Programarea calculatoarelor

FMI

Secția Calculatoare și tehnologia informației, anul I

Cursul 10 / 09.12.2024

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: pointeri, tablouri, șiruri de caractere, structuri, uniuni, câmpuri de biți, enumerări
  - 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
  - Programare generică
  - Recursivitate

Cuprinsul cursului de azi

1. **Structuri de date complexe și autoreferite**
2. **Funcții cu număr variabil de argumente**

Structuri

- structură = colecție de variabile grupate sub același nume
- **sintaxa:**

```
struct <nume> {
                    < tip 1 >     <variabila 1>;
                    < tip 2 >     <variabila 2>;
                    ------------------------------
                   < tip n >     <variabila n>;
                   } lista_identificatori_de_tip_struct;
```

- variabilele care fac parte din structură sunt denumite **membri** (elemente sau câmpuri) ai structurii.

Structuri

```
struct <nume> { < tip 1 >    <variabila 1>;
                < tip 2 >    <variabila 2>;
                ------------------------------
                < tip n >    <variabila n>;
              } lista_identificatori;
```

Obs. 1:

- ✓dacă numele structurii (<nume>) lipsește, structura se numește **anonimă**.
- ✓Dacă lista identificatorilor declarați lipsește, se definește doar tipul structură.
- ✓Cel puțin una dintre aceste specificații trebuie să existe.

Obs. 2: dacă <nume> este prezent → se pot declara noi variabile de tip structură:

struct <nume> <lista noilor identificatori>;

Obs. 3: referirea unui membru al unei variabile de tip structură → **operatorul de selecție punct .** care precizează identificatorul variabilei și al câmpului.

Structuri

```
struct student {
        char nume[30];
        char prenume[30];
        float medie_admitere;
} A, B, C;
```

*/*Definește un tip de structură numit **student** și declară ca fiind de acest tip variabilele **A, B, C***/*

```
struct {
        char nume[30];
        char prenume[30];
        float medie_admitere;
} A;
```

*/*Declară o variabilă numită **A** definită de structura care o precede*/*

```
typedef struct {
      char nume[30];
      char prenume[30];
      float medieIntrare;
} student;
student A;
```

*/*Definește un tip de date numit **student** și declară variabila **A** de tip student*/*

Structuri. Inițializare

main.c

```c
#include <stdio.h>
typedef struct{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
} student;

int main()
{
    student A={"Popescu","Ion", 9.25};
    student B={.medie_admitere=9.25,.prenume="Dana",.nume="Ionescu"};
    student C={"Popescu"};

    printf("%s %s %.2f\n", A.nume, A.prenume, A.medie_admitere);
    printf("%s %s %.2f\n", B.nume, B.prenume, B.medie_admitere);
    printf("%s %s %.2f\n", C.nume, C.prenume, C.medie_admitere);

    return 0;
}
```

Structuri. Inițializare

main.c

```c
#include <stdio.h>
typedef struct{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
} student;

int main()
{
    student A={"Popescu","Ion", 9.25};
    student B={.medie_admitere=9.25,.prenume="Dana",.nume="Ionescu"};
    student C={"Popescu"};

    printf("%s %s %.2f\n", A.nume, A.prenume, A.medie_admitere);
    printf("%s %s %.2f\n", B.nume, B.prenume, B.medie_admitere);
    printf("%s %s %.2f\n", C.nume, C.prenume, C.medie_admitere);

    return 0;
}
```

```
Popescu Ion 9.25
Ionescu Dana 9.25
Popescu  0.00
```

Transmiterea structurilor ca parametri

main.c

```c
#include <stdio.h>

typedef struct{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
} student;

void adauga_un_punct(student x)
{
   x.medie_admitere++;
   if(x.medie_admitere>10)
    x.medie_admitere=10;
}

int main()
{
    student A={"Popescu","Ion", 9.25};

    adauga_un_punct(A);

    printf("%s %s %.2f\n", A.nume, A.prenume, A.medie_admitere);

    return 0;
}
```

Transmiterea structurilor ca parametri

main.c

```c
#include <stdio.h>

typedef struct{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
} student;

void adauga_un_punct(student x)
{
   x.medie_admitere++;
   if(x.medie_admitere>10)
    x.medie_admitere=10;
}

int main()
{
    student A={"Popescu","Ion", 9.25};

    adauga_un_punct(A);

    printf("%s %s %.2f\n", A.nume, A.prenume, A.medie_admitere);

    return 0;
}
```

```
Popescu Ion 9.25
```

?

