

# Lucrarea de laborator Nr. 1

**Scopul lucrării:** Studiarea metodelor de definire a unui graf: matrice de incidenta, matrice de adiacenta, liste. Elaborarea unor proceduri de introducere, extragere si transformare a diferitelor forme de reprezentare internă a grafurilor cu scoaterea rezultatelor la display si imprimanta.

## Consideratii Teoretice:

Anul 1736 este considerat pe buna dreptate de inceput pentru teoria grafurilor. In acel an L. Euler a rezolvat problema despre podurile din Königsberg, stabilind criteriul de existent in grafuri a unui circuit special, denumit astazi ciclu Euler. Avindusi inceputurile in rezolvarea unor jocuri distractive, astazi teoria grafurilor s-a transformat intr-un aparat simplu si accesibil, care permite rezolvarea unui cerc larg de probleme. Sub forma de grafuri pot fi reprezentate sisteme de drumuri si circuite electrice, harti geografice si molecule chimice, relatii dintre oameni si grupuri de oameni.

Teoria grafurilor a devenit o parte componenta a aparatului matematic al ciberneticii, limbajul matematicii discrete.

## Def. Grafului

Se numeste graf ansamblu format dintr-o multime finite  $X$  si o aplicatie  $F$  a lui  $X$  in  $X$ . Se noteaza  $G=(X,F)$ . Numarul elementelor multimii  $X$  determina ordinal grafului finit. Daca  $\text{card } X=n$ , graful  $G=(X,F)$  se numeste *graf finit* de ordinul  $n$ . Elementele multimii  $X$  se numesc *varfurile* grafului. Geometric, varfurile unui graf le reprezentam prin puncte sau cercurile. Perechea de varfuri  $(x,y)$  se numeste *arc* varful  $x$  se numeste *originea* sau *extremitatea initiala* a arcului  $(x,y)$  iar varful  $y$  se numeste *extremitatea finala* sau *terminal*. Un arc  $(x,y)$  il reprezentam geometric printr-o sageata orientata de la varful  $x$  la varful  $y$ .

Daca un varf nu este extremitatea nici unui arc el se numeste varf izolat, iar daca este extremitatea a mai mult de doua arce- nod. Un arc  $(x,y)$  pentru care extremitatea initiala coincide cu cea finala se numeste *bucla*. Arcele unui graf le mai notam si cu  $u_1, u_2, \dots$ , iar multimea arcelor grafului o notam cu  $U$ .

Doua arce se numesc adiacente daca sunt distincte si au o extremitate comuna. Doua varfuri se numesc *adiacente* daca sunt distinct si sunt unite printr-un arc.

Un arc  $(x,y)$  se spune ca este *incident* cu varful  $x$  *spre exterior* si este incident cu varful  $y$  *spre interior*.

Exista 3 metode de baza de definire a unui graf:

1. **Matricea de incidenta;**
2. **Matricea de adiacenta;**
3. **Lista de adiacenta(incidenta).**

Vom lua cunostinta 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  $j$ .

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.

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.

**Exemplu graf cu 5 vârfuri și 7 arce (vezi fig1)**

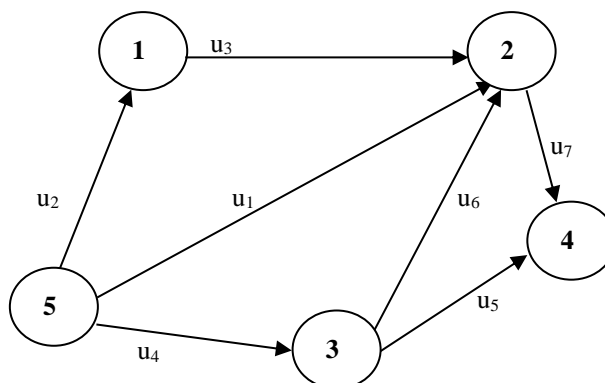


Fig.1 Reprezentarea grafică a grafului G

<b>Xi</b>	<b>F(xi)</b>
<b>x1</b>	<b>2,0</b>
<b>x2</b>	<b>4,0</b>
<b>x3</b>	<b>2,4,0</b>
<b>x4</b>	<b>0</b>
<b>x5</b>	<b>1,2,3,0</b>

**Fig.1** *Lista de adiacenta*

<b>MA</b>	<b>x1</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>	<b>x4</b>	<b>x5</b>
<b>x1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>x2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>x3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>x4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>x5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Fig.2** *Matricea de adiacenta*

<b>MI</b>	<b>x1</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>	<b>x4</b>	<b>x5</b>
<b>u1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>
<b>u2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>
<b>u3</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>u4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>
<b>u5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>u6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>u7</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

**Fig.3** *Matricea de incidenta*

## Sarcina

1. Să 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. Să elaborați proceduri de transformare dintr-o formă de reprezentare în alta.
3. Folosind procedurile menționate să elaborați programul care va permite:
  - introducerea grafului reprezentat sub oricare din cele trei forme cu posibilități de corecție a datelor;
  - păstrarea grafului în memoria în formă de listă de adiacență;
  - extragerea informației într-una din cele trei forme la display
  - transformarea grafului dintr-o reprezentare în alta: eg din Matrice de adiacență să transformați în Lista sau Matrice de Incidență, și viceversa.
4. La apărarea lucrării trebuie să arătați cum lucrează programul, să introduceți un graf în forma selectată de profesor, și să transformați în alte două forme. Să explicați cum se transformă fiecare formă de pastrare a grafului în alta.