PROGRAMAREA CALCULATOARELOR

Andrei Patrascu

andrei.patrascu@fmi.unibuc.ro

Secția Calculatoare si Tehnologia Informatiei, anul I, 2018-2019

Cursul 2

EVALUARE PROGRAMAREA CALCULATOARELOR

$$Nota = \min(10, Curs + Laborator + Seminar)$$

6p 4p 1p

Seminar: nota pe activitate la seminar

Laborator: 2 teste de laborator, saptamana 7-8 (noiembrie) + saptamana 13-14 (ianuarie)

- note intre 1 si 10
- trebuie minim 5 (echivalent cu 2 puncte din nota finală) pentru a putea intra în examenul final

Curs: examen final pe calculator

- trebuie minim nota 5 (echivalent cu 3 puncte din nota finală) pentru a promova examenul
- rotunjirea notei finale - în funcție de activitatea de laborator

PROGRAMA CURSULUI

- **Introducere**
  - Algoritmi
  - Limbaje de programare.
- **Fundamentele limbajului C**
  - Introducere în limbajul C. Structura unui program C.
  - Tipuri de date fundamentale. Variabile. Constante. Operatori. Expresii. Conversii.
  - Tipuri derivate de date: tablouri, șiruri de caractere, structuri, uniuni, câmpuri de biți, enumerări, pointeri
  - Instrucțiuni de control
  - Directive de preprocesare. Macrodefiniții.
  - Funcții de citire/scriere.
  - Etapele realizării unui program C.
- **Fișiere text**
  - Funcții specifice de manipulare.
- **Funcții (1)**
  - Declarare și definire. Apel. Metode de trasmitere a paramerilor. Pointeri la funcții.

- **Tablouri și pointeri**
  - Legătura dintre tablouri și pointeri
  - Aritmetica pointerilor
  - Alocarea dinamică a memoriei
  - Clase de memorare
- **Șiruri de caractere**
  - Funcții specifice de manipulare.
- **Fișiere binare**
  - Funcții specifice de manipulare.
- **Structuri de date complexe și autoreferite**
  - Definire și utilizare
- **Funcții (2)**
  - Funcții cu număr variabil de argumente.
  - Preluarea argumentelor funcției main din linia de comandă.

CUPRINSUL CURSULUI DE AZI

1. Tipuri de date fundamentale
2. Variabile și constante
3. Expresii și operatori

Structura generală a unui program C

- modul principal (funcția main)

- zero, unul sau mai multe module (funcții/proceduri) care comunică între ele și/sau cu modulul principal prin intermediul parametrilor și/sau a unor variabile globale

- unitatea de program cea mai mică și care conține cod este funcția/procedura si conține:
  - partea de declarații/definiții;
  - partea imperativă (comenzile care se vor executa);

STRUCTURA UNUI PROGRAM C SIMPLU

directive de preprocesare

```
int main()
{
        instrucțiuni
}
```

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main()
4  {
5      printf("Primul program scris in C\n");
6      return 0;
7  }
```

- Directive de preprocesare
  - directive de definiție: #define N 10
  - directive de includere a bibliotecilor: #include <stdio.h>
  - directive de compilare condiționată: #if, #ifdef, ...
  - alte directive (vorbim în cursurile următoare)
- Funcții
  - grupări de instrucțiuni sub un nume;
  - returnează o valoare sau se rezumă la efectul produs;
  - funcții scrise de programator vs. funcții furnizate de biblioteci;
  - programul poate conține mai multe funcții;
    - main este obligatoriu;
  - antetul și corpul funcției.

STRUCTURA UNUI PROGRAM C SIMPLU

directive de preprocesare

```
int main()
{
        instrucţiuni
}
```

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main()
4  {
5      printf("Primul program scris in C\n");
6      return 0;
7  }
```

- Instrucțiuni
  - formează corpul funcțiilor
    - exprimate sub formă de comenzi
  - 5 tipuri de instructiuni:
    - instrucțiunea declarație;
    - instrucțiunea atribuire;
    - instrucțiunea apel de funcție;
    - instrucțiuni de control;
    - instrucțiunea vidă;
  - toate instrucțiunile (cu excepția celor compuse) se termină cu caracterul ”;”
    - caracterul ; nu are doar rol de separator de instrucțiuni ci instrucțiunile incorporează caracterul ; ca ultim caracter
    - omiterea caracterului ; reprezintă eroare de sintaxă

STRUCTURA UNUI PROGRAM C COMPLEX

```
comentarii
directive de preprocesare
declarații și definiții globale

int main()
{
        declarații și definiții locale
        instrucțiuni
}
```

CUPRINSUL CURSULUI DE AZI

1. Tipuri de date fundamentale
2. Variabile și constante
1. Expresii și operatori

TIPURI DE DATE FUNDAMENTALE

- programele manipulează date sub formă de numere, litere, cuvinte, etc.

- tipul de date specifică:
  - natura datelor care pot fi stocate în variabilele de acel tip
  - necesarul de memorie
  - operațiile permise asupra acestor variabile

- în C89, limbajul C are cinci categorii fundamentale de tipuri de date: int, char, double, float, void

- C99 a introdus alte 3 tipurile de date:
  - _Bool (true, false), de fapt valori întregi (0 = fals, altceva = adevărat)
  - _Complex pentru numere complexe
  - _Imaginary penru numere imaginare

TIPURI DE DATE FUNDAMENTALE

- în C89, limbajul C are cinci categorii fundamentale de tipuri de date: int, char, double, float, void
  - tipul **întreg** – **int**: variabilele de acest tip pot reține valori întregi ca 2, 0, -532
  - tipul **caracter** – **char**: variabilele de acest tip pot reține codul ASCII al unui caracter (număr întreg) sau numere întregi mici
  - tipul **real** (numere în virgulă mobilă) – **simplă precizie** – **float**: variabilele de acest tip pot reține numere care conțin parte fracționară: 4971.185, -0.72561, 2.000, 3.14
  - tipul **real** (numere în virgulă mobilă) **în dublă precizie** – **double**: variabilele de acest tip pot reține valori reale în virgulă mobilă cu o precizie mai mare decât tipul float
  - tipul **void**: indică lipsa unui tip anume