Transmiterea structurilor ca parametri

- când o structura este transmisă ca parametru unei funcții se face o copie a zonei de memorie respective
- transmitere prin valoare
- la ieșirea din funcție se distruge copia locală (*x în exemplul anterior*) => modificările efectuate asupra structurii în funcție **nu** vor afecta și structura originală

- Soluția: **pointeri la structuri**
  - folosim operatorul -> (de selectie indirecta) pentru a accesa câmpurile

Transmiterea structurilor ca parametri. Pointeri la structuri

main.c

```c
#include <stdio.h>

typedef struct{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
} student;

void adauga_un_punct(student *x)
{
   x->medie_admitere++;
   if(x->medie_admitere>10)
    x->medie_admitere=10;
}

int main()
{
    student A={"Popescu","Ion", 9.25};

    adauga_un_punct(&A);

    printf("%s %s %.2f\n", A.nume, A.prenume, A.medie_admitere);

    return 0;
}
```

Transmiterea structurilor ca parametri. Pointeri la structuri

main.c

```c
#include <stdio.h>

typedef struct{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
} student;

void adauga_un_punct(student *x)
{
   x->medie_admitere++;
   if(x->medie_admitere>10)
    x->medie_admitere=10;
}

int main()
{
    student A={"Popescu","Ion", 9.25};

    adauga_un_punct(&A);

    printf("%s %s %.2f\n", A.nume, A.prenume, A.medie_admitere);

    return 0;
}
```

```
Popescu Ion 10.00
```

Pointeri la structuri

- folosim operatorul -> pentru a accesa câmpurile
- respectă aceleași reguli ca și ceilalți pointeri
- trebuie să fie inițializați
- trebuie să se facă conversii explicite când este cazul
- pointeri la structuri vs. structuri care conțin pointeri

Structuri imbricate și tablouri de structuri

- **structură imbricată** (nested) = o structură care conține ca membru o altă structură
- **tablou de structuri** = tablou cu elemente de tip struct

```
struct student{
    char nume[30];
    char prenume[30];
    float medie_admitere;
    struct adresa; /*Structura adresa trebuie să fie definită în prealabil*/
}
struct  student grupa[30]; /*tablou de structuri*/
```

Structuri imbricate și tablouri de structuri

- Enunț:

Fișierul text *triunghi.txt* conține pe prima linie un număr natural n (n > 0), apoi n linii. Fiecare linie conține coordonatele reale (abscisa și ordonata) a 3 puncte date sub forma:

abscisa1 ordonata1 abscisa2 ordonata2 abscisa3 ordonata3

Să se afișeze aria celui mare triunghi, dacă acesta există, sau mesajul “nu există” dacă nici un triplet de puncte de pe o linie nu poate defini un triunghi.

Structuri imbricate și tablouri de structuri

Fișierul text *triunghi.txt* conține pe prima linie un număr natural n (n > 0), apoi n linii. Fiecare linie conține coordonatele reale (abscisa și ordonata) a 3 puncte date sub forma:

abscisa1 ordonata1 abscisa2 ordonata2 abscisa3 ordonata3

main.c | triunghiuri.txt

```
1  5
2  0.5 2 2 3.5 2 5
3  1 1 2 2 3 3
4  0.5 0 3 3 5 0.5
5  12 10 3 4 2 6
6  2.5 3 2 4 2 6
```

Structuri imbricate și tablouri de structuri

main.c | triunghiuri.txt

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

typedef struct
{
  float abscisa;
  float ordonata;
} punct2d;

typedef struct
{
  punct2d A, B, C;
  float AB, AC, BC;
  int triunghi_valid;
  float perimetru;
  float arie;
} triunghi;

int citeste_triunghiuri (char *, triunghi **);
int afisare_triunghiuri (triunghi *, int);
void afisare_arie_maxima(triunghi *pT, int n);

int main ()
{
  char nume_fisier[]="triunghiuri.txt";
  triunghi *T=NULL;
  int n=citeste_triunghiuri(nume_fisier, &T);
  afisare_triunghiuri(T,n);
  afisare_arie_maxima(T,n);
  return 0;
}
```

main.c triunghiuri.txt

```
33
34  int citeste_triunghiuri (char *nume, triunghi **pT)
35  {
36    FILE *f = fopen (nume, "r");
37    if (f == NULL)
38      {printf ("Eroare la deschiderea fisierului\n"); exit (0);}
39    int i, n;
40    fscanf (f, "%d", &n);
41    triunghi *p = (triunghi *) malloc (n * sizeof (triunghi));
42    if (p == NULL)
43      {printf ("Eroare la alocare\n"); exit (0);}
44
45    punct2d A, B, C;
46    for (i = 0; i < n; i++)
47      {
48        fscanf (f, "%f %f %f %f %f %f", &A.abscisa, &A.ordonata, &B.abscisa, &B.ordonata,
49            &C.abscisa, &C.ordonata);
50        float AB = sqrt (pow (A.abscisa - B.abscisa, 2) + pow (A.ordonata - B.ordonata, 2));
51        float AC = sqrt (pow (A.abscisa - C.abscisa, 2) + pow (A.ordonata - C.ordonata, 2));
52        float BC = sqrt (pow (B.abscisa - C.abscisa, 2) + pow (B.ordonata - B.ordonata, 2));
53
54        p[i].A=A; p[i].B=B; p[i].C=C; p[i].AB=AB; p[i].AC=AC; p[i].BC=BC;
55
56        if (AB + BC == AC || AB + AC == BC || AC + BC == AC) p[i].triunghi_valid = 0;
57        else
58          {
59              p[i].triunghi_valid = 1;
60              p[i].perimetru = AB + AC + BC;
61              float sp = p[i].perimetru / 2;
62              p[i].arie = sqrt (abs(sp * (sp - p[i].AB) * (sp - p[i].AC) * (sp - p[i].BC)));
63          }
64      }
65    *pT = p;
66    fclose (f);
67    return n;
68  }
```

main.c | triunghiuri.txt

