

SECTION 2. Applied mathematics. Mathematical modeling.**Shevtsov Alexandr Nikolayevich**

candidate of technical Sciences,
 President, Theoretical & Applied Science, LLP,
 associate Professor of the Department «Mathematics»,
 Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan

Kuntubayev Daniyar Ospanbekovich

student of 2 course of specialty "Computers and software",
 Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Kazakhstan

DOUBLE INDEXATION OF BINARY OPERATIONS ON THE GRAPHS

In the work the problem of development of computer algorithms to determine isomorphic two counts of change in the indexation of vertices.

Keywords: graph, indexing, Delphi.

ДВОЙНАЯ ИНДЕКСАЦИЯ В БИНАРНЫХ ОПЕРАЦИЯХ НАД ГРАФАМИ

В работе решается задача разработки компьютерных алгоритмов для определения изоморфности двух графов изменением индексации вершин.

Ключевые слова: граф, индексация, Дельфи.

При задании бинарных операций в графах, таких как объединение, кольцевая сумма, пересечение и декартово произведение, решения разбиваются на два случая, т.е. к примеру:

$$\Delta \cup \square = \quad \square \cup \Delta =$$

$$\Delta \oplus \square = \quad \square \oplus \Delta =$$

.....

Оба решения являются изоморфными, но сам алгоритм поиска и составления матрицы смежности имеет различия. Соответственно меняется и индексация вершин.

Например, рассмотрим граф состоящий из 3-х вершин и двух ребер (рис.1). Найдем все его возможные изоморфизмы(рис.2).



Рисунок 1 – Граф.

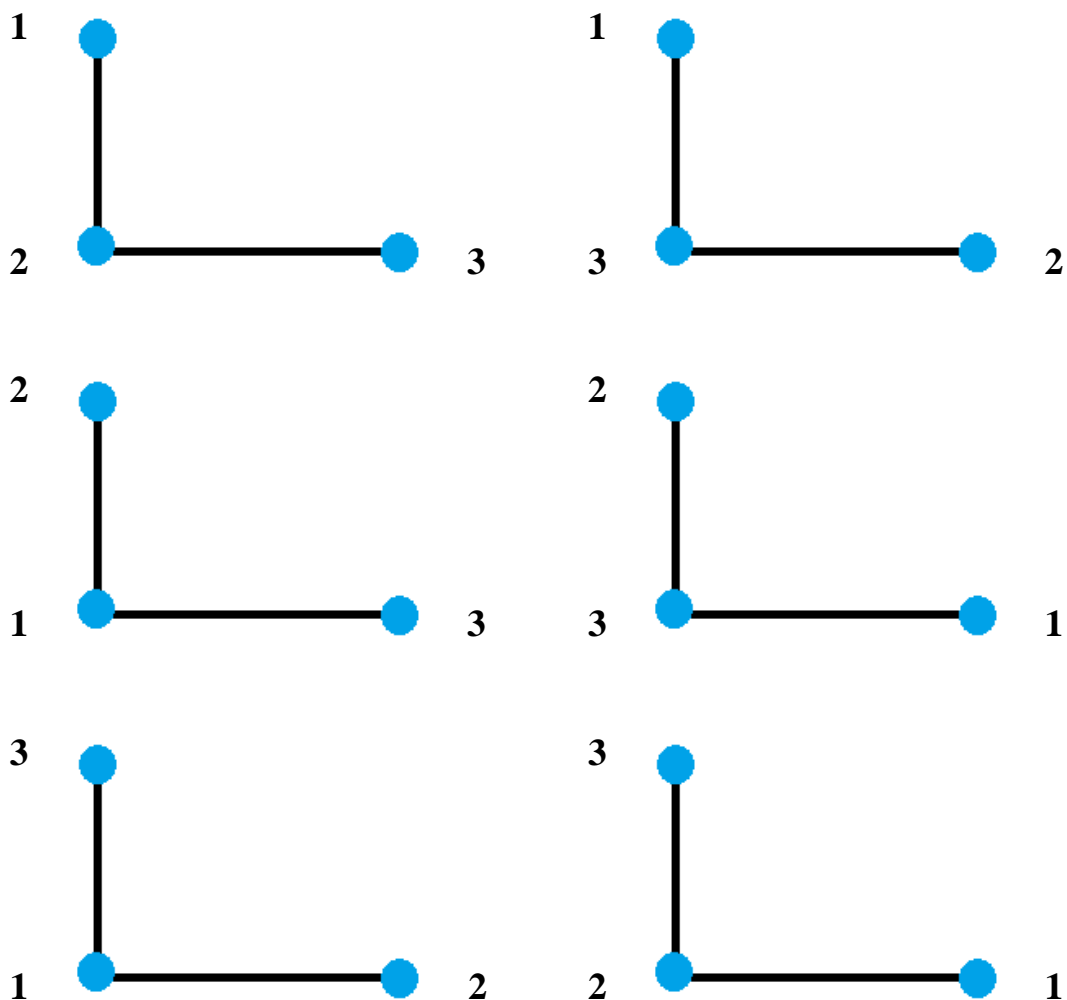


Рисунок 2 – Изоморфизмы графа.