TIPURI DE DATE FUNDAMENTALE

- se pot crea noi tipuri de date prin combinarea celor de bază
- reprezentarea și spațiul ocupat în memorie de diferitele tipuri de date depind de:
  - platformă, sistem de operare și compilator
- limitele specifice unui sistem de calcul pot fi aflate din fișierele header limits.h și float.h
  - exemplu: CHAR_MAX, INT_MAX, INT_MIN, FLT_MAX, DBL_MAX
- pentru determinarea numărului de octeți ocupați de un anumit tip de date se folosește operatorul *sizeof*
  - 1 octet = 1 byte = 8 biți

SPAȚIUL OCUPAT ÎN MEMORIE

dimensiuneOcteti.c

```c
#include <stdio.h>
#include <limits.h>
#include <float.h>

int main()
{
    //tipul char
    printf("\nsizeof(char) = %d \n", sizeof(char));
    printf("valoarea minima pt o variabila de tip char este %d \n", CHAR_MIN);
    printf("valoarea maxima pt o variabila de tip char este %d \n\n", CHAR_MAX);

    //tipul int
    printf("sizeof(int) = %d \n", sizeof(int));
    printf("valoarea minima pt o variabila de tip int este %d \n", INT_MIN);
    printf("valoarea maxima pt o variabila de tip int este %d \n\n", INT_MAX);

    //tipul float
    printf("sizeof(float) = %d \n", sizeof(float));
    printf("valoarea minima > 0 pt o variabila de tip float este %E \n", FLT_MIN);
    printf("valoarea maxima pt o variabila de tip float este %E \n", FLT_MAX);
    printf("valoarea maxima pt o variabila de tip float este %lf \n", FLT_MAX);
    printf("Precizia folosita pentru variabile de tip float este de %d zecimale\n\n\n", FLT_DIG);

    //tipul double
    printf("sizeof(double) = %d \n", sizeof(double));
    printf("valoarea minima > 0 pt o variabila de tip double este %E \n", DBL_MIN);
    printf("valoarea maxima pt o variabila de tip double este %E \n", DBL_MAX);
    printf("valoarea maxima pt o variabila de tip double este %lf \n", DBL_MAX);
    printf("Precizia folosita pentru variabile de tip double este de %d zecimale\n\n\n", DBL_DIG);

    return 0;
}
```

SPAȚIUL OCUPAT ÎN MEMORIE

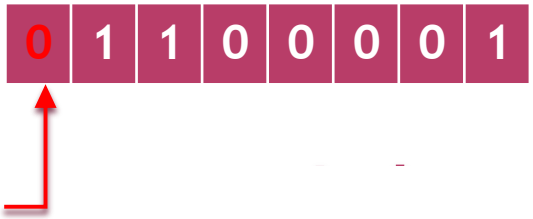
```
sizeof(char) = 1
valoarea minima pt o variabila de tip char este -128
valoarea maxima pt o variabila de tip char este 127

sizeof(int) = 4
valoarea minima pt o variabila de tip int este -2147483648
valoarea maxima pt o variabila de tip int este 2147483647

sizeof(float) = 4
valoarea minima > 0 pt o variabila de tip float este 1.175494E-38
valoarea maxima pt o variabila de tip float este 3.402823E+38
valoarea maxima pt o variabila de tip float este 340282346638528859811704183484516925440.000000
Precizia folosita pentru variabile de tip float este de 6 zecimale


sizeof(double) = 8
valoarea minima > 0 pt o variabila de tip double este 2.225074E-308
valoarea maxima pt o variabila de tip double este 1.797693E+308
valoarea maxima pt o variabila de tip double este 179769313486231570814527423731704356798070567525844996598917476803157260780028538760589558632766878171540458953514382464234321326889464182768467546703537516986049910576551282076245490090389328944075868508455133942304583236903222948165808559332123348274797826204144723168738177180919299881250404026184124858368.000000
Precizia folosita pentru variabile de tip double este de 15 zecimale
```

Reprezentarea în memorie

- char: ocupă 1 octet = 8 biți, valori între $-2^7=-128$ și $2^7-1=127$

```
char ch = 'a';
```

'a' are codul ASCII 97 = $2^6 + 2^5 + 2^0$



- int: ocupă 4 octeți = 32 biți, valori între -2^{31} și $2^{31}-1$

```
int i = 190;
```

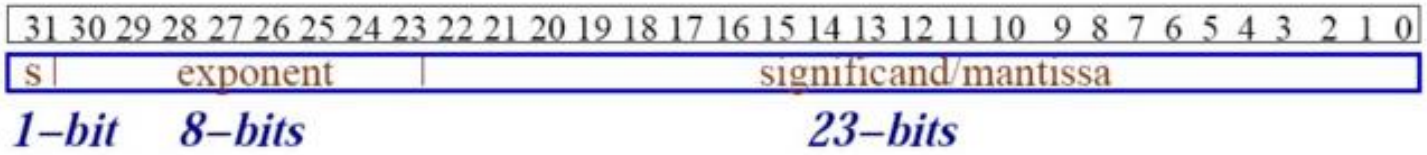
Reprezentarea binara a lui 190 in memoria calculatorului

$$190 = 2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1$$

Reprezentarea în memorie

$$x = (-1)^S \times (1 + \text{Fraction}) \times 2^{(\text{Exponent}-\text{Bias})}$$

- float: ocupă 4 octeți = 32 biți, precizie simplă, bias = 127




```
float f = 7.0;
```

$7.0 = 1{,}75 * 4 = (-1)^0 * (1+0.75) * 2^{(129-127)}$

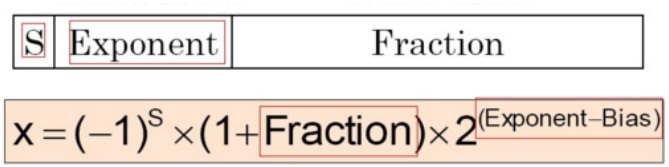
Reprezentare binara exponent: $129 = 128 + 1 = 2^7 + 2^0$

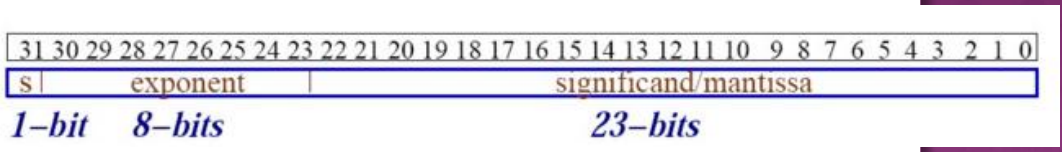
Reprezentare binara fractie: $0.75 = 0.5 + 0.25 = 2^{-1} + 2^{-2}$

