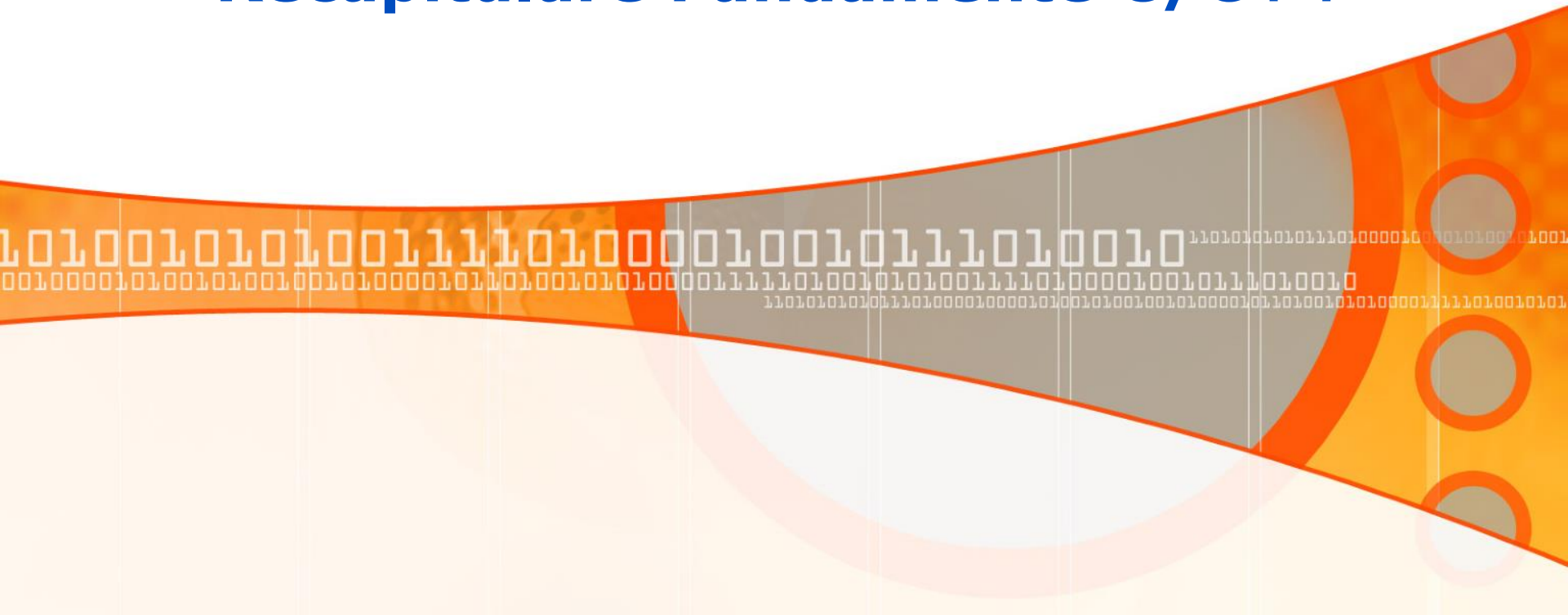


# STRUCTURI DE DATE

## Recapitulare Fundamente C/C++



# EVALUARE

- SEMESTRU: **4 puncte**
- Testare cunostinte:
  1. Calculator (**2 puncte**)
  2. Scris/Oral (**2 puncte**)

