Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

"Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова"

(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники

и автоматизированных систем

**Лабораторная работа № 4.2**

**по дисциплине дискретная математика**

**тема: Циклы**

**Выполнил: студент группы ПВ-223**

**Игнатьев Артур Олегович**

**Проверил: доцент   
Рязанов Юрий Дмитриевич**

Белгород 2023

**Цель работы**: изучить разновидности циклов в графах, научиться генерировать случайные графы, определять их принадлежность к множеству эйлеровых и гамильтоновых графов, находить все эйлеровы и гамильтоновы циклы в графах.

**Задания**

1. Разработать и реализовать алгоритм генерации случайного графа, содержащего n вершин и m ребер.

2. Написать программу, которая:

а) в течение десяти секунд генерирует случайные графы, содержащие n вершин и m ребер;

б) для каждого полученного графа определяет, является ли он эйлеровым или гамильтоновым;

в) подсчитывает общее количество сгенерированных графов и количество графов каждого типа. Результат работы программы представить в виде таблицы. Величину h подобрать такой, чтобы в таблице количество строк было в диапазоне от 20 до 30.

3. Выполнить программу при n = 8,9,10 и сделать выводы.

4. Привести пример диаграммы графа, который является эйлеровым, но не гамильтоновым. Найти в нем все эйлеровы циклы.

5. Привести пример диаграммы графа, который является гамильтоновым, но не эйлеровым. Найти в нем все гамильтоновы циклы.

6. Привести пример диаграммы графа, который является эйлеровым и гамильтоновым. Найти в нем все эйлеровы и гамильтоновы циклы.

7. Привести пример диаграммы графа, который не является ни эйлеровым, ни гамильтоновым.

**Выполнение**

#include "stdio.h"  
#include "time.h"  
#include <malloc.h>  
  
#define N 15  
  
int \*log\_v;// 3 глобальные переменные для проверки гамильтонова графа  
int \*\*graf;  
int \*a;  
  
  
//Выделение памяти для графа а ввиде матрицы инцидентности n\*m  
int \*\* get\_memory\_matr(int n, int m) {  
 int i;  
 int \*\*a;  
  
 // Выделение памяти под указатели на строки  
 a = (int\*\*)malloc((n + 1) \* sizeof(int\*));  
 for (i = 1; i <= n; i++) {  
 // Выделение памяти под хранение строк  
 a[i] = (int\*)malloc((m + 1) \* sizeof(int));  
 }  
 return a;  
}  
  
// Очищение памяти для матрицы  
void free\_memory(int \*\*a, int n) {  
 int i;  
 for (i = 1; i <= n; i++) {  
 free(a[i]);  
 }  
 free(a);  
}  
int \* init\_posl(int n) {  
 int \*a;  
 // Выделение памяти  
 a = (int\*)malloc(n \* sizeof(int));  
 return a;  
}  
  
// Заполнение матрицы n\*m нулями  
void clear\_matr(int \*\* a, int n, int m) {  
 int i, j;  
  
 for (i = 1; i <= n; i++) {  
 for (j = 1; j <= m; j++) {  
 a[i][j] = 0;  
 }  
 }  
 return;  
}  
  
// Генерация случайного графа n вершин и m ребер  
void init\_matr\_rand\_numbers(int \*\* a, int n, int m) {  
 int i, j, k;  
 srand(clock());  
 for (j = 1; j <= m; j++) {  
 i = rand() % (n)+1;  
 a[i][j] = 1;  
 k = i;  
 while (i == k)  
 k = rand() % (n)+1;  
 a[k][j] = 1;  
 }  
 return;  
}  
  
  
// Является ли граф связным  
int is\_sviaz(int \*\* graf, int n, int m) {  
 int a[N] = { 0 };  
 int i = 1, j, k;  
 a[i] = 1;  
 int count = 1;  
 for (i = 1; i <= n; i++) {  
 if (a[i] == i) {  
 for (j = 1; j <= m; j++) {  
 if (graf[i][j] == 1) {  
 for (k = 1; k <= n; k++) {  
 if ((k != i) && (graf[k][j] == 1) && (a[k] == 0))  
 a[k] = i + 1;  
 }  
 }  
 }  
 }  
 }  
 for (i = 1; i <= n; i++) {  
 if (a[i] == 0) {  
 return 0;  
 }  
 i++;  
 }  
 return 1;  
}  
  
int is\_smezh\_ver(int a, int b, int m) {  
 for (int j = 1; j <= m; j++) {  
 if (graf[a][j] && graf[b][j])  
 return 1;  
 }  
 return 0;  
}  
  