Reprezentarea binara a lui 7.0 (float) in memoria calculatorului

Reprezentarea în memorie

- mulțimea numerelor reale care pot fi reprezentate de variabile de tip float nu este repartizată uniform
- aproape jumătate din ele sunt în intervalul [-1, 1]



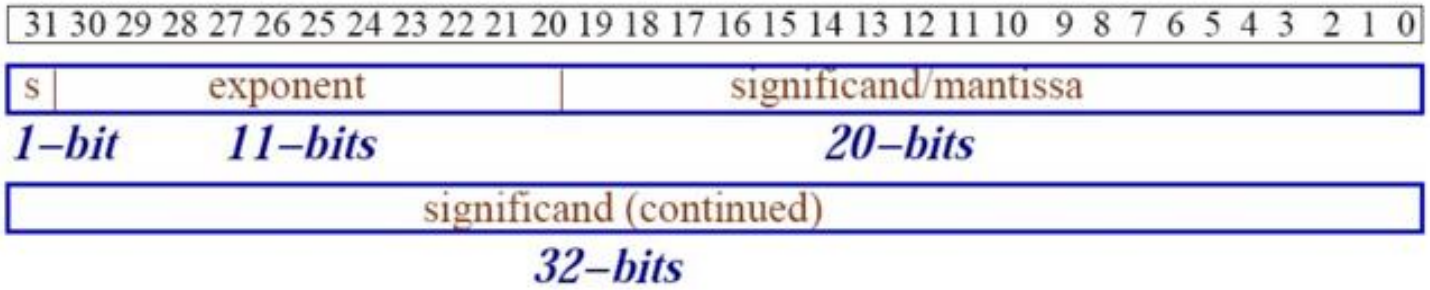


- pentru s = 1 și 1 ≤ exponent < 127 obținem un număr pozitiv subunitar. Există $126 * 2^{23}$ asemenea numere reale reprezentabile de variabile de tip float. Există 2^{32} numere reale reprezentabile de tip float.
- $126 * 2^{23} / 2^{32} = 126 / 512 \approx 24,6\%$ nr pozitive subunitare
- la fel pentru s = -1
- 49,2% din numere reprezentate de float sunt în [-1,1]

Reprezentarea în memorie

$$x = (-1)^S \times (1 + \text{Fraction}) \times 2^{(\text{Exponent} - \text{Bias})}$$

- double: ocupă 8 octeți = 64 biți, precizie dublă, bias = 1023

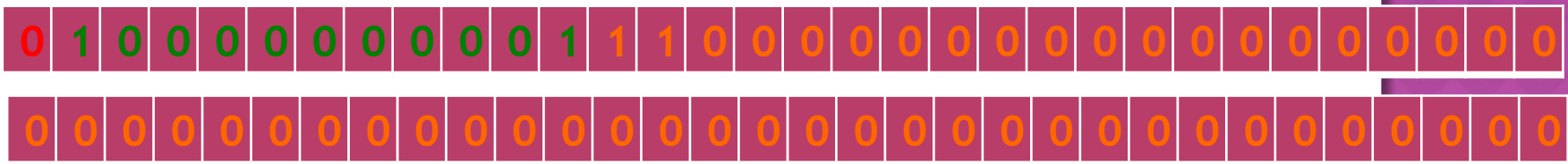



```
double d = 7.0;
```

$7.0 = 1{,}75 * 4 = (-1)^0 * (1+0.75) * 2^{(1025-1023)}$

Reprezentare binara exponent: $1025 = 1024 + 1 = 2^{10} + 2^0$

Reprezentare binara fractie: $0.75 = 0.5 + 0.25 = 2^{-1} + 2^{-2}$



Modificatori de tip

- signed
  - modificatorul implicit pentru toate tipurile de date
  - bitul cel mai semnificativ din reprezentarea valorii este semnul
- unsigned
  - restricționează valorile numerice memorate la valori pozitive
  - domeniul de valori este mai mare deoarece bitul de semn este liber și participă în reprezentarea valorilor
- short
  - reduce dimensiunea tipului de date întreg la jumătate
  - se aplică doar pe întregi
- long
  - permite memorarea valorilor care depășesc limita specifică tipului de date
  - se aplică doar pe int sau double: la int dimensiunea tipului de bază se dublează, la double se mărește dimensiunea de regulă cu doi octeți (de la 8 la 10 octeți)
- long long
  - introdus in C99 pentru stocarea unor valori întregi de dimensiuni foarte mari

Tipuri de date + modificatori

Tip de date + modificator	Dimensiune în biți	Domeniu de valori
char	8	de la -128 la 127
unsigned char	8	de la 0 la 255
signed char	8	de la -128 la 127
int	32	de la -2^{31} la $2^{31}-1$
unsigned int	32	de la 0 la $2^{32}-1$
signed int	32	de la -2^{31} la $2^{31}-1$
short int	16	de la -2^{15} la $2^{15}-1$
unsigned short int	16	de la 0 la $2^{16}-1$
signed short int	16	de la -2^{15} la $2^{15}-1$
long int	64	de la -2^{63} la $2^{63}-1$
float	32	...
double	64	...

Signed vs. unsigned

- **signed int** – întreg cu semn (pozitiv sau negativ)
- **unsigned int** – întreg fără semn (pozitiv)

```
int i = 190;
```

Reprezentarea binara a lui 190 in memoria calculatorului

$190 = 2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1$ (scrierea în baza 2 a lui 190)