# EVALUARE

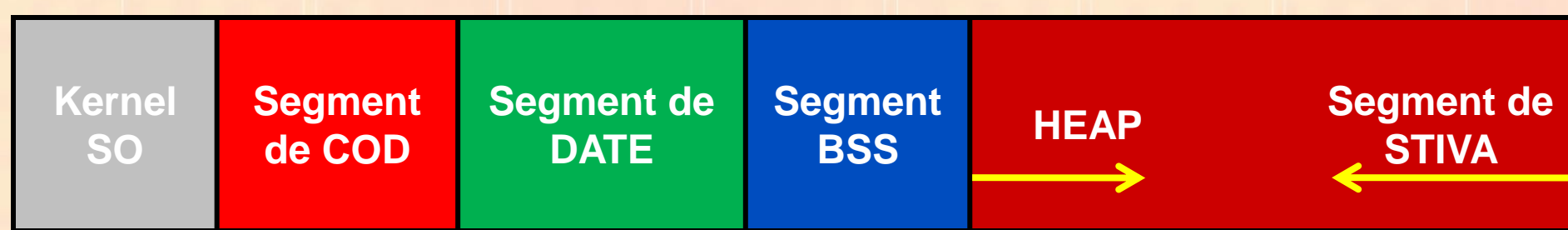
- EXAMEN: **6 puncte**
  - Test cunostinte (pe calculator): **1 punct.**
  - Test PRACTIC (pe calculator): **5 puncte.**
  - Punctaje acordate **DOAR** pentru aplicatii “duse” pana in faza de executie: compilare, exemple de test (inclusiv valori “extreme” pentru validarea datelor de I/O);

# BIBLIOGRAFIE

- Ion Ivan, Marius Popa, Paul Pocatilu (coord.) - “Structuri de date”, vol. 1, vol. 2, 2009
- Ion Smeureanu – “Programarea in limbajul C/C++”, Editura CISON, 2001
- Bjarne Stroustrup – The Creator of C++, “The C++ Programming Language” – 3rd Edition, Editura Addison-Wesley
- <http://www.acs.ase.ro>

# MEMORIE

Organizarea memoriei la executia unui proces



Adrese mici

Adrese mari

## Segment de COD

- Instructiuni executabile (binare).
- Read-Only – nu pot fi scrise secvente binare, deci nu poate fi o bresa de securitate (generare eroare acces memorie).
- Partajat intre utilizatori care executa concurent codul binar al aplicatiei.

## Segment de DATE

- Date alocate static (clasa de memorie) si date globale initializate cu valori in codul aplicatiei.
- Fiecare proces contine propriul segment de date.
- Nu este segment executabil.



## Segment BSS (Block Started by Symbol)

- Date alocate static (clasa de memorie) si date globale neinitializate prin codul aplicatiei (implicit au valori nule).
- Nu este segment executabil.

## Segment STACK

- Variabile locale – definite in functii.
- Transfer parametri in functii.
- Localizata la capatul memoriei accesibile => alocare descrescatoare a adreselor.
- Management stack segment (registri procesor):
  1. **SP (Stack Pointer** procesor de 16 biti) / **ESP (Extended Stack Pointer** procesor de 32 biti) / **RSP (Register Stack Pointer** procesor 64 biti).
  2. **BP (Base Pointer) / EBP (Extended Base Pointer) / RBP (Register Base Pointer).**



## Segment STACK

- Utilizata pentru variabilele locale, valori temporare, argumente functii, adrese de return.
- Implementata prin structura de date de tip stiva.
- Dimensiune cunoscuta la momentul compilarii app si alocata la momentul de incepere a executiei app.
- Stocare date la nivel de cuvant calculator – unitate de date de lungime fixa folosita de procesor conform setului de instructiuni ale acestuia. Registrii procesorului sunt lungime cuvant calculator (8, 16, 24, 32 sau 64 biti).

## Segment HEAP

- Alocare memorie pe durata de executie a aplicatiei.
- Alocare gestionata de sistemul de operare.
- Zone de memorie gestionate prin variabile de tip **pointer**.

## Segment HEAP

- Memorie alocata dinamic (pe dimensiunea cunoscuta la executia app).
- Accesata prin pointeri si are un continut anonim;
- Dimensiune pana la pointerul break. Poate fi modificata (adaugare) prin cerere catre sistemul de operare;
- Posibilitate de crestere a dimensiunii prin mutarea pointerului break spre adrese mai mari;
- Fragmentare ridicata prin operatii multiple de alocare / dealocare.
- Responsabilitate de dealocare (**memory leaks**).

