s2);  
    return *s1 - *s2;  
}
```

Dvodimenzijska i višedimenzijska polja kao argumenti funkcije

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int p[][] ...) {
    ...
    return s;
}
int main (void) {
    int polje[2][3] = {{1, 3, 5},
                       {7, 8, 9}};

    int suma;
    suma = zbroji(polje ...);
    printf("Zbroj je %d\n", suma);
    return 0;
}
```

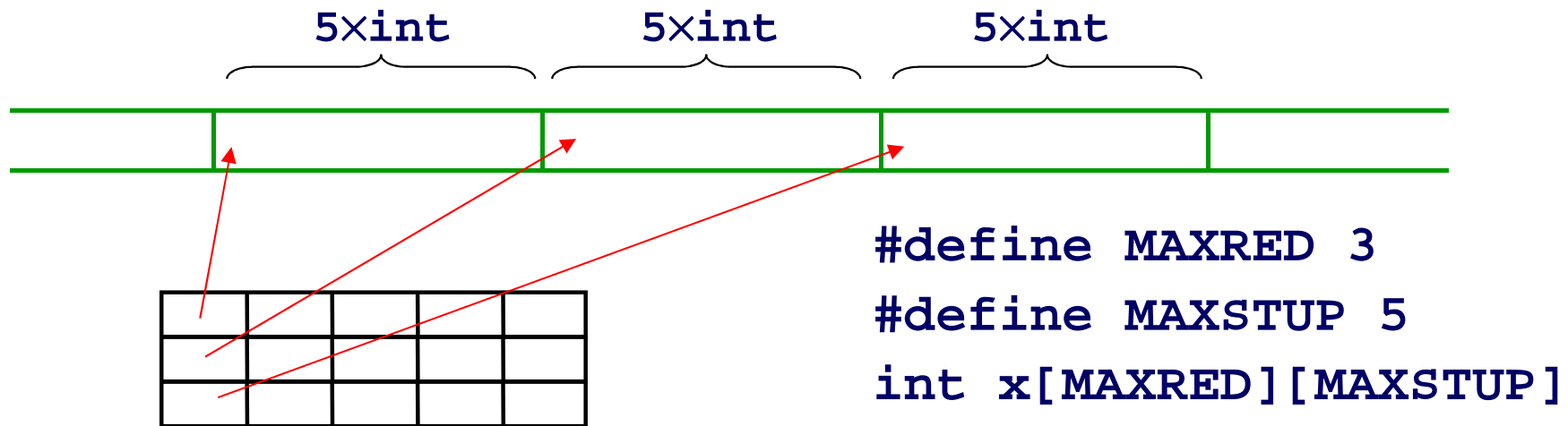


POGREŠKA

Polje se u funkciji može "dočekati" jedino kao pokazivač.

Ponavljanje: dvodimenzijska polja i pokazivači

- Dvodimenzijsko polje: redak za retkom



```
int *p = &x[0][0];
```

```
*(p + 0*MAXSTUP + 0)      → vrijednost člana x[0][0]
```

```
*(p + 0*MAXSTUP + 1)      → vrijednost člana x[0][1]
```

```
*(p + 2*MAXSTUP + 3)      → vrijednost člana x[2][3]
```

Općenito vrijedi (ako je p adresa prvog člana polja x):

vrijednost člana $x[i][j]$ → $*(p + i*MAXSTUP + j)$

Pristup elementu dvodimenzijuskog polja

Za pristup elementu iz n -tog retka treba prvo preskočiti $n-1$ punih redaka. Ako je polje **definirano** na sljedeći način:

`polje[MAXRED][MAXSTUP]`  broj članova u jednom retku

tada se unutar funkcije, koja je za vrijednost argumenta `p` dobila kopiju pokazivača na prvi element polja `polje`, elementu `polje[i][j]` može pristupiti na sljedeći način:

