



Programarea Calculatoarelor

Cursul 7: Pointeri (II).

Pointeri la pointeri.

Alocarea dinamică a memoriei.

Tablouri alocate dinamic.

Pointeri la funcții

Ion Giosan

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Departamentul Calculatoare

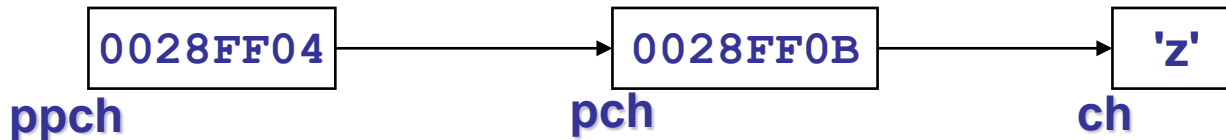


```
char ch = 'z'; // un caractère
```

```
char *pch; // un pointer la caracter
```

```
char **ppch; // un pointer la un pointer la caracter
```

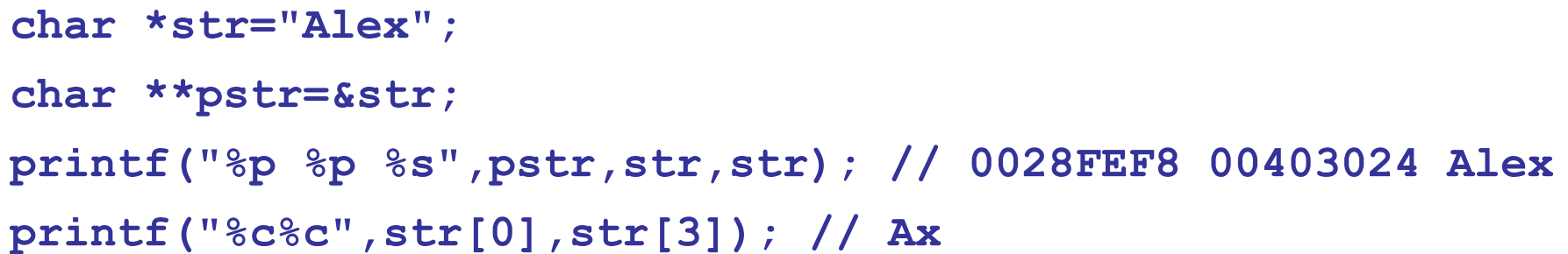
```
pch = &ch; ppch = &pch;
```



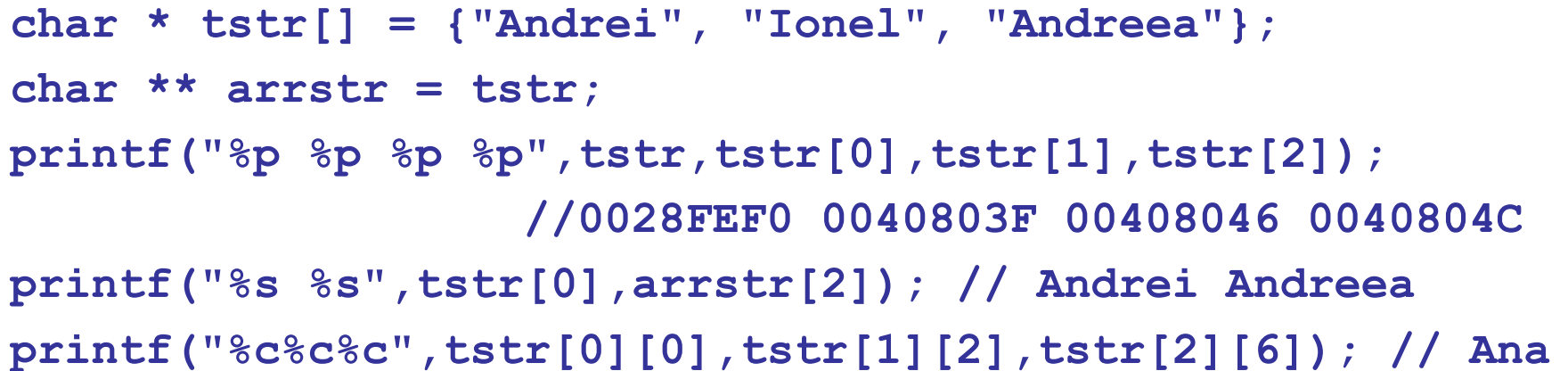
```
printf("%p %p %c",ppch,pch,ch); // 0028FF04 0028FF0B z
```

Pointer-ul de tip `char *` poate referi

- un singur caracter
- primul caracter dintr-un șir de caractere terminat prin caracterul '`\0`' (un *string*)