// Является ли данный граф Эйлеровым  
int is\_eil\_graf(int \*\* graf, int n, int m) {  
 int count = 0;  
 int flag = 1;  
 int i = 1, j = 1;  
 if (is\_sviaz(graf, n, m)) {  
 while ((i <= n) && flag) {  
 while ((j <= m) && flag) {  
 if (graf[i][j] == 1)  
 count++;  
 j++;  
 }  
 if (((count + 1) % 2) == 0)  
 flag = 0;  
 i++;  
 j = 0;  
 }  
 }  
 else  
 flag = 0;  
 return flag;  
}  
  
int find\_gam\_cikl(int i, int n, int m) {  
 int x;  
 for (x = 1; x <= n; x++) {  
 if ((is\_smezh\_ver(a[i - 1], x, m)) && (x != a[i - 1]) && (log\_v[x] == 0)) {  
 a[i] = x;  
 if ((a[i] == a[0]) && (i == n))  
 return 1;  
 else {  
 log\_v[x] = 1;  
 if (find\_gam\_cikl((i + 1), n, m))  
 return 1;  
 log\_v[x] = 0;  
 }  
 }  
 }  
 return 0;  
}  
  
  
// Является ли данный граф гамильтоновым  
int is\_gam\_graf(int \*\* graf, int n, int m) {  
 if (is\_sviaz(graf, n, m)) {  
 int i;  
  
 for (i = 0; i < n; i++)  
 a[i] = 0;  
  
 for (i = 0; i <= n; i++)  
 log\_v[i] = 0;  
  
 a[0] = 1;  
  
 if (find\_gam\_cikl(1, n, m))  
 return 1;  
 else  
 return 0;  
 }  
 else  
 return 0;  
}  
  
  
  
  
void ten\_sec\_gen(int n, int last) {  
 double time\_spent = 0;  
 int count\_eil = 0, count\_gam = 0, count\_un = 0;  
 int m = n + 1;  
 // выделение памяти  
 graf = get\_memory\_matr(n, m);  
 a = init\_posl((n));  
 log\_v = init\_posl((n + 1));  
 printf("\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\n");  
 printf("| Кол-во вершин | Количество ребер | Колво Эйлеровых графом | Гамильтоновых графов | Всех графов |\n");  
 while (m <= last) {  
 while (time\_spent < 10) {  
 clock\_t begin = clock();  
 clear\_matr(graf, n, m);  
 init\_matr\_rand\_numbers(graf, n, m);  
 clock\_t end = clock();  
 time\_spent += (double)(end - begin) / CLOCKS\_PER\_SEC;  
  
 // Проверка, является ли сгенерированный граф гамельтоновым, если да, то count\_gam++  
 if (is\_gam\_graf(graf, n, m))  
 count\_gam++;  
  
 // Проверка, является ли сгенерированный граф эйлеровым, если да, то count\_eil++  
 if (is\_eil\_graf(graf, n, m))  
 count\_eil++;  
  
 count\_un++;  
 }  
 // вывод для n и m результатов красиво  
 printf("| %13d | %16d | %22d | %20d | %11d |\n", n, m, count\_eil, count\_gam, count\_un);  
 // очищение памяти  
 free\_memory(graf, n);  
 m++;  
 // выделение памяти  
 graf = get\_memory\_matr(n, m);  
 time\_spent = 0;  
 count\_eil = 0;  
 count\_gam = 0;  
 count\_un = 0;  
 }  
  
 return;  
}  
  
  
  
  
  
int main() {  
  
  
 printf("\n\nТаблица для 8 вершин: \n");  
 ten\_sec\_gen(8, 28);  
 free(a);  
 free(log\_v);  
  
 printf("\n\nТаблица для 9 вершин: \n");  
 ten\_sec\_gen(9, 36);  
 free(a);  
 free(log\_v);  
  
 printf("\n\nТаблица для 10 вершин: \n");  
 ten\_sec\_gen(10, 45);  
 free(a);  
 free(log\_v);  
  
 getchar();  
 getchar();  
 getchar();  
 return 0;  
}

3. Выполнить программу при n = 8, 9, 10 и сделать выводы.