`*(p + i*MAXSTUP + j)`

ili

`p[i*MAXSTUP + j]`

Primjer

- Napisati funkciju za zbrajanje članova dvodimenzijskog cjelobrojnog polja. Funkcija mora biti napisana tako da može zbrojiti članove dvodimenzijskog cjelobrojnog polja bilo koje veličine.
- Napisati glavni program za testiranje funkcije. U glavnom programu definirati dvodimenzijsko polje (matricu) od 50 redaka i 100 stupaca. Učitati m (broj redaka) i n (broj stupaca). Nije potrebno provjeravati ispravnost učitanih brojeva. Učitati $m \times n$ članova matrice, pozivom funkcije zbrojiti učitane elemente i ispisati rezultat.

Rješenje

- 1. dio -

```
#include <stdio.h>
int zbroji (int *p, int brRed, int brStup, int maxStup);
int main (void) {
    int polje[50][100];
    int i, j, m, n, suma;
    printf("Upisite m i n: ");
    scanf("%d %d", &m, &n);
    printf("Upisite clanove polja:\n");
    for (i = 0; i < m; ++i)
        for (j = 0; j < n; ++j)
            scanf("%d", &polje[i][j]);

    suma = zbroji(&polje[0][0], m, n, 100);
    printf("Zbroj je %d\n", suma);
    return 0;
}
```

dopušteno je napisati `polje[0]`
NIJE dopušteno napisati `polje`

Rješenje

- 2. dio -

```
int zbroji (int *p, int brRed, int brStup, int maxStup) {  
    int i, j, s = 0;  
    for (i = 0; i < brRed; ++i)  
        for (j = 0; j < brStup; ++j)  
            s = s + *(p + i*maxStup+j);  
    return s;  
}
```

Ako je broj redaka = 2, broj stupaca = 3, izračunat će se:

```
s = *(p+0*maxStup+0)  
    + *(p+0*maxStup+1)  
    + *(p+0*maxStup+2)  
    + *(p+1*maxStup+0)  
    + *(p+1*maxStup+1)  
    + *(p+1*maxStup+2)  
      ↑           ↑  
      i           j
```

Rješenje

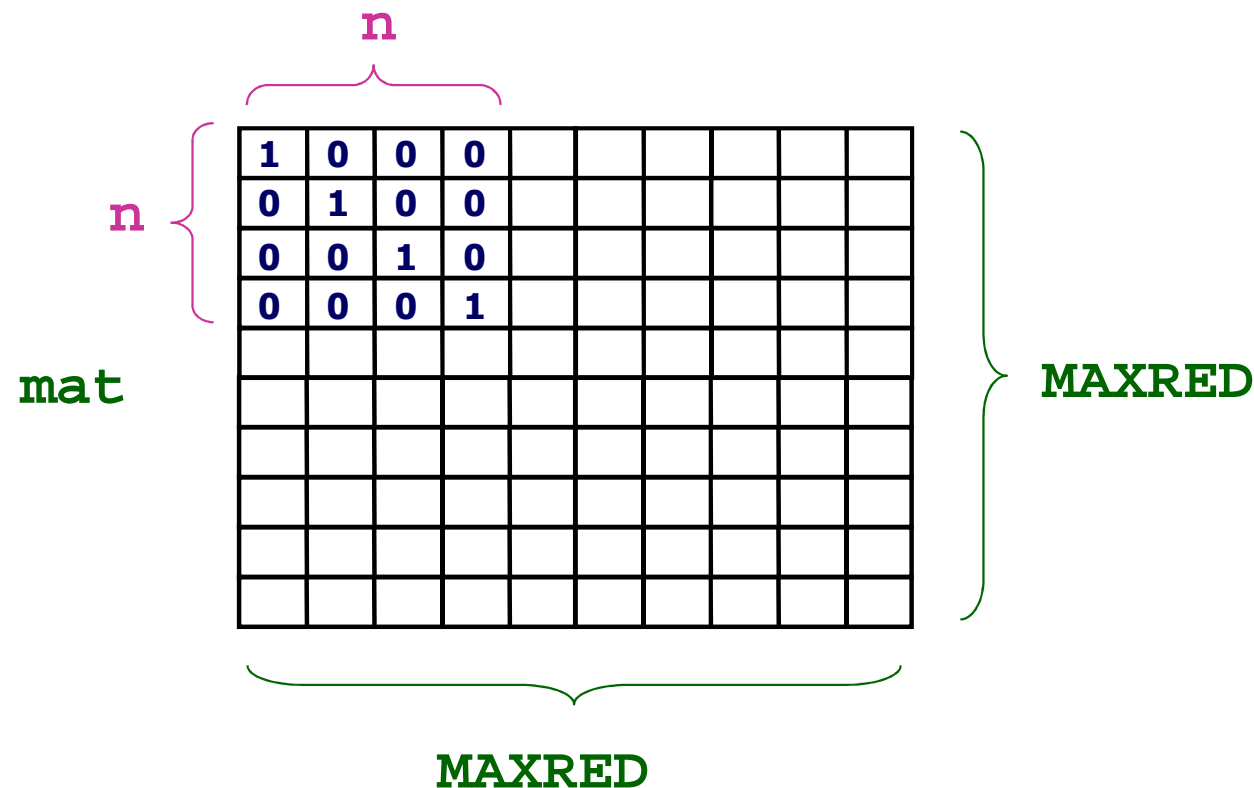
- 2. dio - uz korištenje drugačijih oznaka -

```
int zbroji (int p[], int brRed, int brStup, int maxStup) {  
    int i, j, s = 0;  
    for (i = 0; i < brRed; ++i)  
        for (j = 0; j < brStup; ++j)  
            s = s + p[i*maxStup + j];  
    return s;  
}
```