- ❑ un singur *string*
- ❑ primul *string* dintr-un tablou de *string*-uri





- Un *string* nu este altceva decât o zonă de memorie ocupată cu un șir de caractere (un caracter pe un octet) terminată cu un octet de valoare zero (caracterul '\0')
- O variabilă care reprezintă un *string* nu este altceva decât un pointer la primul octet
- Un *string* nu poate conține o înșiruire de caractere '\0', întrucât un astfel de caracter reprezintă finalul unui *string*
- Nu se poate copia conținutul un *string* într-un alt *string* utilizând operatorul de atribuire =
 - Acesta copiază pointerul nu și conținutul!
 - Pentru a crea un *string* duplicat trebuie folosite funcții de procesare specifice
- Nu uitați de dimensiunea alocată pentru un *string* și nici că acesta trebuie să fie terminat cu un octet zero
 - Altfel se poate ca programul să acceseze caractere aflate în memorie în afara spațiului alocat *string*-ului



```
/* afisarea caracterelor continua cu valori din
memorie pana la intalnirea unui octet zero
sau pana cand memoria poate fi accesata! */
```



Pointeri utilizați în *string*-uri

```
char s3[100] = "Imminent"; // alocă 100 de caractere!
```

```
char *s4 = s3; // referă același string
```

```
s3[0]='E';
```

```
s3[7]='a';
```

```
s4[8]='\0'; // se scrie caracterul '\0'
```

```
// echivalent cu:
```

```
s4[8]=0; // se scrie octetul zero pe ultima poziție
```

```
printf("%s", s3); // Eminentă
```



- 8



- 9



- Durata de viață

- Dimensioni

- ## • Dezavantaje

- Mai mult de lucru
 - Alocarea memoriei trebuie să fie făcută explicit în codul scris
- Mai multe *bug*-uri
 - Neatenția la alocarea dimensiunilor zonelor respective de memorie
- Memoria pe stivă este limitată dar întotdeauna este alocată corect



- ```
void* malloc(size_t size);
```

- 11



# Funcții pentru alocarea/dezalocarea memoriei

- Cererea pentru alocarea unui bloc continuu de memorie format din mai multe elemente, inițializate cu octeți de zero, pe *heap*:
- Prototipul funcției **calloc**

```
void* calloc(size_t num, size_t size);
```

- Funcția **calloc** returnează un pointer valid către blocul alocat pe *heap* sau NULL dacă cererea nu poate fi îndeplinită
- Tipul **size\_t** al parametrului formal este de fapt un tip **unsigned long**, iar **num** reprezintă numărul de elemente și **size** dimensiunea unui element exprimată în octeți
- Se încearcă astfel alocarea unui bloc de memorie continuu de **num\*size** octeți, toți inițializați cu zero
- Tipul **void\*** returnat de către funcție face obligatorie utilizarea unei conversii de tip atunci când respectivul pointer trebuie memorat într-un pointer de un tip obișnuit



- ```
void* realloc(void* block, size_t size);
```

- 13



- ```
void free(void* block);
```

- 14



# Exemplu: Alocarea/dezalocarea memoriei

---

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

void afiseaza(float *s, int nr)
{
 printf("Sirul de valori:\n");
 for (int i=0; i<nr; i++)
 printf("%g ", s[i]);
 printf("\n");
}

void citeste_elemente(float *s, int nr, int poz) {
 printf("Se vor citi %d valori:\n", nr);
 for (int i=0; i<nr; i++) {
 printf("Valoare[%d]=", poz+i);
 scanf("%f", s+poz+i);
 }
}
```

---



16





# Exemplu:

## Alocarea/dezalocarea memoriei

---

```
printf("Adresa blocului initial: %p\n",a);
float *ra = (float*)realloc(a, (*r)*sizeof(float));
if (ra==NULL) {
 printf("Nu s-a putut re-aloca memorie!");
 free(a);
 exit(2);
}
a=ra;
printf("Adresa blocului realocat: %p\n",a);
citeste_elemente(a, 1, *r-1);
afiseaza(a,*r);

free(a);
free(r);
return 0;
}
```

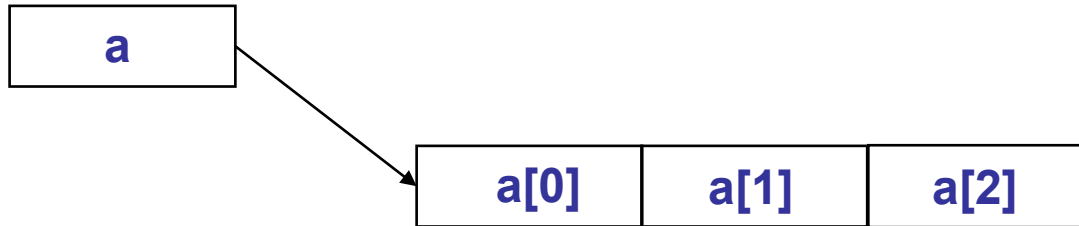


5.42 9.547 -1.41 0 0 0 4.23518e-022 2.61062e-042 7.14



- Alocare dinamică (pe heap)