```
70  int afisare_triunghiuri (triunghi *pT, int n)
71  {
72    for (int i = 0; i < n; i++)
73      {
74        printf("\n");
75        if (pT[i].triunghi_valid)
76          printf("triunghiul %d: \n", i);
77
78        printf("punctul A are coordonatele (%.2f, %.2f)\n", pT[i].A.abscisa,
79            pT[i].A.ordonata);
80        printf("punctul B are coordonatele (%.2f, %.2f)\n", pT[i].B.abscisa,
81            pT[i].B.ordonata);
82        printf("punctul C are coordonatele (%.2f, %.2f)\n", pT[i].C.abscisa,
83            pT[i].C.ordonata);
84        printf("Segmentul AB are lungimea: %.2f\n", pT[i].AB);
85        printf("Segmentul AC are lungimea: %.2f\n", pT[i].AC);
86        printf("Segmentul BC are lungimea: %.2f\n", pT[i].BC);
87        if (pT[i].triunghi_valid)
88          printf("Aria triunghiului este: %.2f\n", pT[i].arie);
89         else
90          printf("Punctele sunt coliniare: nu formeaza triunghi.\n");
91      }
92      return n;
93  }
94
```

```
94
95  void afisare_arie_maxima(triunghi *pT, int n)
96  {
97      float arie_maxima=0; int nr=0,i,j=0;
98    for(i=0; i<n;i++)
99    if (pT[i].arie)
100   {
101       j++;
102       if(pT[i].arie>arie_maxima)
103         {arie_maxima=pT[i].arie;nr=j;}
104   }
105   printf("Triunghiul %d are aria maxima = %.2f",nr,arie_maxima);
106 }
```

main.c | triunghiuri.txt

```
5
0.5 2 2 3.5 2 5
1 1 2 2 3 3
0.5 0 3 3 5 0.5
12 10 3 4 2 6
2.5 3 2 4 2 6
```

```
punctul A are coordonatele (0.50, 2.00)
punctul B are coordonatele (2.00, 3.50)
punctul C are coordonatele (2.00, 5.00)
Segmentul AB are lungimea: 2.12
Segmentul AC are lungimea: 3.35
Segmentul BC are lungimea: 0.00
Punctele sunt coliniare: nu formeaza triunghi.

triunghiul 1:
punctul A are coordonatele (1.00, 1.00)
punctul B are coordonatele (2.00, 2.00)
punctul C are coordonatele (3.00, 3.00)
Segmentul AB are lungimea: 1.41
Segmentul AC are lungimea: 2.83
Segmentul BC are lungimea: 1.00
Aria triunghiului este: 1.00

triunghiul 2:
punctul A are coordonatele (0.50, 0.00)
punctul B are coordonatele (3.00, 3.00)
punctul C are coordonatele (5.00, 0.50)
Segmentul AB are lungimea: 3.91
Segmentul AC are lungimea: 4.53
Segmentul BC are lungimea: 2.00
Aria triunghiului este: 3.87

triunghiul 3:
punctul A are coordonatele (12.00, 10.00)
punctul B are coordonatele (3.00, 4.00)
punctul C are coordonatele (2.00, 6.00)
Segmentul AB are lungimea: 10.82
Segmentul AC are lungimea: 10.77
Segmentul BC are lungimea: 1.00
Aria triunghiului este: 5.29

punctul A are coordonatele (2.50, 3.00)
punctul B are coordonatele (2.00, 4.00)
punctul C are coordonatele (2.00, 6.00)
Segmentul AB are lungimea: 1.12
Segmentul AC are lungimea: 3.04
Segmentul BC are lungimea: 0.00
Punctele sunt coliniare: nu formeaza triunghi.
Triunghiul 3 are aria maxima = 5.29
```

Sortarea unui tablou de structuri

main.c | triunghiuri.txt

```c
typedef struct
{
  punct2d A, B, C;
  float AB, AC, BC;
  int triunghi_valid;
  float perimetru;
  float arie;
} triunghi;

int citeste_triunghiuri(char *, triunghi **);
int afisare_triunghiuri(triunghi *, int);
void afisare_arie_maxima(triunghi *, int);
void sorteaza_triunghiuri(triunghi *, int);

int main ()
{
  char nume_fisier[]="triunghiuri.txt";
  triunghi *T=NULL;
  int n=citeste_triunghiuri(nume_fisier, &T);
  afisare_triunghiuri(T,n);
  //afisare_arie_maxima(T,n);
  sorteaza_triunghiuri(T,n);
  afisare_triunghiuri(T,n);
  return 0;
}
```

main.c | triunghiuri.txt