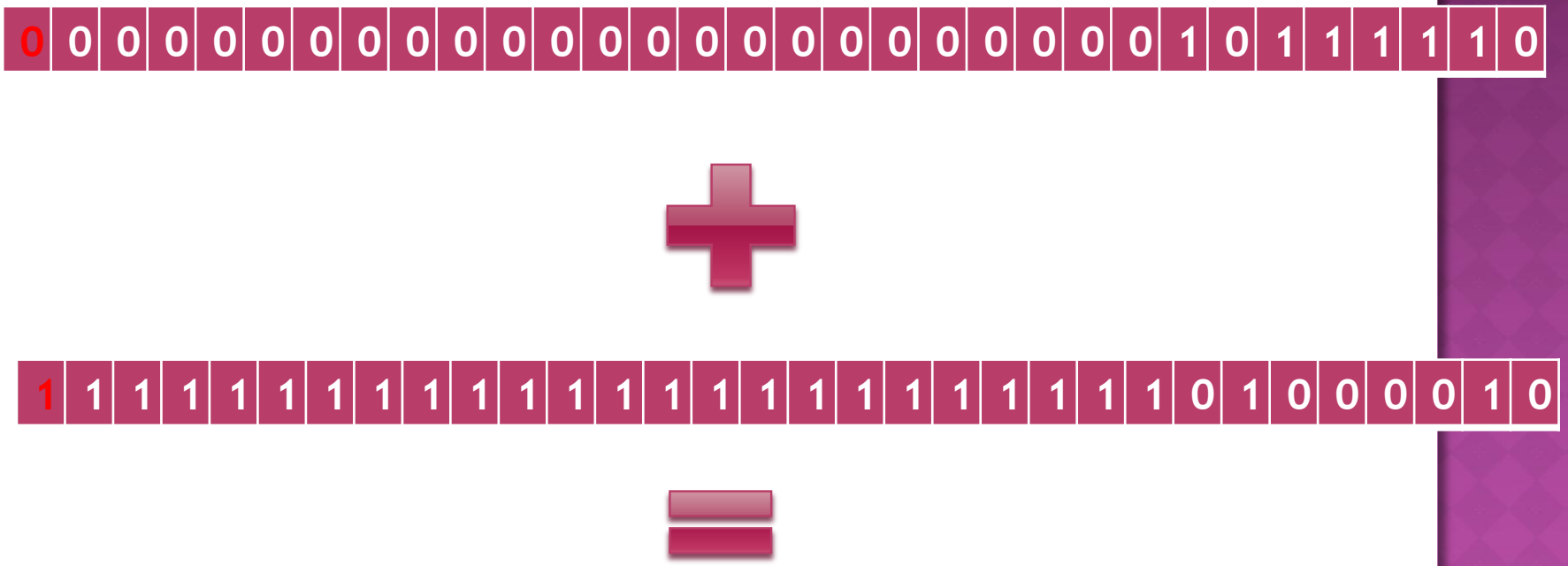
- cum se reprezintă -190 în memoria calculatorului?

Reprezentarea binara a lui -190 in memoria calculatorului

- care este logica unei asemenea reprezentări?

Signed vs. unsigned

- **signed int** – întreg cu semn (pozitiv sau negativ)
- **unsigned int** – întreg fără semn (pozitiv)



Signed vs. unsigned

- **signed int** – întreg cu semn (pozitiv sau negativ)
- **unsigned int** – întreg fără semn (pozitiv)

CUPRINSUL CURSULUI DE AZI

1. Tipuri de date fundamentale
2. Variabile și constante
3. Expresii și operatori

VARIABILE ȘI CONSTANTE

- stochează datele necesare programului
  - valorile stocate în memoria sistemului în mod transparent de către programator
  - referirea la aceste date se face prin numele lor simbolice, adică prin identificatori

- **variabilele** stochează date care pot fi modificate în timpul execuției

- **constantele** păstrează aceeași valoare (cea cu care au fost inițializate) până la terminarea programului

VARIABILE

- se caracterizează printr-un nume (identificator), un tip, o valoare, adresa de memorie unde se află stocată valoarea variabilei, domeniu de vizibilitate

- oricărei variabile i se alocă un spațiu de memorie corespunzător tipului variabile

- exemplu: `int notaExamen = 10;`
  - int = tipul variabilei (de obicei se va stoca pe 32 de biți)
  - notaExamen = numele variabilei
  - 10 = valoarea variabilei
  - &notaExamen = adresa din memorie unde se află stocată valoarea variabilei cu numele notaExamen

DOMENIUL DE VIZIBILITATE AL VARIABILELOR

- domeniul de vizibilitate al unei variabile = porțiunea de cod la a cărei execuție variabila respectivă este accesibilă
- variabile locale – vizibile local, numai în funcția sau blocul de instrucțiuni unde au fost declarate.
- variabile globale – vizibile global, din orice zonă a codului.
- parametri formali ai unei funcții se comportă asemenea unor variabile locale.

VARIABILE LOCALE

- variabile definite în corpul unei funcții sau a unui bloc de instrucțiuni. Sunt locale (vizibile) acelei funcții sau bloc.

variabileLocale1.c

```
1  #include <stdio.h>
2
3  void f1()
4  {
5      int x=10;
6      printf("\nIn functia f1 valoarea lui x este %d \n",x);
7  }
8
9  void f2()
10 {
11     int x=20;
12     printf("In functia f2 valoarea lui x este %d \n",x);
13 }
14
15 int main()
16 {
17     int x = 30;
18     f1();
19     f2();
20     printf("In main valoarea lui x este %d \n \n",x);
21     return 0;
22 }
23
```

VARIABILE LOCALE

- variabile definite în corpul unei funcții sau a unui bloc de instrucțiuni. Sunt locale (vizibile) acelei funcții sau bloc.

variabileLocale1.c

```
1  #include <stdio.h>
2
3  void f1()
4  {
5      int x=10;
6      printf("\nIn functia f1 valoarea lui x este %d \n",x);
7  }
8
9  void f2()
10 {
11     int x=20;
12     printf("In functia f2 valoarea lui x este %d \n",x);
13 }
14
15 int main()
16 {
17     int x = 30;
18     f1();
19     f2();
20     printf("In main valoarea lui x este %d \n \n",x);
21     return 0;
22 }
23
```

```
In functia f1 valoarea lui x este 10
In functia f2 valoarea lui x este 20
In main valoarea lui x este 30
```

VARIABILE LOCALE

- variabile definite în corpul unei funcții sau a unui bloc de instrucțiuni. Sunt locale (vizibile) acelei funcții sau bloc.

variabileLocale2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int i;
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        int j = 2*i;
        printf("j = %d \n",j);
    }
    printf("j = %d \n",j);

    return 0;
}
```

VARIABILE LOCALE

- variabile definite în corpul unei funcții sau a unui bloc de instrucțiuni. Sunt locale (vizibile) acelei funcții sau bloc.

variabileLocale2.c

```
1   #include <stdio.h>
2
3   int main()
4   {
5       int i;
6       for(i=0;i<10;i++)
7       {
8           int j = 2*i;
9           printf("j = %d \n",j);
10      }
11      printf("j = %d \n",j);
12
13      return 0;
14  }
```