Primjer

Napisati funkciju za formiranje jedinične matrice reda N, gdje je N proizvoljan prirodni broj. U glavnom programu definirati matricu, učitati red matrice ≤ 10 , pozvati funkciju i ispisati generiranu matricu.

Npr: ako se zada da treba generirati matricu reda $n=4$, treba se dobiti:



Ispis:

1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Rješenje

- 1. dio -

```
#include <stdio.h>
#define MAXRED 10
void genmat(int *m, int n, int maxstu);
int main (void) {
    int m[MAXRED][MAXRED], n, i, j;

    do {
        printf ("Zadajte red matrice iz "
                "intervala [1,%d]: ", MAXRED);
        scanf ("%d", &n);
    } while (n < 1 || n > MAXRED);
```

Rješenje

- 2. dio -

```
genmat (&m[0][0], n, MAXRED);  
/* ispis rezultata generiranja */  
for (i = 0; i < n; ++i) {  
    for (j = 0; j < n; ++j)  
        printf ("%2d", m[i][j]);  
    printf ("\n");  
}  
return 0;  
}
```

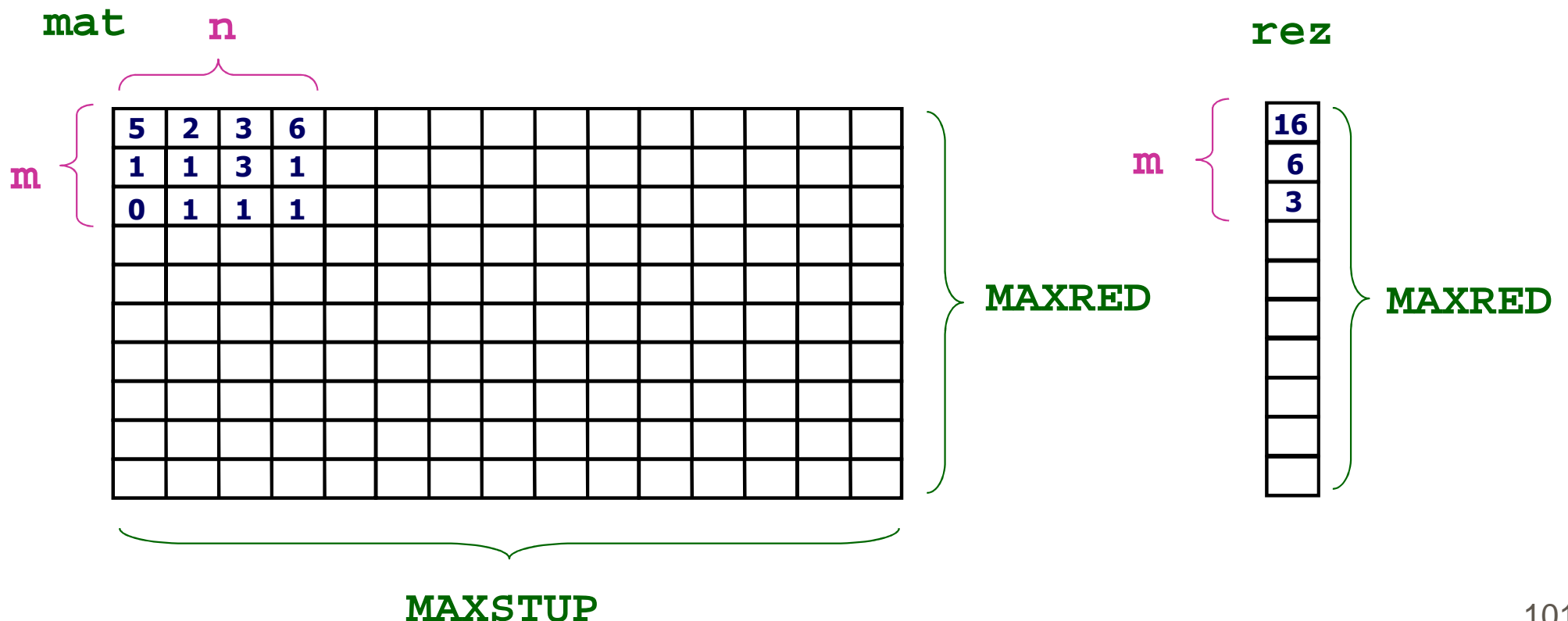
Rješenje

- 3. dio -

```
void genmat(int *m, int n, int maxstu) {  
    int i, j;  
  
    for (i = 0; i < n; ++i) {  
        for (j = 0; j < n; ++j) {  
            *(m + i * maxstu + j) = 0; /* m[i][j] */  
        }  
        *(m + i * maxstu + i) = 1;    /* m[i][i] */  