```c
void sorteaza_triunghiuri(triunghi *pT, int n)
{
    int i,j;
    triunghi aux;

    for(i=0; i<n; i++)
        if(!pT[i].triunghi_valid)
            pT[i].arie=0;

    for(i=0; i<n-1; i++)
        for(j=i; j<n; j++)
            if(pT[i].arie>pT[j].arie)
            {
                aux=pT[i];
                pT[i]=pT[j];
                pT[j]=aux;
            }
}
```

Structuri autoreferite

- **structuri autoreferite** = structuri care conțin o declarație recursivă pentru anumiți membri de tip pointer

```
struct  T{
            char ch;
            int i;
            struct T *t;
            }
```
declarație validă

```
struct  T{
            char ch;
            struct S *t;
            }
```

```
struct S{
            int i;
            struct T *q;
            }
```

declarație validă: structurile S și T se invocă reciproc

- este ilegal ca o structură să conțină o instanțiere a sa

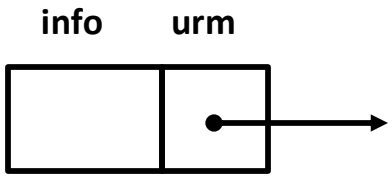
```
struct  T{
            char ch;
            int i;
            struct T t;
            }
```
Declarație invalidă

Structuri autoreferite

- aplicații pentru structuri de date în alocare dinamică:

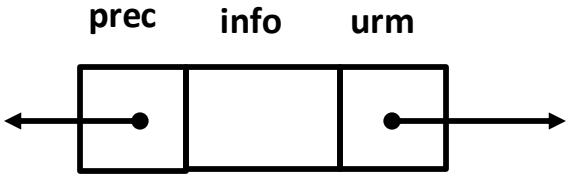
listă simplu înlănțuită

```
struct  nod{
        int info;
        struct nod *urm;
}
```



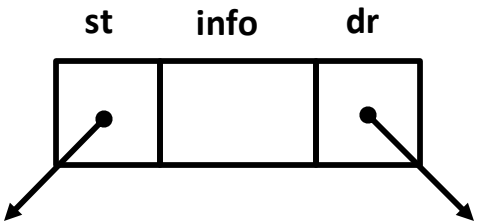
listă dublu înlănțuită

```
struct  nod{
        int info;
        struct nod *urm;
        struct nod *prec;
}
```



arbore binar

```
struct  nod{
        int info;
        struct nod *fiuSt;
        struct nod *fiuDr;
}
```



- fiecare nod conţine:
  - un câmp/mai multe câmpuri cu informația nodului - info
  - un pointer/mai mulți pointeri către nodulile vecine: următor, precedent/ predecesor, fiuStang, fiuDrept

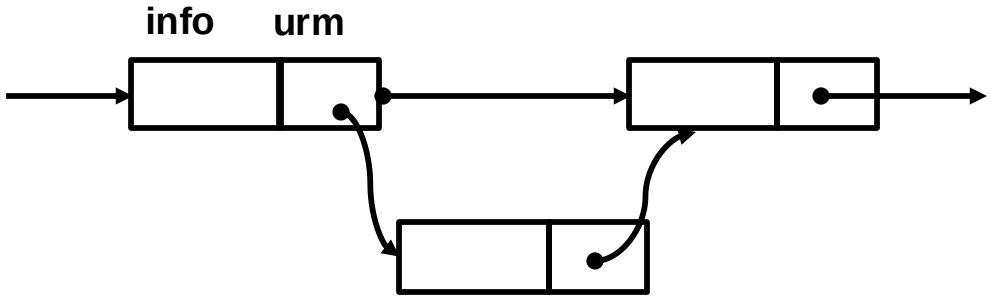
Structuri autoreferite

- aplicații pentru structuri de date în alocare dinamică:

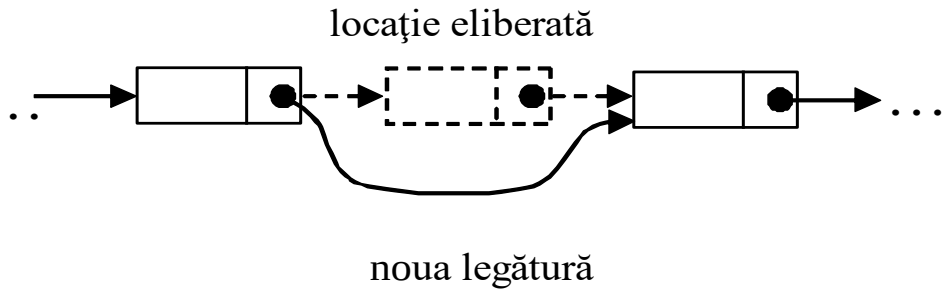
- **liste, stive, cozi, arbori**
  - avantaj față de implementarea statică:
    - operațiile de adăugare sau ștergere sunt foarte rapide
  - dezavantaj față de implementarea statică :
    - accesul la un nod se face prin parcurgerea nodurilor precedente
    - adresa nodurilor vecine ocupă memorie suplimentară

Structuri autoreferite

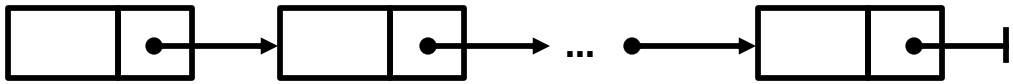
- aplicații pentru structuri de date în alocare dinamică
- **Operații specifice:**
  - adăugare



  - ștergere



  - traversare
  - căutare



Exemple: adăugare, ștergere, traversare-căutare în listă simplu înlănțuită

Structuri autoreferite

- aplicații pentru structuri de date în alocare dinamică

- operații cu **vectori rari**: suma și produsul scalar a doi vectori rari
  - multe dintre elementele vectorului egale cu 0
  - reprezentare eficientă: liste simplu înlănțuite alocate dinamic
  - fiecare nod din lista reține:
    - valoarea
    - poziția din vector pe care se găsește elementul nenul