**N = 8**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Количество вершин | Количество графов | | |
| Эйлеровых | Гамильтоновых | Всех |
| 8 | 8760 | 1191143 | 1193423 |
| 9 | 4829 | 666556 | 681500 |
| 10 | 3862 | 371079 | 425421 |
| 11 | 3020 | 187088 | 306326 |
| 12 | 2255 | 171091 | 273081 |
| 13 | 1992 | 145833 | 303822 |
| 14 | 2111 | 183319 | 301961 |
| 15 | 2839 | 198544 | 299414 |
| 16 | 1679 | 187231 | 274435 |
| 17 | 1741 | 173211 | 229101 |
| 18 | 1339 | 165539 | 193546 |
| 19 | 1480 | 91081 | 149356 |
| 20 | 1104 | 81938 | 104871 |
| 21 | 766 | 92337 | 93423 |
| 22 | 630 | 64952 | 67339 |
| 23 | 674 | 43085 | 52596 |
| 24 | 290 | 26340 | 35368 |
| 25 | 0 | 19823 | 25606 |
| 26 | 0 | 15622 | 23206 |
| 27 | 0 | 13985 | 20564 |
| 28 | 0 | 19321 | 19321 |

**N = 9**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Количество вершин | Количество графов | | |
| Эйлеровых | Гамильтоновых | Всех |
| 9 | 5762 | 1005491 | 1005718 |
| 10 | 1904 | 565567 | 569417 |
| 11 | 1469 | 275725 | 287700 |
| 12 | 2029 | 201391 | 237046 |
| 13 | 840 | 153057 | 182133 |
| 14 | 596 | 63537 | 163357 |
| 15 | 503 | 129546 | 150219 |
| 16 | 590 | 115474 | 141614 |
| 17 | 784 | 118610 | 133875 |
| 18 | 486 | 114141 | 126822 |
| 19 | 283 | 102780 | 111282 |
| 20 | 596 | 91147 | 97731 |
| 21 | 416 | 46802 | 48958 |
| 22 | 227 | 59522 | 61003 |
| 23 | 315 | 81217 | 82182 |
| 24 | 494 | 75890 | 76619 |
| 25 | 805 | 66020 | 66520 |
| 26 | 1366 | 30135 | 34156 |
| 27 | 2289 | 17183 | 19106 |
| 28 | 3594 | 73697 | 73771 |
| 29 | 4959 | 25442 | 29754 |
| 30 | 5506 | 13860 | 13860 |
| 31 | 4543 | 13397 | 13397 |
| 32 | 6433 | 16182 | 16182 |
| 33 | 0 | 10087 | 10087 |
| 34 | 0 | 9249 | 9249 |
| 35 | 0 | 8728 | 8728 |
| 36 | 8865 | 8865 | 8865 |

**N = 10**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Количество вершин | Количество графов | | |
| Эйлеровых | Гамильтоновых | Всего |
| 10 | 2775 | 817272 | 817272 |
| 11 | 527 | 439863 | 447672 |
| 12 | 1345 | 339272 | 380432 |
| 13 | 684 | 194729 | 253974 |
| 14 | 673 | 114611 | 136515 |
| 15 | 578 | 112611 | 125529 |
| 16 | 541 | 93597 | 108513 |
| 17 | 435 | 54824 | 64815 |
| 18 | 425 | 51767 | 52510 |
| 19 | 321 | 7568 | 45201 |
| 20 | 253 | 7727 | 10911 |
| 21 | 208 | 8434 | 10647 |
| 22 | 125 | 9595 | 11135 |
| 23 | 91 | 10407 | 11466 |
| 24 | 24 | 11363 | 12138 |
| 25 | 19 | 13965 | 14503 |
| 26 | 28 | 14846 | 15238 |
| 27 | 50 | 20635 | 20924 |
| 28 | 47 | 25831 | 26046 |
| 29 | 74 | 42004 | 42160 |
| 30 | 88 | 50069 | 50194 |
| 31 | 152 | 77514 | 77600 |
| 32 | 205 | 62092 | 62142 |
| 33 | 354 | 60463 | 60498 |
| 34 | 736 | 34625 | 34649 |
| 35 | 180 | 630595 | 630602 |
| 36 | 141 | 60165 | 61144 |
| 37 | 114 | 57582 | 67582 |
| 38 | 18 | 53628 | 53628 |
| 39 | 14 | 47394 | 47394 |
| 40 | 28 | 31231 | 31231 |
| 41 | 0 | 7184 | 7184 |
| 42 | 0 | 1630 | 1630 |
| 43 | 0 | 2091 | 2091 |
| 44 | 0 | 29 | 329 |
| 45 | 0 | 68 | 68 |