```
In function 'main':
11      error: 'j' undeclared (first use in this function)
11      error: (Each undeclared identifier is reported only once
```

Eroare la linia 11: variabila j nu a fost declarată. Ea este vizibilă numai în blocul de instrucțiuni anterior.

VARIABILE LOCALE

- variabile definite în corpul unei funcții sau a unui bloc de instrucțiuni. Sunt locale (vizibile) acelei funcții sau bloc.

variabileLocale2.c

```
1   #include <stdio.h>
2
3   int main()
4   {
5       int i;
6       for(i=0;i<10;i++)
7       {
8           int j = 2*i;
9           printf("j = %d \n",j);
10      }
11      int j = i;
12      printf("j = %d \n",j);
13
14      return 0;
15  }
```

VARIABILE LOCALE

- variabile definite în corpul unei funcții sau a unui bloc de instrucțiuni. Sunt locale (vizibile) acelei funcții sau bloc.

variabileLocale2.c

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int i;
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        int j = 2*i;
        printf("j = %d \n",j);
    }
    int j = i;
    printf("j = %d \n",j);

    return 0;
}
```

```
j = 0
j = 2
j = 4
j = 6
j = 8
j = 10
j = 12
j = 14
j = 16
j = 18
j = 10
```

VARIABILE GLOBALE

- se declară în afara oricărei funcții și sunt vizibile în întreg programul
- pot fi accesate de către orice zonă a codului
- orice expresie are acces la ele, indiferent de tipul blocului de cod în care se află expresia

VARIABILE GLOBALE

variabileGlobale.c

```c
#include <stdio.h>

int x = 10;

void f1(int x)
{
    x = x + 10;
    printf("\nIn functia f1 valoarea lui x este %d \n",x);
}

void f2(int x)
{
    x = x + 20;
    printf("In functia f2 valoarea lui x este %d \n",x);
}

int main()
{
    f1(x);
    x = x * 5;
    f2(x);
    printf("In main valoarea lui x este %d \n \n",x);
    return 0;
}
```

Ce afișează programul?

VARIABILE GLOBALE

variabileGlobale.c

```c
#include <stdio.h>

int x = 10;

void f1(int x)
{
    x = x + 10;
    printf("\nIn functia f1 valoarea lui x este %d \n",x);
}

void f2(int x)
{
    x = x + 20;
    printf("In functia f2 valoarea lui x este %d \n",x);
}

int main()
{
    f1(x);
    x = x * 5;
    f2(x);
    printf("In main valoarea lui x este %d \n \n",x);
    return 0;
}
```

Ce afișează programul?

```
In functia f1 valoarea lui x este 20
In functia f2 valoarea lui x este 70
In main valoarea lui x este 50
```

La apelul lui f1 și f2 se realizează o copie locală a lui x. După ieșirea din f1, copia se distruge. Întrucât f1 nu întoarce nicio valoare, x rămâne cu aceeași valoare înainte de apelarea lui f1.

VARIABILE GLOBALE

variabileGlobale.c

```c
#include <stdio.h>

int x = 10;

void f1(int x)
{
    x = x + 10;
    printf("\nIn functia f1 valoarea lui x este %d \n",x);
}

void f2(int x)
{
    x = x + 20;
    printf("In functia f2 valoarea lui x este %d \n",x);
}

int main()
{
    f1(x);
    int x = 5;
    f2(x);
    printf("In main valoarea lui x este %d \n \n",x);
    return 0;
}
```

Ce afișează programul?

VARIABILE GLOBALE

variabileGlobale.c

```c
#include <stdio.h>

int x = 10;

void f1(int x)
{
    x = x + 10;
    printf("\nIn functia f1 valoarea lui x este %d \n",x);
}

void f2(int x)
{
    x = x + 20;
    printf("In functia f2 valoarea lui x este %d \n",x);
}

int main()
{
    f1(x);
    int x = 5;
    f2(x);
    printf("In main valoarea lui x este %d \n \n",x);
    return 0;
}
```

Ce afișează programul?

```
In functia f1 valoarea lui x este 20
In functia f2 valoarea lui x este 25
In main valoarea lui x este 5
```

Variabila locala ia locul variabilei globale

CONSTANTE ÎNTREGI

- zecimale (baza 10; prima cifră nenulă): 1234
- octale (baza 8; prima cifră 0): 01234
- hexazecimale (baza 16, prefixul 0x sau 0X): 0xFA; 0XABBA
- efectul sufixului adăugat unei constante întregi (în funcție de valoare):
  - U sau u: unsigned int sau unsigned long int -> 52u, 400000U
  - L sau l: long int ->52L, 32000L
  - UL sau uL sau Ul sau ul unsigned long int 52uL, 400000Ul

CONSTANTE ÎNTREGI

main.c

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


int main(){
    int x;
    x = 123;
    printf("%d \n",x);

    x = 0123;
    printf("%d \n",x);

    x = 0xAA;
    printf("%d \n",x);

    return 0;
}
```

Ce afișează programul?

CONSTANTE ÎNTREGI

main.c

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


int main(){
    int x;
    x = 123;
    printf("%d \n",x);

    x = 0123;
    printf("%d \n",x);

    x = 0xAA;
    printf("%d \n",x);

    return 0;
}
```

Ce afișează programul?

```
123
83
170

Process returned 0 (0x0)   execution time : 0
Press ENTER to continue.
```

CONSTANTE ÎN VIRGULĂ MBILĂ

- compuse din semn, parte întreagă, punctul zecimal, parte fracționară, marcajul pentru exponent (e sau E)
- partea întreagă sau fracționară pot lipsi (dar nu ambele)
- punctul zecimal sau marcajul exponențial pot lipsi (dar nu ambele)
- format aritmetic: 3.1415
- format exponențial: 31415E-4,6.023E+23
- implicit constantele în virgulă mobilă sunt stocate ca double

CONSTANTE CARACTER

- au ca valoarea codul ASCII al caracterelor pe care le reprezintă
- caractere imprimabile: caractere grafice (coduri ASCII între 33 și 126) + spațiu (cod ASCII = 32)
- o constantă caracter corespunzătoare unui caracter imprimabil se reprezintă prin caracterul respectiv inclus între caractere apostrof: ‘a’ (codul ASCII 97), ‘A’ (codul ASCII 65)
- cum se reprezintă caracterule apostrof si backslash?
  - apostrof = ‘\’’; backslash = ‘\\’;

IDENTIFICATORI

- fiecare constantă și variabilă trebuie să aibă un nume unic

- reguli:
  - sunt permise doar literele alfabetului, cifrele şi _(underscore)
  - identificatorul nu poate începe cu o cifră
    - nu putem declara variabile având numele: 2win, etc.
  - literele mari sunt tratate diferit de literele mici
    - Maxim, maxim, maXim şi MaxiM ar desemna variabile diferite
  - numele nu poate fi cuvânt cheie al limbajului C
    - nu putem declara variabile având numele for, while, exit, etc.