```
struct  nod{
            float info;
            int poz;
            struct nod *urm;
            }
/*declarație a structurii  nod folosită
la reprezentarea listei*/
```

- citesc vectorii din două fișiere text ce specifică valoarea și poziția elementelor nenule din ambii vectori

Structuri autoreferite

- operații cu vectori rari: suma și produsul scalar a doi vectori rari

vector1.txt

1 5

10 20

40 50

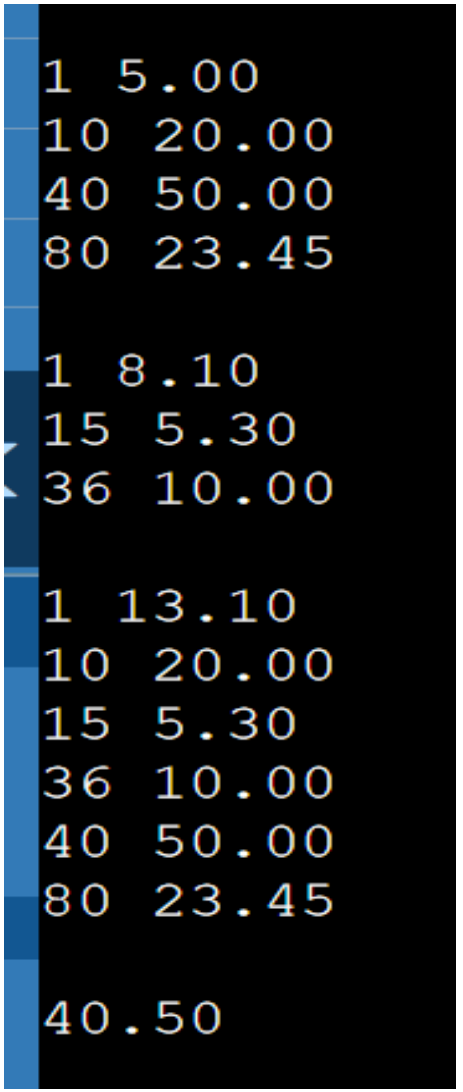
80 23.45

vector2.txt

1 8.1

15 5.3

36 10



Structuri autoreferite

- operații cu vectori rari: suma și produsul scalar a doi vectori rari

main.c | vector1.txt | vector2.txt

```
4  #include <stdio.h>
5  #include <stdlib.h>
6
7  typedef struct{
8      float info;
9      int poz;
10     struct nod *urm;
11 }nod;
12
13 void adaugare(nod**, nod**, float, int);
14 void construire_lista(nod**, nod**,char*);
15 void afisare_lista(nod*);
16 void suma(nod*, nod*, nod**, nod**);
17 float produs_scalar(nod*,nod*);
18
19 int main()
```

main.c | vector1.txt | vector2.txt

```
19  int main()
20  {
21      char* nume_fisier1="vector1.txt";
22      char* nume_fisier2="vector2.txt";
23      /*atentie: pt un spatiu in plus la finalul fisierului
24      dubleaza ultimul nod*/
25
26      nod* prim1=NULL; nod* ultim1=NULL;
27      construire_lista(&prim1,&ultim1,nume_fisier1);
28      afisare_lista(prim1);
29
30      nod* prim2=NULL; nod* ultim2=NULL;
31      construire_lista(&prim2,&ultim2,nume_fisier2);
32      afisare_lista(prim2);
33
34      nod* prim3=NULL; nod* ultim3=NULL;
35      suma(prim1,prim2, &prim3, &ultim3);
36      afisare_lista(prim3);
37
38      printf("\n%.2f",produs_scalar(prim1,prim2));
39
40      return 0;
41  }
```

main.c | vector1.txt | vector2.txt

```
43  void construire_lista(nod** p, nod** u,char* nume_fisier)
44  {
45      FILE* f=fopen(nume_fisier, "r");
46      if (f==NULL)
47          {printf("Eroare la deschidere fisier\n");exit(0);}
48      int poz; float val;
49      while(!feof(f))
50          {
51              fscanf(f,"%d %f",&poz, &val);
52              adaugare(p, u, val, poz);
53          }
54  }
55
56  void afisare_lista(nod* p)
57  {
58      printf("\n");
59      while(p)
60      {
61          printf("%d %.2f\n", p->poz, p->info);
62          p=p->urm;
63      }
64  }
```

Structuri autoreferite

main.c | vector1.txt | vector2.txt

