

## LUCRAREA DE LABORATOR Nr. 1

### TEMA: PĂSTRAREA GRAFURILOR ÎN MEMORIA CALCULATORULUI

#### 1. SCOPUL LUCRĂRII:

- Studiarea metodelor de definire a unui graf: matrice de incidență, matrice de adiacență, liste;
- Elaborarea unor proceduri de introducere, extragere și transformare a diferitor forme de reprezentare internă a grafurilor cu scoaterea rezultatelor la display și imprimantă.

#### 2. NOTE DE CURS

##### Metode de reprezentare a grafului

Există trei metode de bază de definire a unui graf:

1. *Matricea de incidență;*
2. *Matricea de adiacență;*
3. *Lista de adiacență (incidență).*

Vom face cunoștință cu fiecare dintre aceste metode.

##### Matricea de incidență

Este o matrice de tipul  $m \times n$ , în care  $m$  este numărul de muchii sau arce (pentru un graf orientat), iar  $n$  este numărul vârfurilor. La intersecția liniei  $i$  cu coloana  $j$  se vor considera valori de 0 sau 1 în conformitate cu următoarea regulă:

- 1 - dacă muchia  $i$  este incidentă cu vârful  $j$  (dacă arcul  $i$  "intră" în vârful  $j$  în cazul unui graf orientat);
- 0 - dacă muchia (arcul)  $i$  și vârful  $j$  nu sunt incidente;
- -1 - numai pentru grafuri orientate, dacă arcul  $i$  "iese" din vârful  $j$ .

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$u_1$	-1	0	1	0	0	0	0
$u_2$	-1	0	0	1	0	0	0
$u_3$	0	0	0	-1	0	0	1
$u_4$	0	0	-1	0	0	0	1
$u_5$	0	-1	1	0	0	0	0
$u_6$	0	-1	0	0	1	0	0
$u_7$	0	-1	0	0	0	1	0
$u_8$	0	0	-1	0	0	1	0

Fig. 3. Exemplu de matrice de incidență (v.fig.1)

Este ușor de observat că această metodă este de o eficacitate mică în sensul utilizării memoriei calculatorului: fiecare linie conține doar două elemente diferite de zero (o muchie poate fi incidentă cu nu mai mult de două vârfuri).

##### Matricea de adiacență

Este o matrice pătrată  $n \times n$ , aici  $n$  este numărul de vârfuri. Fiecare element poate fi 0, dacă vârfurile respective nu sunt adiacente, sau 1, în caz contrar. Pentru un graf fără bucle putem observa următoarele:

- diagonala principală este formată numai din zerouri;
- pentru grafuri neorientate matricea este simetrică față de diagonala principală.

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$x_1$	0	0	1	1	0	0	0
$x_2$	0	0	1	0	1	1	0
$x_3$	0	0	0	0	0	1	1
$x_4$	0	0	0	0	0	0	1
$x_5$	0	0	0	0	0	0	0
$x_6$	0	0	0	0	0	0	0
$x_7$	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 4. Exemplu de matrice de adiacență (v.fig.1)

După cum este lesne de observat și în acest caz memoria calculatorului este utilizată nu prea eficient din care cauză matricea de adiacență ca și matricea de incidență se vor utiliza de obicei doar în cazul în care se va rezolva o problemă concretă pentru care reprezentarea grafului în această formă aduce unele facilități algoritmului respectiv.

Pentru păstrarea grafurilor în memoria calculatorului (în deosebi, memoria externă) se va utiliza una din posibilitățile de mai jos.

#### Lista de adiacență și lista de incidență

**Lista de adiacență** este o listă cu  $n$  linii (după numărul de vârfuri  $n$ ), în linia cu numărul  $i$  vor fi scrise numerele vârfurilor adiacente cu vârful  $i$ .

**Lista de incidență** se definește analogic cu deosebirea că în linia  $i$  vor fi scrise numerele muchiilor (arcelor) incidente cu vârful  $i$ .