## Memory Leaks

- Apps consumatoare de memorie care nu este eliberata catre sistemul de operare si care devine inaccesibila pentru sistemul de operare.
- Determina cresterea cerintelor de memorie disponibilizata pentru app.
- Efecte: reducere performante computer prin reducerea cantitatii de memorie disponibila, app & system failures etc.
- Sisteme de operare moderne: memorie eliberata automata la terminarea executiei (in termen scurt) app.

# CLASE DE MEMORIE ALE VARIABILELOR

**AUTOMATICE** (specificator **auto**):

- Locale pentru blocul de instructiuni in care se definesc variabilele.
- Persistente pana la terminarea blocului de instructiuni in care se definesc.
- Zone de memorie distincte pentru cod recursiv sau multithreading.
- Stocate in segmentul de stiva;

Exemple:

```
auto a = 7;  
auto b = "VariabileAuto";
```



# CLASE DE MEMORIE ALE VARIABILELOR

**REGISTRU** (specificator **register**):

- Specificator utilizat doar pentru variabile locale si parametri ai functiilor.
- Persistente pana la terminarea blocului de instructiuni in care se definesc (similar specificatorului auto).
- Decizia compilerului de incarcare a unui registru cu continut variabila.
- Utile pentru operatii frecvente din punctul de vedere al reducerii timpului de acces si executie;

Exemplu:

```
register int vreg;  
int d;  
d = 8;  
vreg = d;
```



# CLASE DE MEMORIE ALE VARIABILELOR

**EXTERNE** (specificator **extern**):

- Utilizate pentru variabile declarate in mai multe fisiere sursa.
- Memorie alocata inainte de executia functiei **main**; persistenta pana la terminare executiei programului.
- Definite in bloc de instructiuni cu accesibilitate in cadrul blocului; altfel, accesibila la nivel de fisier sursa;

Exemplu:

Fisierul 1

```
extern int i;  
void f() {  
    i++;  
}
```

Fisierul 2

```
int i = 0;  
extern void f();  
void g() {  
    f();  
    printf("%d\n", i);  
}
```

# CLASE DE MEMORIE ALE VARIABILELOR

**STATICE** (specificator **static**):

- Persistenta continut si vizibilitate in bocul unde sunt definite (chiar si la nivel de fisier). La nivel de fisier individual, pot fi asimilate variabilelor globale, dar vizibilitatea este diferita intr-o colectie de fisiere sursa (abordare static vs global de catre linker).
- Alocate la inceperea executiei programului si dezalocate la terminare executiei.
- Declararea intr-o functie asigura persistenta continutului intre apeluri.

Exemplu:

```
int f() {  
    static int x = 0;  
    x++;  
    return x;  
}  
  
void main() {  
    int j;  
    for (j = 0; j < 10; j++) {  
        printf("Rezultat functie f: %d\n", f());  
    }  
}
```

# MEMORIE

## Sursa cod C/C++

```
#include<stdio.h>

char a = 7, b = 9;
short int c = 0;

void main()
{
    c = a+b;
}
```



## Reprezentare cod ASM

```
.model small
.stack 16
.data
```

```
a db 7
b db 9
c dw 0
```

```
.code
start:
```

```
mov AX, @data
mov DS, AX
```

```
mov AL, a
add AL, b
mov c, AX
```

```
mov AX, 4C00h
int 21h
```

```
end start
```