```
66  void adaugare(nod** p, nod** u, float val, int poz)
67  {
68      if(*p==NULL)
69      {
70          *p=(nod*)malloc(sizeof(nod));
71          (*p)->info=val;
72          (*p)->urm=NULL;
73          (*p)->poz=poz;
74          *u=*p;
75      }
76      else
77      {
78          nod* c=(nod*)malloc(sizeof(nod));
79          c->info=val;
80          c->urm=NULL;
81          c->poz=poz;
82          (*u)->urm=c;
83          *u=c;
84      }
85  }
86
```

main.c | vector1.txt | vector2.txt

```
87  void suma(nod* prim1, nod* prim2, nod** prim3, nod** ultim3)
88  {
89      nod *p1,*p2; p1=prim1; p2=prim2;
90      while(p1!=NULL &&p2!=NULL)
91      {
92          if(p1->poz < p2->poz)
93          {   adaugare(prim3,ultim3,p1->info,p1->poz); p1=p1->urm;
94          }
95          else
96              if(p1->poz > p2->poz)
97              {   adaugare(prim3,ultim3,p2->info,p2->poz); p2=p2->urm;
98              }
99          else    //if(p1->poz == p2->poz)
100             {   adaugare(prim3,ultim3,p1->info + p2->info,p2->poz);
101                 p1=p1->urm;p2=p2->urm;
102             }
103     }
104     while(p1!=NULL)
105     {   adaugare(prim3,ultim3,p1->info,p1->poz); p1=p1->urm;
106     }
107     while(p2!=NULL)
108     {   adaugare(prim3,ultim3,p2->info,p2->poz); p2=p2->urm;
109     }
110 }
```

Structuri autoreferite

- operații cu vectori rari: suma și produsul scalar a doi vectori rari

main.c | vector1.txt | vector2.txt

```
112 float produs_scalar(nod* prim1,nod* prim2)
113 {
114     float r=0;
115     nod *p1,*p2; p1=prim1; p2=prim2;
116     while(p1!=NULL &&p2!=NULL)
117     {
118         if(p1->poz == p2->poz)
119             {
120                 r+=(p1->info)*(p2->info);
121                 p1=p1->urm;
122                 p2=p2->urm;
123             }
124         else
125             if(p1->poz < p2->poz)
126                 p1=p1->urm;
127             else
128                 if(p1->poz > p2->poz)
129                     p2=p2->urm;
130     }
131     return r;
132 }
133
```

Structuri autoreferite

- operații cu vectori rari: suma și produsul scalar a doi vectori rari

vector1.txt

1 5

10 20

40 50

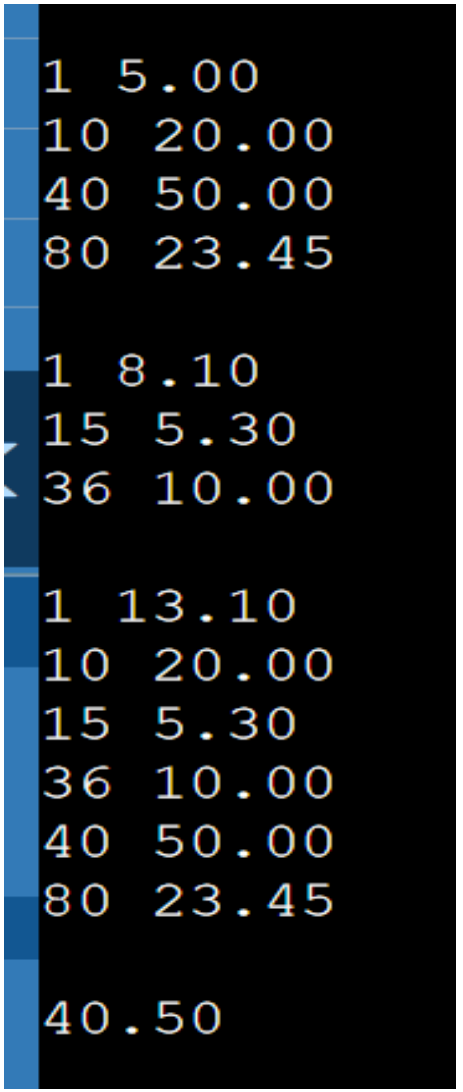
80 23.45

vector2.txt

1 8.1

15 5.3

36 10



Cuprinsul cursului de azi

1. Structuri de date complexe și autoreferite
2. **Funcții cu număr variabil de argumente**

Funcții cu număr variabil de argumente

- funcții cu număr variabil de argumente utilizate de voi până acum:
  - **printf, fprintf**
  - **scanf, fscanf**

```
int a, b, c;
scanf("%d %d",&a,&b);
printf("a=%d\nb=%d\n",a,b);
scanf("%d",&c);
printf("c=%d\n",c);
printf("\n\n");
```

Funcții cu număr variabil de argumente

- probleme:
  - nu se cunoaște numărul parametrilor funcției
  - nu se cunoaște tipul parametrilor

- header-ul stdarg.h cuprinde:
  - definiția unui tip de date specializat (va_list) dedicat manipulării listelor cu număr variabil de parametri
  - macro-uri (va_start, va_arg, va_end) care realizează operații pe acest tip de date

  - **macrou** = fragment de cod căruia i se asociază un nume, la preprocesare se înlocuiește numele cu fragmentul de cod.

Cursul 4: Constante simbolice și macro-uri

