МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедры МО ЭВМ

Лабораторная работа №1
по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»

Тема: Рекурсия

Студентка гр. 8304 _____ Мельникова О.А.

Преподаватель _____ Фиалковский М.

Санкт-Петербург
2019

ЗАДАНИЕ

НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

Студентка: Мельникова О.А.

Группа 8304

Тема работы: Рекурсия

Задано конечное множество имен жителей некоторого города, причем для каждого из жителей перечислены имена его детей. Жители X и Y называются родственниками, если (а) X – ребенок Y, (б) либо Y – ребенок X, либо существует некоторый Z, такой, что X является родственником Z, а Z является родственником Y. Перечислить все пары жителей города, которые являются родственниками.

Дата выдачи задания: 04.09.2019

Дата защиты:

_____

Студентка _____ Мельникова О.А.

Преподаватель _____ Фиалковский М.

АННОТАЦИЯ

В данной работе была создана программа, которая по данным родственным связям находит всех родственников, используя систему непересекающихся множеств.

SUMMARY

In this work, a program was created that, according to family relationships, finds all relatives using a system of disjoint sets.

Оглавление

1. Считывание и функция GetManID

Считывание выполняет функция `ReadAndWritePeople`, которая принимает на вход массив имен и два массива индексов, показывающих родство, а также количество элементов в этих массивах.

Из файла в цикле считываются строки с именами, где первое имя – это родитель, а последующие – дети. При считывании имен происходит поиск в массиве с именами, и если текущего имени там нет, то записываем его. Кроме того заполняем массивы индексов (первое имя – каждое последующее). Для быстрого поиска индекса в массиве имен создана функция `GetManID`.

Затем выводится список всех жителей и таблица отношений по индексам массива имен, показывающая родство.

Исходный код:

```
int GetManID(string name, string* people, int peopleCount)
{
	for (int i = 0; i < peopleCount; i++)
		if (people[i] == name)
			return i;
	//в цикле по people сравниваем name с people[i]. если равно, то возвращаем i

    }


void ReadAndWritePeople(string* people, int* parents, int* children, int* peopleCount, int*
relationsCount)
{
	// в цикле считываем строки
	string str;
	ifstream file("relations.txt", ios::in);
	while(!file.eof())
	{
		getline(file, str);
		char* cstr = new char[str.length()+1];
		strcpy(cstr, str.c_str());
		char* name = new char[20];
		name = strtok (cstr, " ");

		int flagChild = 0;
		string parentName;
		int parentID;

		// ищем имена в people[]
		// если имени нет – добавить

		while (name != NULL)
		{
			int flag = 1;
			for(int i = 0; i < *peopleCount; i++){
				if(strcmp(name, people[i].c_str()) == 0) { flag = 0; break; }
			}
			if(flag){
				people[*peopleCount] = name;
				(*peopleCount)++;
			}

			if(flagChild){	// если считали второе и последующие имена в строке, то
добавляем отношение
				parents[*relationsCount] = parentID;	//(индекс первого имени в
строке – индекс считанного имени)
				children[*relationsCount] = GetManID(name, people, *peopleCount);
				(*relationsCount)++;
			}
			else
			{
				parentName = name;
				parentID = GetManID(parentName, people, *peopleCount);  //функция
поиска индекса имени в массиве имен
			}

			name = new char[20];
			name = strtok (NULL, " ");
			flagChild = 1;
		}
	}
```

```
   cout << "\nСписок всех жителей:\n" << endl;
   for (int i = 0; i < *peopleCount; i++){
    cout << i << " " << people[i] << "\n" << endl;
}

cout << "\nТаблица отношений в индексах жителей:\n" << endl;
   for (int i = 0; i < *relationsCount; i++){
    cout << parents[i] << " " << children[i] << "\n" << endl;
}

}
```

2. Функции GetRoot и Union

Функции созданы для поиска системы непересекающихся множеств.