```
int *a=(int*) malloc(3*sizeof(int));
```



În ambele situații **a** este pointer la primul element din șir  
(are valoarea adresei primului element din șir)



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

void init(int n, int *x) {
 for (int i=0;i<n;i++)
 x[i]=i*i; // acces indexat la elementele tabloului
}

void afiseaza(int n, int *x) {
 for (int i=0;i<n;i++)
 printf("%d ", *(x+i)); // folosind operatii cu pointeri
 printf("\n");
}

int * aloca_prin_return(int n) {
 int *x = (int*)malloc(n*sizeof(int));
 return x; // returneaza adresa unui tablou alocat dinamic
}

void aloca_in_parametru(int n, int **x) {
 x = (int)malloc(n*sizeof(int));
} // aloca prin intermediul parametrului formal
```



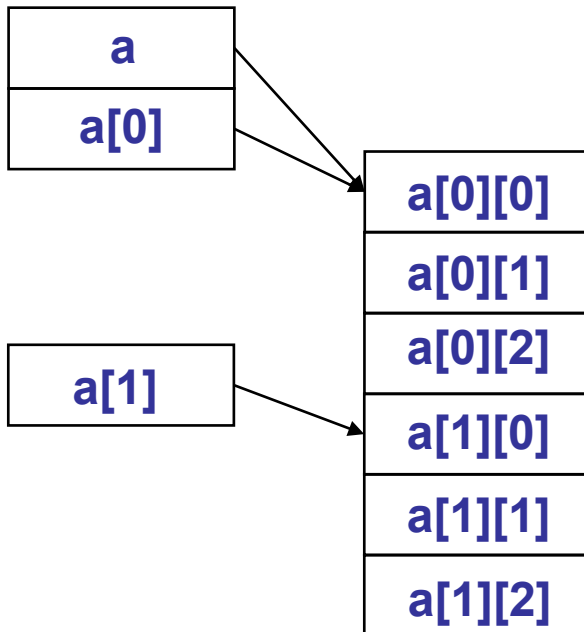
```
int main() {
 int nr=6;
 int a[nr]; //tablou alocat pe stiva
 int *b = (int*)malloc(nr*sizeof(int)); // tablou alocat dinamic
 int *c = aloca_prin_return(nr); // tablou alocat dinamic
 int *d; //tablou alocat dinamic ulterior
 aloca_in_parametru(nr, &d);
 int * p[4]={a,b,c,d}; // sir de 4 pointeri la int (4 tablouri)
 printf("%d %d %d\n",sizeof(a),sizeof(b),sizeof(p)); // 24 4 16
 for (int i=0; i<4; i++) {
 init(nr, p[i]);
 afiseaza(nr, p[i]); // 0 1 4 9 16 25
 }
 free(b); free(c);free(d);
 return 0;
}
```



# Alocarea dinamică a tablourilor bidimensionale

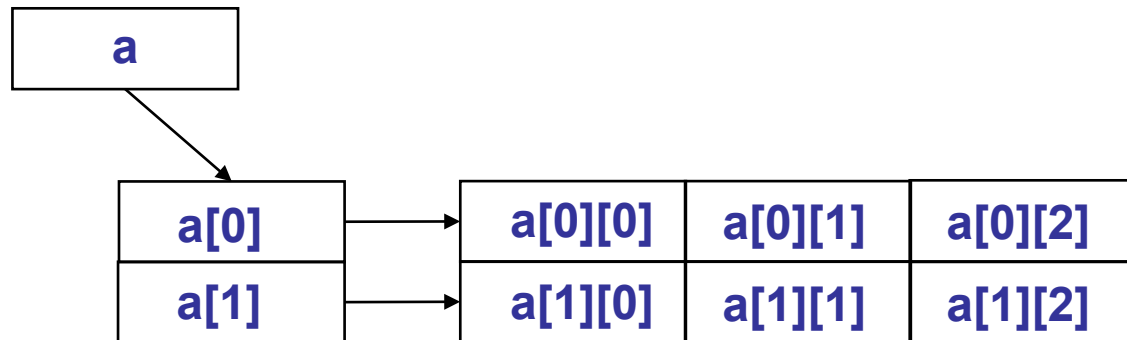
- Alocare pe stivă

```
int a[2][3];
```