```c
#include <stdio.h>

//constante simbolice
#define ALPHA 30
#define BETA ALPHA+10
#define GAMMA (ALPHA+10)

//macro-uri
#define MIN(a,b) (((a)<(b))?(a):(b))
#define ABS1(x)  (x<0)?-x:x
#define ABS2(x)  (((x)<0)?-(x):(x))
#define INTER(tip,a,b) \
        {tip c; c=a; a=b; b=c;}
```

```c
int main()
{
    int x=2*BETA;
    int y=2*GAMMA;
    printf("%d %d\n",x,y); //70 80
    int m=MIN(x,y);
    printf("%d\n",m); //70
    int a=ABS1(x-y);
    int b=ABS2(x-y);
    printf("%d %d\n",a,b); //-150 10
    INTER(int,a,b);
    printf("%d %d\n",a,b); //10 -150
    INTER(int,a,b);
    printf("%d %d\n",a,b); //-150 10
    return 0;
}
```

Funcții cu număr variabil de argumente

- **sintaxa:**

tip_rezultat nume_functie(tip_argument nume_argument, …)

unde (***cel putin***) primul argument este întotdeauna fix, vizibil,

restul argumentelor fiind declarate prin *cele trei puncte*, (...) – *mecanismul elipsă*

- **exemplu:** funcție ce calculează suma a n numere întregi:

int suma(int n,…);

suma(4,1,2,1,1) -> 5; suma(5,1,2,1,1,3) ->8

Funcții cu număr variabil de argumente

- macro-urile din stdarg.h:
  - va_list: tip de date dedicat manipulării listelor cu număr variabil de parametri (de obicei e unsigned char*)
  - va_start(va_list lp, numeArgument) : extrage în lista **lp** parametrii funcției care urmează după ultimul parametru fix specificat de **numeArgument**;
  - va_arg(va_list lp, tip_de_date): extrage la fiecare apel câte o valoare din lista lp – valoarea se consideră de tipul tip_de_date indicat ca parametru (poate fi int sau double);
  - va_end(va_list lp): obligatoriu când se încheie operațiile pe lista **lp**

Funcții cu număr variabil de argumente

- **exemplul 1:** funcție ce calculează suma a n numere întregi

main.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdarg.h>
int suma(int n, ...)
{
    int i,s=0;
    va_list listaParametri;
    va_start(listaParametri, n);
    for(i=0;i<n;i++)
        s=s + va_arg(listaParametri, int);
    va_end(listaParametri);
    return s;
}

int main() {
    int a;
    a=suma(4,1,2,1,1);
    printf("a=%d\n", a);
    a=suma(5,1,2,1,1,3);
    printf("a=%d\n", a);
    return 0;
}
```

```
a=5
a=8
```

Funcții cu număr variabil de argumente

```
void f(int x, ...)
{
 va_list lp; //declara lista de parametri
 va_start(lp ,x); /*initializeaza lista de parametri, trebuie sa stiu unde incepe, dupa x */
  for( ; ; ){
      tip_de_date t = va_arg(lp, tip_de_date); //extrage parametrul curent
      ... }
  va_end(args);
}
```

- apelăm funcția f dintr-o altă funcție g;
- f trebuie să știe ce parametri primește;
- folosim va_start care apelează ultimul parametru formal cunoscut (x) transmis și reținut în stivă;
- transmiterea parametrilor se face de la stânga la dreapta într-o stivă.

Funcții cu număr variabil de argumente

```
void f(int x, …)
{
 va_list lp; //declara lista de parametri
 va_start(lp ,x); //initializeaza lista de parametri, trebuie sa stiu unde incepe, dupa x
  for( ; ; ){
      tip_de_date t = va_arg(lp, tip_de_date);//extrage parametrul curent
      … }
  va_end(args);
}
```

- va_start găsește adresa lui x din stivă (e macrou și nu funcție, are acces la stiva bună!) și apoi din stivă ia fiecare argument transmis cu ajutorul lui va_arg;
- va_arg trebuie să știe ce dimensiune în octeți are parametrul pe care trebuie să îl extragă din stivă;
- va_end este obligatoriu, altfel rezultatul e “undefined”;
- funcția f trebuie să știe unde se oprește cu citirea parametrilor.