    }  
}
```

Primjer

Napisati funkciju koja u jednodimenzijsko realno polje upisuje sume elemenata redaka realne matrice dimenzija $m \times n$. U glavnom programu definirati matricu od najviše 10×15 elemenata, definirati polje u koje funkcija treba upisati rezultate, učitati dimenzije m i n , učitati elemente polja, pozvati funkciju, te ispisati učitanu matricu i dobiveni rezultat.



Rješenje

- 1. dio -

```
#include <stdio.h>
#define MAXRED 10
#define MAXSTUP 15
void sumaRed(float *mat,
             int maksStup, int m, int n,
             float *rez);
int main (void) {
    float mat[MAXRED][MAXSTUP], rez[MAXRED];
    int m, n, i, j;
    printf ("\nUpisite dimenzije m i n:");
    scanf("%d %d", &m, &n);
    printf ("\nUpisite elemente matrice po retcima:");
    for (i = 0; i < m; ++i)
        for (j = 0; j < n; ++j)
            scanf("%f", &mat[i][j]);
```

Rješenje

- 2. dio -

```
sumaRed (&mat[0][0], MAXSTUP, m, n, rez);  
/* ispis ucitane matrice */  
for (i = 0; i < m; ++i) {  
    for (j = 0; j < n; ++j)  
        printf ("%f ", mat[i][j]);  
    printf("\n");  
}  
/* ispis rezultata */  
printf ("\nSume po retcima:\n");  
for (i = 0; i < m; ++i)  
    printf ("%f\n", rez[i]);  
return 0;  
}
```