CUPRINSUL CURSULUI DE AZI

1. Tipuri de date fundamentale
2. Variabile și constante
3. Expresii și operatori

EXPRESII ȘI OPERATORI

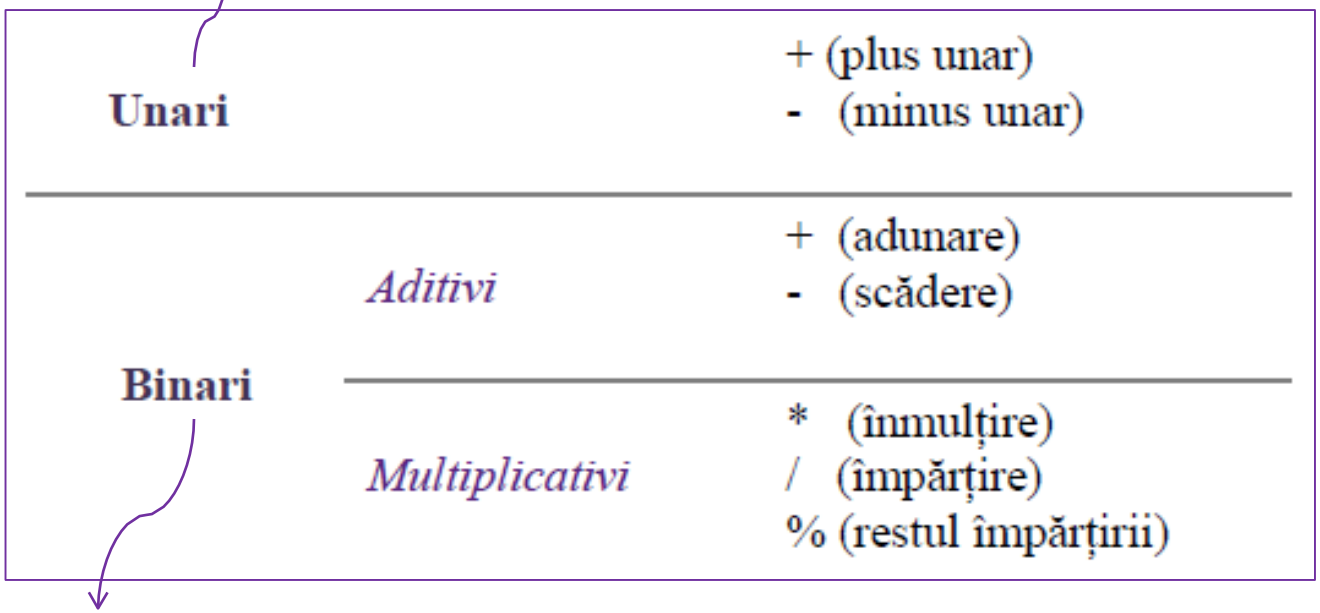
- **expresii**
  - sunt formate din **operanzi** și **operatori;**
  - arată modul de calcul al unor valori;
  - cea mai simplă expresie este formată dintr-un operand;

- **operatori**
  - elemente fundamentale ale expresiilor
  - operatori aritmetici, relaționali, etc.
  - C are foarte mulți operatori (46 în tabelul de la sfârșit)

- **operanzi**
  - variabilă, o constantă
  - apel de funcție
  - expresie între paranteze
  - etc.

EXPRESII ARITMETICE ȘI OPERATORI ARITMETICI

Se aplică asupra unui singur operand



Necesită doi operanzi

EXPRESII ARITMETICE ȘI OPERATORI ARITMETICI

- exemple

```
int a, b, c = +3;      // operatorul unar +
b = -4;                // operatorul unar -
a = b - c + 1;         // operatorul binar - și +    a este -6
a = a * b / 2;         // operatorul binar * și /    a este 12
c = a % 5;             // operatorul binar %         c este 2
```

- operatorii aritmetici se pot aplica asupra operanzilor
  - de tip întreg (int, char) sau
  - de tip real (float sau double)

- se pot combina aceste tipuri în aceeași expresie
  - **excepție**: % doar între întregi

EXPRESII ARITMETICE ȘI OPERATORI ARITMETICI

- observații:
  - operatorul **/** semnifică
    - împărțirea întreagă dacă ambii operanzi sunt întregi (int, char)
    - împărțirea cu virgulă dacă cel puțin unul dintre operanzi este de tip real (float, double)

```
int a = 5, b = 2;
float x = 5.0f;
a = a / b;      // a este 2
x = x / b;      // x este 2.5
x = 5 / b;      // x este 2.0
```

  - împărțirea la zero !!
    - operatorii / și % nu pot avea operandul din dreapta 0

  - trunchierea la împărțirea întreagă
    - C89 – dependent de implementare
    - C99 – trunchiere către 0

```
c =   7 /  5;      // c este  1 (trunchiat de la 1.4)
c =  -7 /  5;      // c este -1 (trunchiat de la -1.4)
c =   9 /  5;      // c este  1 (trunchiat de la 1.8)
c =   9 / -5;      // c este -1 (trunchiat de la -1.8)
```

EVALUAREA EXPRESIILOR

- introducem principii fundamentale pentru evaluarea oricăror expresii prin intermediul expresiilor aritmetice
  - mai ușor de înțeles astfel

- **precedența** și **asociativitatea** operatorilor
  - dacă într-o expresie apar mai mulți operatori, atunci evaluarea expresiei respectă **ordinea de precedență** a operatorilor
  - dacă într-o expresie apar mai mulți operatori de aceeași prioritate, atunci se aplică **regula de asociativitate** a operatorilor