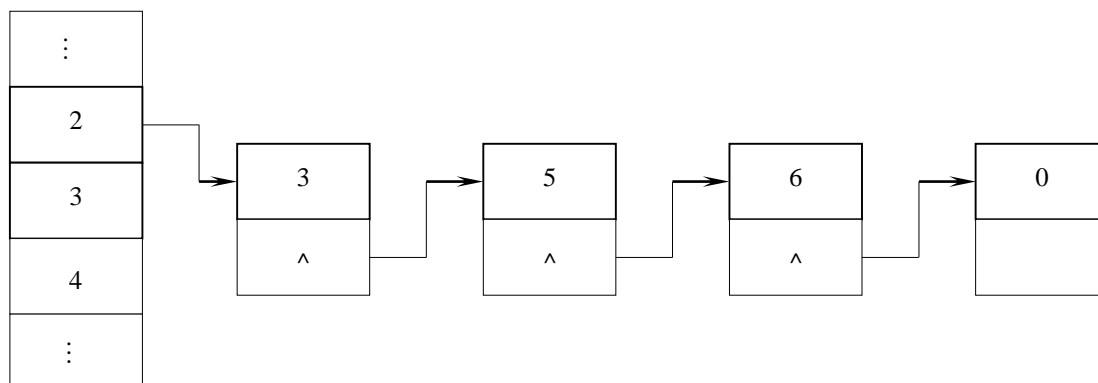
Reprezentarea grafurilor prin intermediul acestor liste permite utilizarea mai eficientă a memoriei calculatorului, însă aceste forme sunt mai complicate atât în realizare, cât și în timpul procesării. Pentru a lua în considerație lungimea variabilă a liniilor vor fi utilizate variabile dinamice și pointeri.

Vom exemplifica pentru un graf cu  $n$  vârfuri. Deoarece fiecare element al listei conține numere de vârfuri este evident să considerăm că vom avea un șir de variabile dinamice de tip INTEGER care se vor afla în relația respectivă de precedare (succedare). Această relație se va realiza prin pointeri, uniți împreună cu variabila de tip întreg. Pentru a păstra indicatorii de intrare în aceste șiruri se va folosi un tablou unidimensional de indicatori de lungime  $n$ . În calitate de simbol de terminare a șirului se va utiliza un simbol care nu a fost folosit la numerația vârfurilor (de exemplu 0), care va fi introdus în calitate de variabilă de tip întreg al ultimului bloc.

**De exemplu**, lista de adiacență (fig.1.1):

1 - 3, 4, 0  
 2 - 3, 5, 6, 0  
 3 - 6, 7, 0  
 4 - 7, 0  
 5 - 0  
 6 - 0  
 7 - 0

va avea următoarea reprezentare internă:



variabile dinamice (pointer și variabilă de tip întreg)

masiv de indicatori

Fig. 5. Reprezentarea internă a listei de adiacență

### **3. SARCINA DE BAZĂ**

1. Elaborați procedura introducerii unui graf în memoria calculatorului în formă de matrice de incidență, matrice de adiacență și listă de adiacență cu posibilități de analiză a corectitudinii.
2. Elaborați proceduri de transformare dintr-o formă de reprezentare în alta.
3. Folosind procedurile menționate elaborați programul care va permite:
  - introducerea grafului reprezentat sub oricare din cele trei forme cu posibilități de corecție a datelor;
  - păstrarea grafului în memoria externă în formă de listă de adiacență;
  - Se va lucra în limbajul C, C++.

### **4. ÎNTREBĂRI DE CONTROL**

1. Care sunt metodele de bază de reprezentare a unui graf?
2. Descrieți fiecare din aceste metode.
3. Cum se vor realiza aceste metode în limbajul C (C++)?

### **5. PREZENTAREA LUCRĂRII DE LABORATOR**

Spre verificare transmiteți fișierul program cu formatul \*.c sau \*.cpp și raportul în format PDF. Fișierele vor fi încărcate în Assignments, Microsoft Teams. Titlul fișierelor se va scrie în modul următor: 1NumePrenume.cr201.c sau 1NumePrenume.ti201.cpp.