Rješenje

- 3. dio -

```
void sumaRed(float *mat,  
             int maksStup, int m, int n,  
             float *rez) {  
    int i, j;  
    for (i = 0; i < m; ++i) {  
        *(rez+i) = 0.f;  
        for (j = 0; j < n; ++j)  
            *(rez+i) += *(mat + i*maksStup + j);  
    }  
}
```

Treba li funkciju ili njezin poziv promijeniti ukoliko se promijene najveće dopuštene dimenzije matrice? Treba li što promijeniti u glavnom programu?

Zašto se podatak o dimenziji polja u funkciju **ne smije** "prenijeti" preko simboličke konstante?

Funkcija za ispis cjelobrojne matrice na zaslon (ispravno rješenje)

matr.h

```
void ispisMatrice(int *mat, int m, int n, int maxStup);
```

matr.c

```
#include <stdio.h>
#include "matr.h"

void ispisMatrice (int *mat, int m, int n, int maxStup) {
    int i, j;
    for (i = 0; i < m; ++i) {
        for (j = 0; j < n; ++j)
            printf("%6d", *(mat + i*maxStup + j));
        printf("\n");
    }
    return;
}
```

Kako koristiti funkciju `ispisMatrice`

glavni1.c

```
#include <stdio.h>
#include "matr.h"
#define MAXBRRED 10
#define MAXBRSTUP 20
int main (void) {
    int nekaMatrica[MAXBRRED][MAXBRSTUP];
    int brred, brstup;
    scanf("%d %d", &brred, &brstup);
    /* ovdje treba procitati elemente matrice */
    ...
    ispisMatrice(&nekaMatrica[0][0],
                brred,
                brstup,
                MAXBRSTUP);

    return 0;
}
```

Istu funkciju moći će koristiti i neki drugi glavni program

glavni2.c

```
#include <stdio.h>
#include "matr.h"
#define NAJVICE_REDAKA 512
#define NAJVICE_STUPACA 256
int main (void) {
    int nekaDrugaMatrica[NAJVICE_REDAKA][NAJVICE_STUPACA];
    int stvarnoRedaka, stvarnoStupaca;
    scanf("%d %d", &stvarnoRedaka, &stvarnoStupaca);
    /* ovdje treba procitati elemente matrice */
    ...
    ispisMatrice(&nekaDrugaMatrica[0][0],
                 stvarnoRedaka,
                 stvarnoStupaca,
                 NAJVICE_STUPACA);

    return 0;
}
```

Potpuno neprihvatljiv način realizacije funkcije za ispis cjelobrojne matrice na zaslon

matr.h

```
void losIspisMatrice(int *mat, int m, int n);
```

matr.c

```
#include <stdio.h>
#include "matr.h"
#define MAXBRSTUP 20

void losIspisMatrice (int *mat, int m, int n) {
    int i, j;
    for (i = 0; i < m; ++i) {
        for (j = 0; j < n; ++j)
            printf("%6d", *(mat + i*MAXBRSTUP + j));
        printf("\n");
    }
    return;
}
```

Funkcija se može koristiti samo za ispis matrica od točno 20 stupaca

```
#include <stdio.h>
#include "matr.h"
#define MAXBRRED 10
#define MAXBRSTUP 20
int main (void) {
    int nekaMatrica[MAXBRRED][MAXBRSTUP];
    int brred, brstup;
    scanf("%d %d", &brred, &brstup);
    /* ovdje treba procitati elemente matrice */
    ...
    losIspisMatrice(&nekaMatrica[0][0], brred, brstup);
    /* ispis ce u ovom primjeru dobro raditi, ali samo zato
       jer ispisujemo matricu koja je definirana
       kao matrica s točno 20 stupaca */
    return 0;
}
```