ORDINEA DE PRECEDENȚĂ

- ordinea de precedență a operatorilor aritmetici

Prioritate crescută	+ (plus unar) - (minus unar)
	* (înmulțire) / (împărțire) % (restul împărțirii)
Prioritate scăzută	+ (adunare) - (scădere)

- exemple:

```
a + b * c       este echivalent cu    a + (b * c)
-a * b - c      este echivalent cu    ((-a) * b) - c
+a - b / c      este echivalent cu    (+a) - (b / c)
```

OPERATORI

1. Operatori aritmetici
2. Operatorul de atribuire
3. Operatori de incrementare și decrementare
4. Operatori de egalitate, logici și relaționali
5. Operatori pe biți
6. Alți operatori:

   de acces la elemente unui tablou, de apel de funcție, de adresa, de referențiere, sizeof, de conversie explicită, condițional, virgulă

OPERATORI DE ATRIBUIRE

- operatorul de atribuire simplă **=**
  - efect: evaluarea expresiei din dreapta operatorului și asignarea acestei valori la variabila din stânga operatorului

```
a = 10;                  // a ia valoarea 10
b = a;                   // b ia valoarea 10
c = a + (b-7) * 3;       // c ia valoarea 19
```

- valoarea unei atribuiri **var = expresie** este valoarea lui vardupă asignare
  - expresia de atribuire poate apare ca operand într-o altă expresie unde se așteaptă o valoare de tipul var

```
a = 3;
b = 5 - (c = a);       // c ia valoarea 3 care
                       // se scade din 5 și astfel b devine 2
```

  - expresia devine greu de înțeles și poate introduce erori greu de depistat

OPERATORI DE ATRIBUIRE

- atribuirea formalizată: expr1 = expr2
  - expr1 este *lvalue* (valoare stânga)
    - trebuie să permită stocarea valorii lui expr2 în memorie
      - corect: v[i+1]=10
      - incorect: 10 = v[i+1]

- dacă tipul lui expr1 și expr2nu este același, atunci se aplică regula conversiei implicite
  - valoarea lui expr2 este convertită la tipul lui expr1 în momentul asignării

```
int a;
float x;
a = 12.34f;              // a ia valoarea 12
x = 123;                 // x ia valoarea 123.0
```

OPERATORI DE ATRIBUIRE

- regula de asociativitate
  - atribuirile se pot înlănțui

```
a = b = c = 0;
```

- operatori de atribuire compuși (operator =)
  - exemplu : +=, -+, *=, /=, %=, șamd. (combinat cu operatori pe biți)
  - permit calcularea noii valori a variabilei folosind valoarea veche a acesteia

```
a += 1;          // a se incrementează cu 1: a = a + 1;
b -= 3;          // asemănător cu b = b - 3;
c *= 4;          // asemănător cu c = c * 4;
```

  - dar nu este întotdeauna echivalent cu varianta descompusă
    - contează ordinea de precedență și efectele secundare

```
a *= b + c;      // nu este echivalent cu a = a * b + c;
                 // este echivalent cu  a = a * (b + c);
```

OPERATORI DE INCREMENTARE ȘI DECREMENTARE

- operatorii ++ și --
  - incrementarea/decrementarea unei variabile cu 1
- forma prefixă (++i sau --i)
  - preincrementare/predecrementare
- forma postfixă (i++ sau i--)
  - postincrementare/postdecrementare
- efect secundar: modificarea valorii operandului
- valoarea returnată
  - preincrementarea (++a) returnează valoarea a+1
  - postincrementarea (a++) returnează valoarea a

```
i++;
```

Exemplu echivalent:

```
i = i + 1;
i += 1;
```

OPERATORI DE INCREMENTARE ȘI DECREMENTARE

```
int a = 5, b = 2, c;
c = a - ++b;            // ⇔ b = b+1;  c = a-b;
                        // valorile a: 5, b: 3, c: 2
c = ++a + b--;          // ⇔ a = a+1;   c = a + b;  b = b-1;
                        // valorile a: 6, b: 2, c: 9
```

- operatorii de **pre**incrementare și **pre**decrementare au aceeași prioritate ca și operatorii unari + și -
- operatorii de **pos**tincrementare și **pos**tdecrementare au prioritate crescută în raport cu operatorii unari + și -

EXPRESII LOGICE

- expresiile logice se evaluează la valori de tip *adevărat* sau *fals*
- sunt construite cu ajutorul a trei categorii de operatori
  - operatori **relaționali**
  - operatori de **egalitate**
  - operatori **logici**
- limbajul C tratează valorile *adevărat* și *fals* ca valori întregi
  - 0 înseamnă fals
  - orice altă valoare nenulă se interpretează ca adevărat

OPERATORI RELAȚIONALI

- operatorii <, >, <=, >=
- rezultatul este o valoare logică, adică valoarea 0 (fals) sau 1 (adevărat)
- sunt mai puțin prioritari decât operatorii aritmetici

```
5   < 10          // rezultat: 1
10  <  5          // rezultat: 0
3   > 2.5         // rezultat: 1
                  // se pot combina tipurile întreg și real
a + b <= c - 1    // este de fapt (a + b) <= (c - 1)
                  // respectând ordinea de precedență
```

```
a < b < c  // echivalent cu (a < b) < c
           // datorita asociativitatii stanga
```

OPERATORI DE EGALITATE

- testează egalitatea dintre două valori
- **==** este operatorul ”egal cu”,
- **!=** este operatorul ”diferit de”
- generează o valoare logică: 0 (fals) sau 1 (adevărat)
- în ordinea de precedență a operatorilor sunt mai puțin prioritari decât operatorii relaționali

```
a == 2            // returnează 1 dacă a este 2,
                  // 0 în caz contrar
a != b            // returnează 1 dacă a nu este egal cu b,
                  // 0 dacă a și b au valori identice
a < b == b < c    // este echivalent cu (a < b) == (b < c)
                  // returnează 1 doar dacă expresiile au
                  // aceeași valoare:
                  // ambele sunt adevărate sau ambele false
```

OPERATORI LOGICI

- limbajul C furnizează 3 operatori logici
  - ! - operatorul unar, negare logică

```
!expr       // 1 dacă expr are valoarea logică 0 (fals)
            // 0 dacă expr are valoarea logică nenulă (adevărat)
```

  - && - operator binar, ȘI logic

```
expr1 && expr2   // este 1 dacă expr1 și expr2 sunt nenule
```

  - || - operator binar, SAU logic

```
expr1 || expr2  // este 1 dacă expr1 sau expr2 este nenulă
```