- Alocare dinamică (pe heap)

```
int **a=(int**)malloc(2*sizeof(int*));
for (int i=0;i<2;i++)
 a[i]=(int*)malloc(3*sizeof(int));
```





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

void init_tablou(int r, int c, int x[r][c]) {
 for (int i=0;i<r;i++)
 for (int j=0;j<c;j++)
 x[i][j]=i+j; // acces indexat la elemente
} // functia nu poate manipula un tablou alocat dinamic!

void afiseaza_tablou(int r, int c, int x[r][c]) {
 // afisare sub forma unei matrici
 for (int i=0;i<r;i++) {
 for (int j=0;j<c;j++)
 printf("%d ", x[i][j]); // acces indexat la elemente
 printf("\n");
 }
 printf("\n");
} // functia nu poate manipula un tablou alocat dinamic!
```



# Alocarea dinamică a tablourilor bidimensionale - exemplu

---

```
void init(int r, int c, int **x)
{
 for (int i=0;i<r;i++)
 for (int j=0;j<c;j++)
 *(*x+i)+j)=i+j; // acces cu operatii cu pointeri
} // functia nu poate manipula un tablou nealocat dinamic!

void afiseaza(int r, int c, int **x)
{
 // afisare sub forma unei matrici
 for (int i=0;i<r;i++) {
 for (int j=0;j<c;j++)
 printf("%d ", *(*x+i)+j)); // acces cu operatii cu pointeri
 printf("\n");
 }
 printf("\n");
} // functia nu poate manipula un tablou nealocat dinamic!
```

---





```
void dezaloca(int r, int **x)
{
 for (int i=0;i<r;i++)
 free(x[i]); // dezaloca fiecare linie
 free(x); // dezaloca sirul de pointeri la linii
}
```



# Alocarea dinamică a tablourilor bidimensionale - exemplu

```
int main() {
 int m=3; int n=2;
 int a[m][n]; //tablou alocat pe stiva; matrice cu m linii, n coloane
 int **b = (int**)malloc(m*sizeof(int*)); //tablou alocat dinamic, mai
 // intai sirul de pointeri la linii
 for (int i=0; i<m; i++)
 b[i]=(int*)malloc(n*sizeof(int)); // alocarea fiecărei linii
 int **c = alocu_prin_return(m, n); // tablou alocat dinamic
 int **d; // tablou alocat dinamic ulterior
 alocu_in_parametru(m, n, &d);
 init_tablou(m, n, a);
 afiseaza_tablou(m, n, a);
 int ** p[3]={b,c,d}; // sir de 3 matrici alocate dinamic
 printf("%d %d %d\n\n", sizeof(a), sizeof(b), sizeof(p)); // 24 4 12
 for (int i=0; i<3; i++) {
 init(m, n, p[i]); // 0 1
 afiseaza(m, n, p[i]); // 1 2
 } // 2 3
 dezaloca(m, b); dezaloca(m, c); dezaloca(m, d);
 return 0;
}
```



# Pointeri la funcții

- Declararea unui pointer la o funcție

```
tip_returnat (*nume_funcție) ();
```

- O astfel de funcție trebuie apelată cu atenție deoarece limbajul C nu verifică dacă s-au trimis argumente corespunzătoare!
- Exemple

```
int (*f1)(double); /* Pointer la o functie care
 primește un double si
 returnează un int */
```

```
void (*f2)(char*); /* Pointer la o functie care
 primește un pointer la char si
 nu returnează nimic */
```

```
double* (*f3)(int, int); /* Pointer la o functie
 care primește doi parametri de
 tip int si returnează
 un pointer la double */
```





- 29



# Pointeri la funcții - exemplu

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

double diferenta(int x, int y){
 return x-y;
}
double media(int x, int y){
 return (x+y)/2.0;
}
int main()
{
 double (*pf)(int,int); //Pointer la o functie
 double (*tpf[2])(int,int); //Tablou de pointeri la functii
 pf=diferenta; tpf[0]=pf;
 printf("%p\n",tpf); //0028ff04
 printf("%p %g\n", pf, tpf[0](17,8)); //0040135D 9
 pf=media; tpf[1]=pf;
 printf("%p %g\n", pf, tpf[1](17,8)); //00401377 12.5
 return 0;
}
```



- ```
tip_f f(lista_parametri_formali_f)
```

```
tip_g g(...,  
        tip_f (*p) (lista_parametri_formali_f),  
        ...)
```

$$g(\dots, f, \dots);$$

- **Observație:** numele unei funcții reprezintă un pointer la acea funcție



32