Пускай мы оперируем элементами **N** видов (для простоты, здесь и далее — числами от 0 до N-1). Некоторые группы чисел объединены в множества. Также мы можем добавить новый элемент, он тем самым образует множество размера 1 из самого себя. И наконец, периодически некоторые два множества нам потребуется сливать в одно.

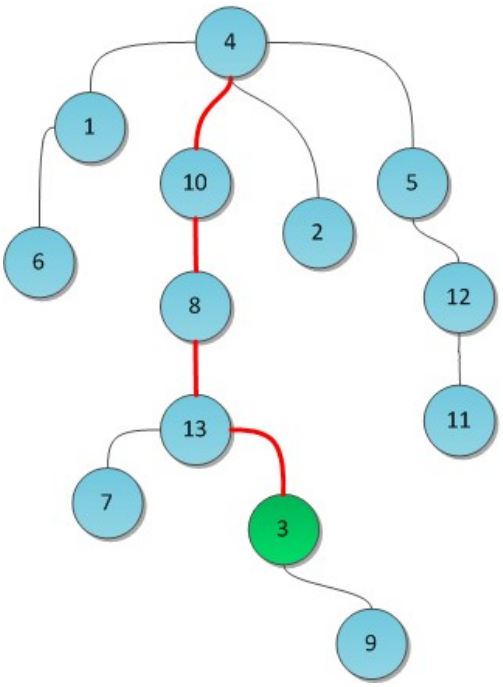
Чтобы создать новое дерево из элемента X, достаточно указать, что он является корнем собственного дерева, и предка не имеет p[x] = x, это будет сделано в main().

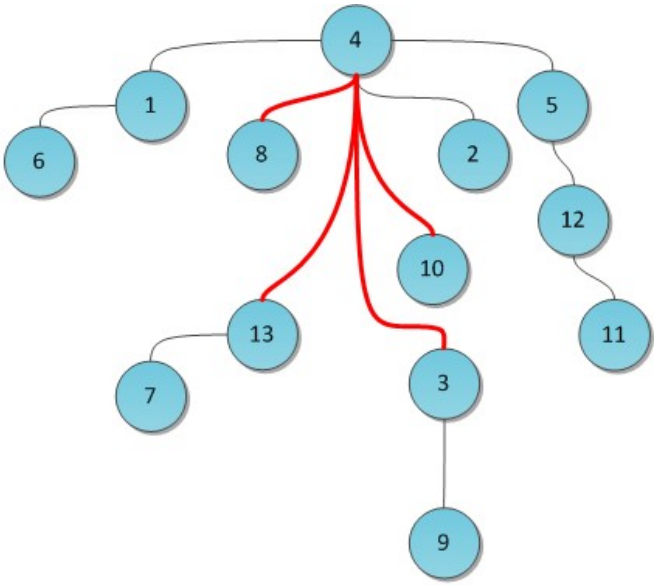
GetRoot()

Создан для возвращения *идентификатора* множества, которому принадлежит элемент X. В качестве идентификатора мы будем выбирать один элемент из этого множества — *корень* множества. Гарантируется, что для одного и того же множества представитель будет возвращаться один и тот же.

Для нахождения представителя достаточно подняться вверх по родительским ссылкам до тех пор, пока не наткнемся на корень.

Мы будем просто пытаться не допускать чрезмерно длинных веток в дереве (*сжатие путей)*. После того, как представитель таки будет найден, мы для каждой вершины по пути от X к корню изменим предка на этого самого представителя. То есть фактически переподвесим все эти вершины вместо длинной ветви непосредственно к корню. Таким образом, реализация операции Find становится двухпроходной.