## Segment cod

```
B8 02 00 8E D8
A0 00 00 02 06
01 00 A3 02 00
B8 00 4C CD 21
00 00 00 ....00 00
07 09 00 00
```

## Segment date

8 biti

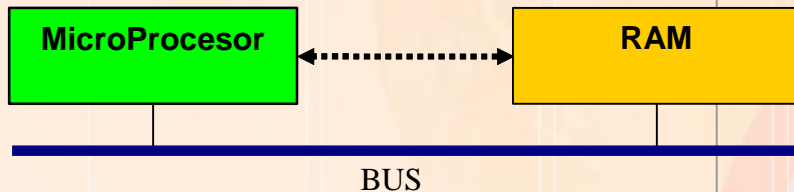
AH

8 biti

AL

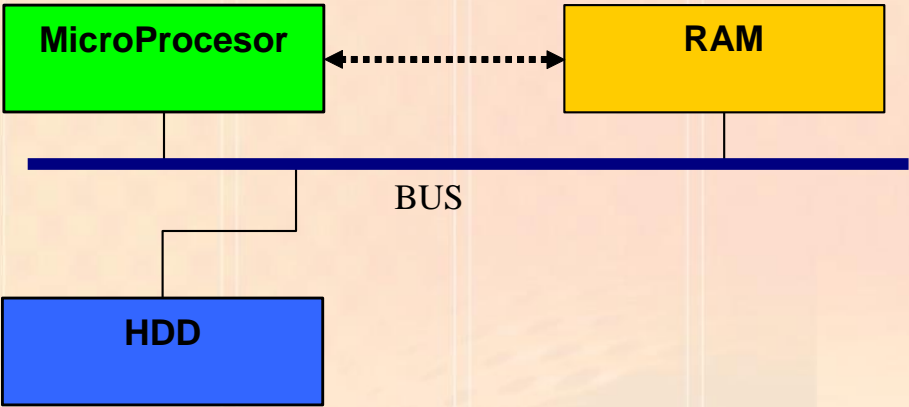
AX

16 biti



# MEMORIE

## Sursa C/C++



```
#include<stdio.h>

char a = 7, b = 9;
short int c;

void main()
{
    c = a+b;
}
```

1Byte	1Byte	2Bytes	20 Bytes	16 Bytes
7	9	0 0	B8 02 00 8E D8 A0 00 00 02 06 01 00 A3 02 00 B8 00 4C CD 21	
DATE			COD	STIVA

# Tipuri de date

## Sursa definirii:

- Fundamentale, definite in cadrul limbajului;
- Definite de utilizator (programator/dezvoltator etc);  
exemple: structuri articol, clase de obiecte, structuri pe biti, uniuni etc.

## Natura continutului:

- Simple, corespunzatoare tipului de date.
- Masive, agregate si accesibile prin indecsi.
- Pointeri, acces explicit la zone de memorie.



## Descriere tipuri fundamentale C/C++:

Denumire	Explicatie	Dimensiune in bytes	Interval valori posibile
char	Character sau intreg de valoare mica.	1 byte	cu semn: -128 la 127 fara semn: 0 la 255
short int (short)	Intreg short.	2 bytes	cu semn: -32768 la 32767 fara semn: 0 la 65535
int	Intreg.	4 bytes	cu semn: -2147483648 la 2147483647 fara semn: 0 la 4294967295
long int (long)	Intreg long.	4 bytes	cu semn: -2147483648 la 2147483647 fara semn: 0 to 4294967295
float	Real virgula mobila precizie simpla.	4 bytes	+/- 3.4e +/- 38
double	Real virgula mobila precizie dubla.	8 bytes	+/- 1.7e +/- 308
long double	Real virgula mobila precizie extinsa.	8 bytes / <b>10 bytes</b> / 16 bytes (functie de compilorator)	



# Tipuri de date

## Reprezentare interna tipuri reale (lungimi zone in biti):

Denumire	Semn	Exponent	Mantisa	Total biti	Bias exponent
float	1	8	23	32	127
double	1	11	52	64	1023
long double	1	15	64	80	16383