- generează o valoare logică: 0 (fals) sau 1 (adevărat)

OPERATORI LOGICI

- evaluarea
  - dacă se poate deduce rezultatul global din evaluarea expresiei din stânga, atunci expresia din dreapta nu se mai evaluează

```
(a != 0) && (a % 4 == 0)
```

- operatorul ! (negare logică) are prioritate egală cu cea a operatorilor aritmetici unari (+ și -)

- operatorii && și || sunt mai puțin prioritari decât operatorii relaționali și cei de egalitate

OPERATORI PE BIȚI

- două categorii
  - operatori **logici pe biți**
    - & ȘI pe biți, operator binar
    - | SAU pe biți, operator binar
    - ^ SAU EXCLUSIV pe biți, operator binar
    - ~ complement față de 1, operator unar
  - operatori de **deplasare pe biți**
    - << deplasare stânga pe biți, operator binar
    - >> deplasare dreapta pe biți, operator binar
- operanzi de tip întreg (nu merg pe float, double)
- ordinea de precedență - în cadrul acestei categorii

Prioritate crescută	~	(complement față de unu)
	<<	(deplasare stânga)
	>>	(deplasare dreapta)
	&	(și pe biți)
	^	(sau exclusiv pe biți)
Prioritate scăzută	|	(sau pe biți)

OPERATORI PE BIȚI

- & seamănă cu &&
- | seamănă cu ||
- au un rol similar, dar la nivelul fiecărei perechi de biți de pe poziții identice
- ~ este echivalentul operației ! dar aplicat la nivel de biți

Expresie	Reprezentare pe 4 biți				Observație
a = 10	1	0	1	0	
b = 7	0	1	1	1	
a & b	0	0	1	0	1 dacă ambi biți sunt 1, 0 în rest
a | b	1	1	1	1	1 dacă cel puțin unul din cei doi biți este 1, 0 în rest
a ^ b	1	1	0	1	1 dacă doar unul din cei doi biți este 1, 0 în rest
~ a	0	1	0	1	1 unde bitul a fost 0 și 0 unde bitul a fost 1
~ b	1	0	0	0	1 unde bitul a fost 0 și 0 unde bitul a fost 1

OPERATORI DE DEPLASARE PE BIȚI

- condiții:
  - operanzi întregi
  - al doilea operand cu valoare mai mică (nu negativ) decât numărul de biți pe care este reprezentat operandul din stânga

- deplasarea spre stânga ⇔ înmulțire cu 2 la puterea deplasamentului

- deplasarea spre dreapta ⇔ împărțire cu 2 la puterea deplasamentului

Expresie	Reprezentare binară	Observație
a = 12	0000 0000 0000 1100	
b = 3600	0000 1110 0001 0000	
a << 1	0000 0000 0001 1000	Valoarea rezultată este 24 = 12 * 2^1
a << 2	0000 0000 0011 0000	Valoarea rezultată este 48 = 12 * 2^2
a << 5	0000 0001 1000 0000	Valoarea rezultată este 384 = 12 * 2^5
a >> 1	0000 0000 0000 0110	Valoarea rezultată este 6 = 12 / 2^1
a >> 2	0000 0000 0000 0011	Valoarea rezultată este 3 = 12 / 2^2
b >> 4	0000 0000 1110 0001	Valoarea rezultată este 225 = 3600 / 2^4

ALȚI OPERATORI

- operatorul de acces la elementele tabloului [ ]

```
int a[100];
a[5] = 10;
```

- operatorul de apel de funcție (): b = f(a);
- operatorul adresă & și operatorul de dereferențiere *
  - strâns legat de pointeri (cursurile următoare)

```
int a, *p;          // p este un pointer la int
p = &a;             // p este pointer la a
*p = 3;             // valoarea lui a devine 3
```

- operatorul sizeof

```
sizeof(a)           // este numărul de octeți
                    // ocupați în memorie de a
```

- operatorul de conversie explicită: (tip)

```
int a = 1, b = 2;
float media;

media = ( a + (float)b ) / 2;     // media devine 1.5
media = ( a + b ) / 2;            // media devine 1.0  - incorect!
```

ALȚI OPERATORI

- operatorul condițional ? :
  - operator ternar
  - similar cu instrucțiunea if
  - expresie1? expresie2 : expresie3
  - dacă expresie1 e adevarată, execută expresie2, altfel execută expresie3

```
int a=3, b=5, max;
max = a > b ? a : b;
```

```
a % 2 ? printf("numar impar") : printf("numar par");
```

- operatorul virgulă
  - evaluarea secvențială a expresiilor (de la stânga la dreapta)
  - valoarea ultimei expresii din înlănțuire este valoarea expresiei compuse
  - cel mai puțin prioritar din lista de precedență

```
int i,n,s;

printf("n=");scanf("%d",&n);

for(i=1,s=0;i<=n;s=s+i,i=i+1);
```

ORDINEA DE PRECEDENȚĂ ȘI ASOCIATIVITATE

Operator	Description	Associativity
( ) [ ] . -> ++ --	Parentheses (function call) (see Note 1) Brackets (array subscript) Member selection via object name Member selection via pointer Postfix increment/decrement (see Note 2)	left-to-right
++ -- + - ! ~ (*type*) * & sizeof	Prefix increment/decrement Unary plus/minus Logical negation/bitwise complement Cast (convert value to temporary value of *type*) Dereference Address (of operand) Determine size in bytes on this implementation	right-to-left
* / %	Multiplication/division/modulus	left-to-right
+ -	Addition/subtraction	left-to-right
<< >>	Bitwise shift left, Bitwise shift right	left-to-right
< <= > >=	Relational less than/less than or equal to Relational greater than/greater than or equal to	left-to-right
== !=	Relational is equal to/is not equal to	left-to-right
&	Bitwise AND	left-to-right
^	Bitwise exclusive OR	left-to-right
|	Bitwise inclusive OR	left-to-right
&&	Logical AND	left-to-right
||	Logical OR	left-to-right
? :	Ternary conditional	right-to-left
= += -= *= /= %= &= ^= |= <<= >>=	Assignment Addition/subtraction assignment Multiplication/division assignment Modulus/bitwise AND assignment Bitwise exclusive/inclusive OR assignment Bitwise shift left/right assignment	right-to-left
,	Comma (separate expressions)	left-to-right