glavni1.c

Istu funkciju **neće** moći koristiti glavni program koji koristi matricu drugačijih dimenzija

glavni2.c

```
#include <stdio.h>
#include "matr.h"
#define NAJVICE_REDAKA 512
#define NAJVICE_STUPACA 256
int main (void) {
    int nekaDrugaMatrica[NAJVICE_REDAKA][NAJVICE_STUPACA];
    int stvarnoRedaka, stvarnoStupaca;
    scanf("%d %d", &stvarnoRedaka, &stvarnoStupaca);
    /* ovdje treba procitati elemente matrice */
    ...
    losIspisMatrice(&nekaDrugaMatrica[0][0],
                    stvarnoRedaka,
                    stvarnoStupaca);
    /* ispis nece dobro raditi jer se u funkciji
       pretpostavlja da je matrica definirana s
       točno 20 stupaca */
    return 0;
}
```

- *Macro* s parametrima -
- Definiranje tipova -
 - Struktura -
 - Null pokazivač -

Macro s parametrima

Korištenjem funkcija se:

- povećava preglednost napisanog kôda (primjer: izračunavanje m povrh n)
- smanjuje broj linija programskog kôda (primjer: izračunavanje m povrh n)
- ali također i usporava izvršavanje programa: za prijenos argumenata i povratak rezultata troši se dodatno vrijeme

Primjer: koji se program brže izvršava?

```
#include <stdio.h>
int zbroj (int a, int b) {
    return a + b;
}

int main (void) {
    int i=3, j=4, k=5;
    printf("%d\n", zbroj(i, j));
    printf("%d\n", zbroj(j, k));
}
```

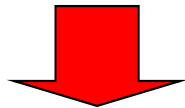
```
#include <stdio.h>
int main (void) {
    int i=3, j=4, k=5;
    printf("%d\n", i + j);
    printf("%d\n", j + k);
    return 0;
}
```

Macro s parametrima

```
#define VECI(a, b) ((a) > (b) ? (a) : (b))
```

U programskom kôdu pretprocesor zamjenjuje macro **prije** prevođenja:

```
#include <stdio.h>
#define VECI(a, b) ((a) > (b) ? (a) : (b))
int main (void) {
    int i = 3, j = 4;
    printf("%d\n", VECI(i, j));
    printf("%d\n", VECI(j, i));
    return 0;
}
```



```
...
int main (void) {
    int i = 3, j = 4;
    printf("%d\n", ((i) > (j) ? (i) : (j)));
    printf("%d\n", ((j) > (i) ? (j) : (i)));
    return 0;
}
```

Macro s parametrima: važna pravila

1. Macro definicija se **mora** nalaziti u jednom retku

~~#define BROJ_PI
3.14159~~



#define BROJ_PI \
3.14159

2. Ako macro koristi operator, staviti cijeli izraz unutar zagrada

~~#define PI2 3.14*3.14~~



#define PI2 (3.14*3.14)

3. Macro parametar unutar izraza uvijek staviti unutar zagrada

~~#define PROD(a, b) (a*b)~~



#define PROD(a, b) ((a)*(b))

4. Macro s parametrima ne smije imati prazninu između imena i zagrade kojom započinje "lista argumenata"

~~#define NEG (a) (-(a))~~



#define NEG(a) (-(a))

Macro s parametrima: važnost zagrada

```
/* ispravna macro definicija */
```

```
#define PI2 (3.14*3.14)
```

```
/* neispravna macro definicija */
```

```
#define PI2 3.14*3.14
```

U kôdu:

```
x = 1/PI2;
```

prije prevođenja obavit će se zamjena:

```
x = 1/3.14*3.14;
```

Izračunat će se

$(1/3.14)*3.14$

a trebalo se izračunati

$1/(3.14*3.14)$

Macro s parametrima: važnost zagrada

```
/* ispravna macro definicija */  
#define VECI(a, b) ((a) > (b) ? (a) : (b))
```

```
/* neispravna macro definicija */  
#define VECI(a, b) (a) > (b) ? (a) : (b)
```