# POINTERI

- Date numerice utilizate pentru a gestiona valori reprezentand adrese.
- Dimensiune este data de arhitectura procesorului. Pointeri **near** si **far**.
- Definire:

***tip\_data \* nume\_pointer;***

- Initializare:

***nume\_pointer = & nume\_variabila;***

- Utilizare:

***nume\_variabila = \* nume\_pointer;***

# POINTERI

Exemple:

- `int * p i ;` // pointer la int
- `char ** p p c ;` // pointer la pointer de char
- `int * a p [1 0 ];` // vector de 10 pointeri la int

Valoarea 0 pentru un pointer este o valoare nula. Aceasta este asociata cu simbolul

```
#define NULL 0
```

sau cu constanta

```
const int NULL = 0;
```

# POINTERI

Probleme initializare pointer cu **0** sau **NULL**:

- Imposibilitatea de a face diferenta dintre tip intreg (valoarea 0) si tip pointer in functiile supraincarcate.
- Imposibilitatea de a face diferenta dintre constanta 0 si macrodefinitia NULL in functiile supraincarcate.

```
void func(int* i) { printf("Call func(int*)\n"); }  
  
void func(int i) { printf("Call func(int)\n"); }  
  
int main() {  
    func(NULL); // Call func(int);  
}
```

# POINTERI

Solutia: **nullptr** (C++11)

- **Constanta explicita** pentru pointer nul.
- **Diferenta** intre constanta intreaga 0 si constanta nullptr pentru functiile supraincarcate.

```
void func(int* i) { printf("Call func(int*)\n"); }
```

```
void func(int i) { printf("Call func(int)\n"); }
```

```
int main() {  
    func(nullptr); // Call func(int*);  
    func(NULL);    // Call func(int);  
}
```



# POINTERI

## Aritmetica pointerilor:

- Pentru un pointer de tip **T\***, **operatorii --/++** asigura deplasarea inapoi/inainte cu **sizeof(T)** bytes.
- Pentru un pointer de tip **T\***, expresia **pt + k** sau **pt - k** este echivalenta cu deplasarea peste **k \* sizeof(T)** bytes.
- Diferenta dintre 2 pointeri din interiorul aceluiasi sir de valori reprezinta numarul de elemente (de tipul aferent pointerului) dintre cele doua adrese.
- Adunarea dintre 2 pointeri **nu este acceptata**.



# POINTERI

## Pointeri constanti

### Exemplu:

```
int * const p;           // pointer constant la int
int const * pint;       // pointer la int constant
const int * pint2;      // pointer la int constant
const int * const pint2; // pointer constant la int constant
```

### Utilizare:

```
char* strcpy(char* p, const char* q);
```

# POINTERI

Alocare dinamica memorie:

- Functii: **malloc**
- Operatorul ***new*** sau ***new [ ]***
- Rezerva memorie in ***HEAP***

Dezalocare memorie:

- Functie: **free**
- Operatorul ***delete*** sau ***delete [ ]***
- Elibereaza memoria rezervata in ***HEAP***

## Caracteristici

- Secventa de cod sursa cu caracter general si repetitiv.
- Accepta parametri de intrare si returneaza rezultate.
- Definirea imbricata nu este permisa in C/C++.
- Transferul parametrilor de intrare: valoare, adresa, variabile globale, utilizare referinta.
- Parametri copiatii in zone de memorie organizate ca stive.
- Rezultatul returnat: tip de retur, argumente transmise prin adresa.

# FUNCTII

Declararea si construirea unei functii:

**TipRetur DenFuncie([ListaParametriFormali]);** Declarare antet functie

Standard/Utilizator

Implicit int/void

Masiv NU!

Identificator functie

**TipRetur DenFuncie([ListaParametriFormali]){**

**// corp functie**

**}**

- declaratii locale
- instructiuni
- apeluri subprograme
- instructiune *return*

Parametrii formali sub forma

[tip<sub>i</sub> p<sub>i</sub>[,...]]