Запишем получаемые матрицы смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Остальные три матрицы дублируются. Составим следующую таблицу путей в графе:

1	12	13	23	1	2	3
	1	0	1	0	0	0
2	13	12	32	1	3	2
3	21	23	13	2	1	3
4	23	21	31	2	3	1
5	31	32	12	3	1	2
6	32	31	21	3	2	1

На основе полученной таблицы составим алгоритмы перебора коэффициентов.

Возникает вопрос быстрого определения изоморфности графов на основе двух матриц смежности. Разработаем консольное приложение для этой задачи:

```

label 1,2,3;
var j,s,z,i,k,n,p,m,y,r,w:integer;
a:array[1..100] of integer;f,f1:text;
b,c:array[1..1000,1..4] of integer;
begin

    assignfile(f1,'primer.txt');
    reset(f1);
    assign(f,'otvet.txt');
rewrite(f);
read(f1,n);
m:=0;y:=0;
for i:=1 to n do
for j:=1 to n do begin
read(f1,z);
if z=1 then begin m:=m+1;b[m,1]:=i;b[m,2]:=j end;
end;
for i:=1 to n do
for j:=1 to n do begin
read(f1,z);
if z=1 then begin y:=y+1;c[y,1]:=i;c[y,2]:=j end;
end;
if y<>m then goto 3;
for i:=1 to n do

```

```

a[i]:=i;
1:k:=0;
for i:=1 to n do
if a[i]=n-i+1 then k:=k+1;
if k=n then goto 3;
a[n]:=a[n]+1;
for i:=n downto 1 do
if a[i]>n then begin a[i-1]:=a[i-1]+1;a[i]:=1;end;
for i:=1 to n-1 do
for j:=i+1 to n do
if a[i]=a[j] then goto 1;
for i:=1 to m do begin
w:=0;r:=0;
for j:=1 to n do begin
if w=0 then if b[i,1]=j then begin b[i,1]:=a[j];w:=1;end;
if r=0 then if b[i,2]=j then begin b[i,2]:=a[j];r:=1;end;end;end;
for i:=1 to m-1 do
for j:=i+1 to m do begin
if b[i,1]>b[j,1] then begin
p:=b[i,1];b[i,1]:=b[j,1];b[j,1]:=p;p:=b[i,2];b[i,2]:=b[j,2];b[j,2]:=p;end;
if b[i,1]=b[j,1] then if b[i,2]>b[j,2] then begin
p:=b[i,1];b[i,1]:=b[j,1];b[j,1]:=p;p:=b[i,2];b[i,2]:=b[j,2];b[j,2]:=p;end;
end;
s:=0;
for i:=1 to m do begin
if b[i,1]=c[i,1] then s:=s+1;
if b[i,2]=c[i,2] then s:=s+1;
end;
if s=m*2 then begin writeln(f,'YES');goto 2;end;
goto 1;
3:writeln(f,'No');
2:close(f);close(f1);
end.

```

Рассмотрим пример графа с 6 вершинами (рис.3.).

Матрицы смежности будем загружать из файла (рис.4). Особенностью разработанного алгоритма является – проверка на изоморфность графов имеющих петли.