U kôdu:

```
x = 2; y = 3;  
z = 2 * VECI(x, y);
```

drugi redak zamijenit će se prije prevođenja u:

```
z = 2 * (x) > (y) ? (x) : (y);
```

Dobit će se $\Rightarrow 2 * 2 > 3 ? 2 : 3 \Rightarrow 2$

A pravi rezultat trebao je biti: 6

Macro s parametrima: važnost zagrada

```
/* ispravna macro definicija */  
#define PROD(a, b) ((a)*(b))
```

```
/* neispravna macro definicija */  
#define PROD(a, b) (a*b)
```

U kôdu:

```
    i = 1; j = 3;  
    k = PROD(i+1, j);
```

drugi redak zamijenit će se prije prevođenja u:

```
    k = (i+1*j);
```

Dobit će se $\Rightarrow 1 + 1 * 3 \Rightarrow 4$

A pravi rezultat trebao je biti: 6

typedef deklaracija

```
typedef postojeci_tip novi_tip;
```

- deklarira sinonim: novo ime tipa s istim značenjem
- npr. ako se stanje računa izražava u lipama (bez decimala)

```
typedef int novac_t;
```

```
novac_t stanjeRacuna;
```

```
novac_t *pstanje = &stanjeRacuna;
```

- ako se stanje računa treba početi izražavati u kunama (decimale predstavljaju lipe), dovoljno je promijeniti deklaraciju tipa:

```
typedef float novac_t;
```

```
novac_t stanjeRacuna;
```

```
novac_t *pstanje = &stanjeRacuna;
```

`typedef` deklaracija u biblioteci potprograma

- C biblioteka potprograma koristi `typedef` za deklariranje tipova koji se razlikuju u različitim implementacijama prevodioca. Npr. funkcija `strlen` iz `<string.h>` vraća duljinu zadanog znakovnog niza. U nekim prevodiocima duljina se izračunava kao `unsigned int`, u nekim kao `unsigned long int`, itd. Da bi prototip funkcije bio jednak kod svih prevodioca, u biblioteci se koristi `typedef`:

```
typedef unsigned int size_t;
```

ili

```
typedef unsigned long int size_t;
```

ili ...

Prototip funkcije `strlen` sada može biti jednak za sve prevodioce:

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


Struktura (zapis)

- Struktura je složeni tip podatka čiji se elementi razlikuju po tipu:

```
struct naziv_strukture {  
    tip_elementa_1  ime_elementa_1;  
    tip_elementa_2  ime_elementa_2;  
    ...  
    tip_elementa_n  ime_elementa_n;  
};
```

```
struct osoba {  
    char jmbg[13+1];  
    char prezime[40+1];  
    char ime[40+1];  
    int visina;  
    float tezina;  
};
```

- Ovime nije definirana varijabla u koju se može pohraniti konkretan podatak. Struktura je ovime tek deklarirana (opisana).

Definicija varijabli tipa strukture

```
struct naziv_strukture var1, var2, ... , varN;
```

npr.

```
struct osoba o1, o2;
```

- Moguće je istovremeno deklarirati strukturu i definirati varijable:

```
struct tocka {  
    int x;  
    int y;  
} t1, t2, t3;
```

```
struct tocka t4;
```

Može i ovako, ali je manje pregledno:

```
struct tocka {  
    int x, y;  
} t1, t2, t3;
```

Deklaracija strukture bez naziva

- Naziv strukture može se izostaviti ako je potrebno definirati jednu ili više varijabli tipa strukture, a takva struktura se drugdje neće koristiti:

```
struct {  
    int dan;  
    int mjesec;  
    int godina;  
} datum;
```

Strukture i typedef

- Deklaracija strukture često se koristi zajedno s typedef

```
typedef struct {  
    int x;  
    int y;  
} tocka;  
tocka t1, t2;
```