Funcții cu număr variabil de argumente

- posibilă definire a macrou-rilor va_list, va_start, va_arg:

```
typedef unsigned char * va_list;
#define  va_start(lp,param) (lp = (((va_list)&param) + sizeof(param)))
#define va_arg(lp,type) (*(type *)((lp += sizeof(type)) – sizeof(type)))
```

- va_list e un pointer la char (adresă de variabilă stocată pe un octet);
- va_start inițializează lista de argumente ca un pointer ce reține adresa imediată după ultimul parametru formal transmis în stivă. De la această adresa încep parametri în număr variabil;
- va_arg realizează două lucruri:
  - updatează lista de argumente la următorul argument mutând pointerul (aritmetica pointerilor);
  - returnează valoarea argumentului actual (se întoarce);

Funcții cu număr variabil de argumente

- **exemplul 1:** funcție ce calculează suma a n numere întregi

main.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdarg.h>
int suma(int n, ...)
{
    int i,s=0;
    va_list listaParametri;
    va_start(listaParametri, n);
    for(i=0;i<n;i++)
        s=s + va_arg(listaParametri, int);
    va_end(listaParametri);
    return s;
}

int main() {
    int a;
    a=suma(4,1,2,1,1);
    printf("a=%d\n", a);
    a=suma(5,1,2,1,1,3);
    printf("a=%d\n", a);
    return 0;
}
```

```
a=5
a=8
```

Funcții cu număr variabil de argumente

- **exemplul 1:** funcție ce calculează suma a n numere întregi

main.c

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

int suma(int n, ...)
{
    int i,s=0;
    va_list listaParametri;
    va_start(listaParametri, n);
    for(i=0;i<n;i++)
        s=s + va_arg(listaParametri, int);
    va_end(listaParametri);
    return s;
}

int main()
{
    int a;
    a=suma(4,1,2,1,1);     printf("a=%d\n", a);
    a=suma(5,1,2,1,1,3);   printf("a=%d\n", a);
    a=suma(2,1,2,1,1,3);   printf("a=%d\n", a);
    a=suma(10,1,2,1,1,3); printf("a=%d\n", a);
    return 0;
}
```

```
a=5
a=8
a=3
a=-1216864871
```

Funcții cu număr variabil de argumente

- **exemplul 2:** suma unui șir de numere întregi ce se temină cu 0

main.c

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <stdarg.h>
4
5  int suma(int x, ...)
6  {
7      int t,s;
8      va_list listaParametri;
9      va_start(listaParametri, x);
10     s=x;
11     do
12     {
13         t = va_arg(listaParametri, int);
14         s = s + t;
15     }while (t!=0);
16     va_end(listaParametri);
17     return s;
18 }
19
20 int main()
21 {
22     int a;
23     a=suma(4,1,2,1,1,0);
24     printf("a=%d\n", a);
25     return 0;
26 }
```

```
a=9
```

Funcții cu număr variabil de argumente

- **exemplul 3:** maximul a n numere întregi

main.c

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

int maxim(int n, ...)
{
    int max, i, aux;
    va_list lp;
    va_start(lp, n);
    max = va_arg(lp, int);
    for(i=2;i<=n;i++)
    {
        aux = va_arg(lp, int);
        if(max < aux)
            max = aux;
    }
    va_end(lp);
    return max;
}

int main()
{
    int a = maxim(7,1,2,10,5,7,4,3);
    printf("a=%d\n", a);
    return 0;
}
```

```
a=10
```

Funcții cu număr variabil de argumente

- **exemplul 4:** concatenarea unui număr varibil de șiruri de caractere într-un singur șir alocat dinamic. *Marcăm sfârșitul șirurilor printr-un șir vid.*

```
char *concateneazaSiruri(const char *primulSir, ...)
{
    va_list listaParametri;
    char *p,*q;

    if(primulSir == NULL) return NULL;
    int lungimeSir = strlen(primulSir);
    va_start(listaParametri, primulSir);
    while((p = va_arg(listaParametri, char *)) != NULL)
        lungimeSir += strlen(p);
    va_end(listaParametri);
    q = (char *) malloc(lungimeSir + 1);
    if(q == NULL) return NULL;
    strcpy(q, primulSir);
    va_start(listaParametri, primulSir);
    while((p = va_arg(listaParametri, char *)) != NULL)
        strcat(q, p);
    va_end(listaParametri);
    return q;
}
```

Funcții cu număr variabil de argumente

vaListExemplu4.c

```c
#include <stdlib.h>
#include <stdarg.h>
#include <string.h>

char *concateneazaSiruri(const char *primulSir, ...)
{
    va_list listaParametri;
    char *p,*q;

    if(primulSir == NULL) return NULL;
    int lungimeSir = strlen(primulSir);
    va_start(listaParametri, primulSir);
    while((p = va_arg(listaParametri, char *)) != NULL)
        lungimeSir += strlen(p);
    va_end(listaParametri);
    q = (char *) malloc(lungimeSir + 1);
    if(q == NULL) return NULL;
    strcpy(q, primulSir);
    va_start(listaParametri, primulSir);
    while((p = va_arg(listaParametri, char *)) != NULL)
        strcat(q, p);
    va_end(listaParametri);
    return q;
}

int main()
{
    char *str = concateneazaSiruri("Functiile cu numar variabil ", "de argumente sunt ", "foarte simple!!!", (char *)'\0');
    printf("%s \n",str);
    return 0;
}
```

```
Functiile cu numar variabil de argumente sunt foarte simple!!!
```

Cursul 10

1. Structuri de date complexe și autoreferite
2. Funcții cu număr variabil de argumente

Cursul 11

1. Preluarea argumentelor funcției main din linia de comandă
2. Programare generică