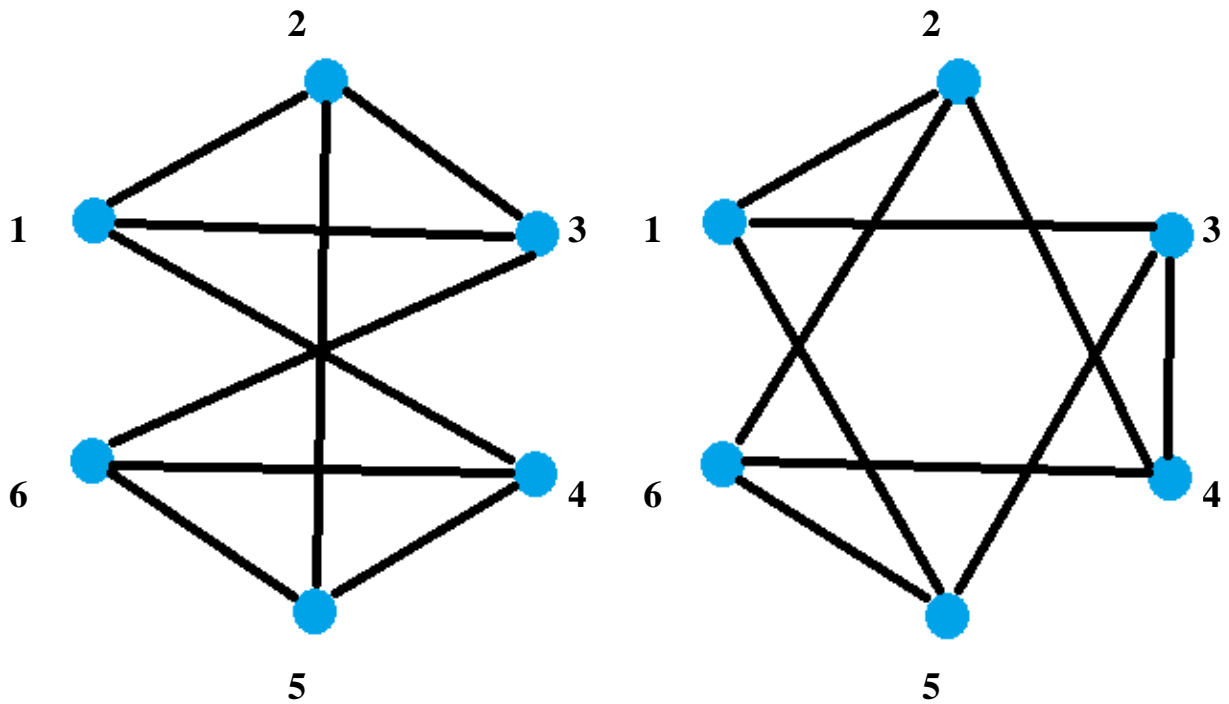


Рисунок 3 – Исследуемые графы.

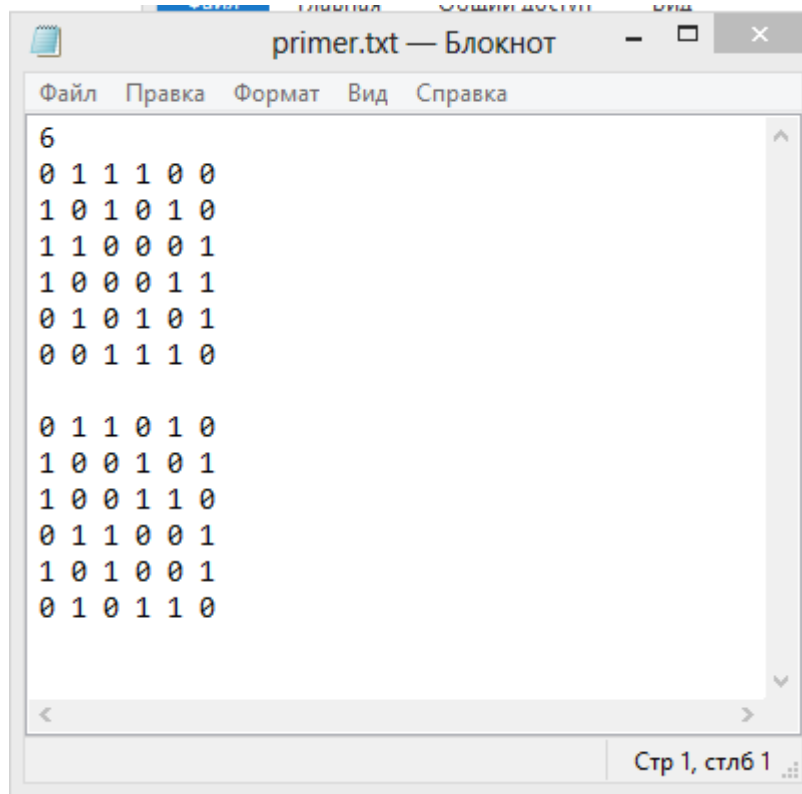


Рисунок 4 – Матрицы смежности двух графов.

Программа и алгоритмы были апробированны на различных графах, разных размерностей.

Литература

1. Кирсанов М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы. –М.: Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 168 с.
2. Robert J. Wilson. Introduction to Graph Theory. –Edinburgh, 1972. 208с.
3. Березина Л.Ю. Графы и их применение: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979. – 143с.