# FUNCTII

Exemplu functie:

## Sursa C/C++

```
#include<stdio.h>

double Suma1(float x, float y)
{
    double s;
    s = x + y;
    return s;
}
```

```
#include<stdio.h>

void Suma2(float x, float y,
           float *z)
{
    *z = x + y;
}
```

## Apel subprograme C/C++

```
...
float a = 1.2, b = 4.7, c;
...
c = Suma1(a, b);
...
```

```
...
float a = 1.2, b = 4.7, c;
...
Suma2(a, b, &c);
...
```



# POINTERI LA FUNCTII

- Definire

*tip\_return* (**\*** *den\_pointer*) (*lista\_parametri*);

- Initializare

*den\_pointer* = *den\_functie*;

- Apel functie prin pointer

*den\_pointer* (*lista\_parametri*);



# POINTERI LA FUNCTII

- `float (*f p)(int *);` // pointer la functie ce primeste un pointer la *int* si ce returneaza un *float*
- `int * f(char *);` // functie ce primeste *char\** si returneaza un pointer la *int*
- `int * (*f p[5])(char *);` // vector de 5 pointeri la functii ce primesc *char\** si returneaza un pointer la *int*

# PREPROCESARE

- Etapa ce precede compilarea.
- Bazata pe simboluri definite prin operatorul #
- **NU** reprezintă instrucțiuni executabile.
- Determina compilarea condiționata a unor instrucțiuni.
- Substituire simbolica.
- Tipul enumerativ.
- Macrodefinitii.

# PREPROCESARE

Substituire simbolica:

- Bazata pe directiva ***#define***

```
#define NMAX 1000
```

```
#define then
```

```
#define BEGIN {
```

```
#define END }
```

```
void main()
```

```
BEGIN
```

```
int vb = 10;
```

```
int vector[NMAX];
```

```
if(vb < NMAX) then printf("mai mic");
```

```
else printf("mai mare");
```

```
END
```

# PREPROCESARE

Substituire simbolica:

- Valabilitate simbol:
  - Sfarsit sursa.
  - Redefinire simbol.
  - Invalidare simbol:

```
#define NMAX 1000
```

```
....
```

```
#define NMAX 10
```

```
...
```

```
#undef NMAX
```

# PREPROCESARE

Tipul enumerativ:

**enum denumire {lista simboluri} lista variabile**

- Valorile sunt in secventa.
- Se poate preciza explicit valoarea fiecarui simbol

```
enum rechizite {carte , caiet , creion = 4, pix = 6, creta}
```



# PREPROCESARE

Macrodefinitii:

**#define nume\_macro(lista simboluri) expresie**

Exemplu:

```
#define PATRAT (X) X*X
```

```
#define ABS (X) (X) < 0 ? - (X) : (X)
```

Sursa C/C++

```
...  
int x=PATRAT (3) ;  
int y=PATRAT (3+2) ;  
...
```

# PREPROCESARE

Macrodefinitii generatoare de functii:

```
#define SUMA_GEN(TIP) TIP suma(TIP vb1, TIP vb2) \  
    { return vb1 + vb2; }
```

Compilare conditionata:

```
#if expresie_1  
    secventa_1  
#elif expresie_2  
    secventa_2  
...  
#else  
    secventa_n  
#endif
```

# PREPROCESARE

Compilare conditionata:

```
#ifdef nume_macro
```

```
...
```

```
#else
```

```
...
```

```
#endif
```

sau

```
#ifndef nume_macro
```

```
...
```

```
#endif
```

# PREPROCESARE

Operatorii **#** si **##**:

- Utilizati impreuna cu **#define**
- Operatorul **#** (*de insiruire*) transforma argumentul intr-un sir cu **“”**

```
#define macro1(s) # s
```

- Operatorul **##** (*de inserare*) concateneaza 2 elemente

```
#define macro2(s1, s2) s1 ## s2
```