4. Привести пример диаграммы графа, который является эйлеровым, но не гамильтоновым. Найти в нем все эйлеровы циклы:

Изображение выглядит как зарисовка, круг, линия, рисунок

Автоматически созданное описание

**Эйлеровы циклы:**

1, 2, 4, 3, 5, 2, 3, 1

1, 2, 5, 3, 4, 2, 3, 1

1, 2, 3, 4, 2, 5, 3, 1

1, 2, 3, 5, 2, 4, 3, 1

1, 3, 2, 4, 3, 5, 2, 1

1, 3, 2, 5, 3, 4, 2, 1

1, 3, 4, 2, 5, 3, 2, 1

1, 3, 5, 2, 4, 3, 2, 1

2, 1, 3, 4, 2, 5, 3, 2

2, 1, 3, 5, 2, 4, 3, 2

2, 1, 3, 2, 4, 3, 5, 2

2, 1, 3, 2, 5, 3, 4, 2

2, 3, 4, 2, 5, 3, 1, 2

2, 3, 5, 2, 4, 3, 1, 2

2, 3, 1, 2, 4, 3, 5, 2

2, 3, 1, 2, 5, 3, 4, 2

3, 1, 2, 4, 3, 5, 2, 3

3, 1, 2, 5, 3, 4, 2, 3

3, 1, 2, 3, 4, 2, 5, 3

3, 1, 2, 3, 5, 2, 4, 3

3, 2, 1, 3, 4, 2, 5, 3

3, 2, 1, 3, 5, 2, 4, 3

3, 2, 4, 3, 5, 2, 1, 3

3, 2, 5, 3, 4, 2, 1, 3

4, 3, 5, 2, 3, 1, 2, 4

4, 2, 5, 3, 2, 1, 3, 4

5, 2, 4, 3, 2, 1, 3, 5

5, 3, 4, 2, 1, 3, 2, 5

5. Привести пример диаграммы графа, который является гамильтоновым, но не эйлеровым. Найти в нем все гамильтоновы циклы:

Изображение выглядит как рисунок, круг, зарисовка

Автоматически созданное описание

**Гамильтоновы циклы :**

1, 2, 3, 4, 5, 1

1, 5, 4, 3, 2, 1

2, 3, 4, 5, 1, 2

2, 1, 5, 4, 3, 2

3, 4, 5, 1, 2, 3

3, 2, 1, 5, 4, 3

4, 5, 1, 2, 3, 4

4, 3, 2, 1, 5, 4

5, 1, 2, 3, 4, 5

5, 4, 3, 2, 1, 5

6. Привести пример диаграммы графа, который является эйлеровым и гамильтоновым. Найти в нем все эйлеровы и гамильтоновы циклы:

Изображение выглядит как круг, зарисовка, рисунок, искусство

Автоматически созданное описание

**Гамильтоновы циклы:**

1, 2, 3, 4, 1

1, 4, 3, 2, 1

2, 3, 4, 1, 2

2, 1, 4, 3, 2

3, 4, 1, 2, 3

3, 2, 1, 4, 3

4, 1, 2, 3, 4

4, 3, 2, 1, 4

**Эйлеровы циклы:**

1, 2, 3, 4, 1

1, 4, 3, 2, 1

2, 3, 4, 1, 2

2, 1, 4, 3, 2

3, 4, 1, 2, 3

3, 2, 1, 4, 3

4, 1, 2, 3, 4

4, 3, 2, 1, 4

7. Пример графа не являющегося не эйлеровым, не гамильтоновым (так как он не связный):

Изображение выглядит как круг, зарисовка, линия, рисунок

Автоматически созданное описание

Вывод: на этой лабораторной работе я изучил разновидности циклов в графах, научился генерировать случайные графы, определять их принадлежность к множеству эйлеровых и гамильтоновых графов, находить все эйлеровы и гамильтоновы циклы в графах.