Postavljanje i korištenje vrijednosti elemenata strukture

```
structVarijabla.element = vrijednost;  
vrijednost = structVarijabla.element;
```

npr.

```
scanf ("%s %s %s %d",  
        o1.jmbg, o1.prezime, o1.ime, &o1.visina);  
o1.tezina = 75.5;  
t1.x = 7; t1.y = 2;  
t2.x = 5; t2.y = 3;  
udaljenost = sqrt(pow(t1.x - t2.x, 2.) +  
                  pow(t1.y - t2.y, 2.));  
printf ("Datum = %d.%d.%d\n", datum.dan,  
        datum.mjesec, datum.godina);
```

Složene strukture

- Moguće je definiranje podatkovne strukture proizvoljne složenosti jer pojedini element može također biti `struct`:

```
struct student {  
    int maticni_broj;  
    struct osoba osobni_podaci;  
    struct osoba otac;  
    struct osoba majka;  
};
```

Složene strukture

- Alternativno, korištenjem naredbe typedef:

```
typedef struct {  
    char jmbg[13+1];  
    char prezime[40+1];  
    char ime[40+1];  
    int visina;  
    float tezina;  
} osoba;
```

```
typedef struct {  
    int maticni_broj;  
    osoba podaci_stud;  
    osoba podaci_otac;  
    osoba podaci_majka;  
} student;  
student pero;  
pero.podaci_majka.visina = 165;
```

NULL pokazivač

- Primjer: napisati funkciju koja vraća pokazivač na prvi član jednodimenzijskog cjelobrojnog polja koji je manji od nule

```
int *nadj (int niz[], int n) {  
    int i;  
    for (i = 0; i < n; ++i)  
        if (niz[i] < 0) return &niz[i];  
    return; /* a ako nema niti jedan < 0 ? */  
}
```

- Umjesto nepoznate vrijednosti, funkcija bi trebala vratiti neku vrijednost koju će pozivajući program moći prepoznati.
- u takvim se situacijama koristi **null pokazivač**. Null pokazivač je "pokazivač na ništa".
- simbolička konstanta NULL je definirana u stdlib.h, stdio.h i string.h

NULL pokazivač

- Primjer: napisati funkciju koja vraća pokazivač na prvi član jednodimenzijskog cjelobrojnog polja koji je manji od nule. U slučaju da takav član polja ne postoji, funkcija vraća null pokazivač.

```
#include <stdlib.h>

int *nadj (int niz[], int n) {
    int i;
    for (i = 0; i < n; ++i)
        if (niz[i] < 0) return &niz[i];
    return NULL;
}

int main (void) {
    int polje[3] = {1, 3, 5}, *p;
    p = nadj(polje, 3);
    if (p == NULL) printf ("Nema takvog\n");
    else printf("Manji od nule je: %d\n", *p);
    return 0;
}
```

Primjer

- Napisati funkciju koja u zadanom nizu znakova pronalazi prvu pojavu zadanog znaka. U slučaju da takav znak u nizu ne postoji, funkcija vraća null pokazivač.
- Napisati glavni program kojim će se učitati niz znakova ne dulji od 100. U nizu znakova pronaći prvu pojavu znaka Z. Ako takav znak ne postoji ispisati "U nizu nema znaka Z", inače ispisati sadržaj niza od mjesta na kojem je pronađen znak Z do kraja niza. Npr.

```
za niz Ovo je Zbroj svih elemenata  
   treba ispisati Zbroj svih elemenata  
za niz Ovo je zbroj svih elemenata  
   treba ispisati U nizu nema znaka Z
```

Rješenje

```
#include <stdio.h>
char *trazi (char *niz, char c) {
    while (*niz != '\0')
        if (*niz == c)
            return niz;
        else
            ++niz;
    return NULL;
}
int main (void) {
    char niz[100+1], *p;
    gets(niz);
    p = trazi(niz, 'Z');
    if (p == NULL) printf ("U nizu nema znaka Z");
    else printf ("%s", p);
    return 0;
}
```