Исходный код в рекурсивной форме:

```
int GetRoot(int x, int* sets)  //для нахождения представителя, подняться вверх по родительским ссылкам до тех пор, пока не наткнемся на корень
//для каждой вершины по пути от X к корню изменим предка на этого самого представителя
```

```
{
	return (sets[x] == x) ? x : sets[x] = GetRoot(sets[x], sets);
}
```

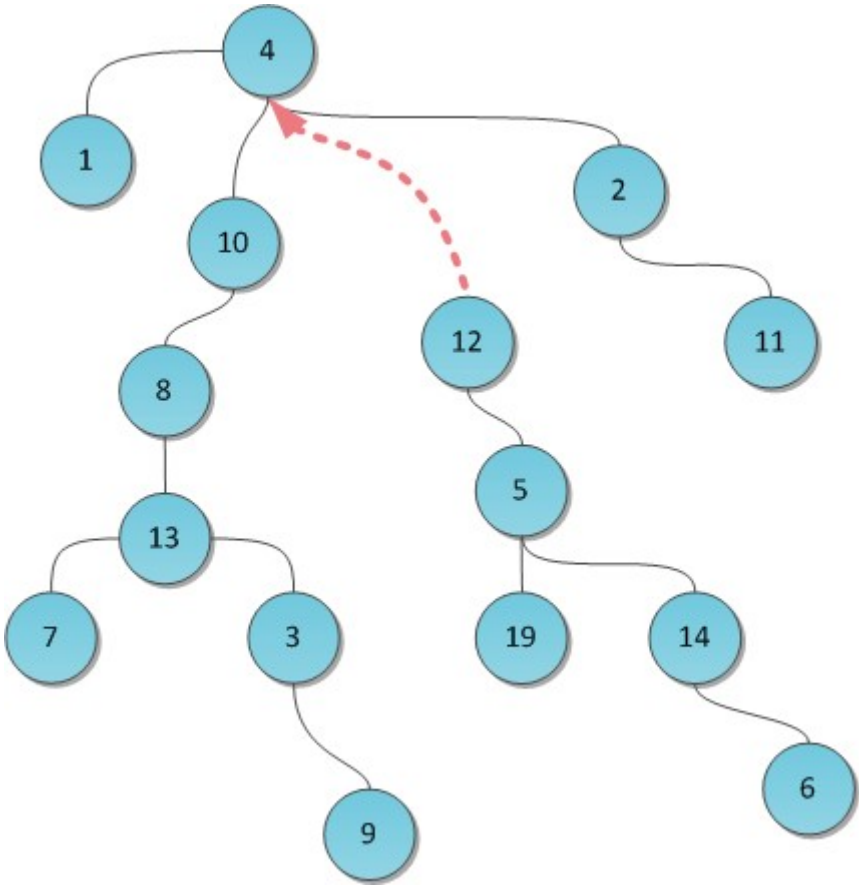
Unite(X, Y)

Найдем для начала корни обоих сливаемых деревьев с помощью уже написанной функции GetRoot. Неализация хранит только ссылки на непосредственных родителей, для слияния деревьев достаточно было бы просто подвесить один из корней (а с ним и все дерево) сыном к другому. Таким образом все элементы этого дерева автоматически станут принадлежать другому — и процедура поиска представителя будет возвращать корень нового дерева.

Будем хранить помимо предков еще один массив **Rank**. В нем для каждого дерева будет храниться верхняя граница его высоты — то есть длиннейшей ветви в нем. Для каждого корня в массиве Rank будет записано число, гарантированно больше или равное высоте его дерева.

Теперь легко принять решении о слиянии: чтобы не допустить слишком длинных ветвей, будем подвешивать более низкое дерево к более высокому. Если их высоты равны — не играет роли, кого подвешивать к кому. Но в последнем случае новоиспеченному корню надо не забыть увеличить Rank.

Пример, с параметрами 8 и 19:



Исходный код:

```
void Union(int x, int y, int* sets, int* ranks)
{
    if ( (x = GetRoot(x, sets)) == (y = GetRoot(y, sets)) )
        return;
```

```
    if ( ranks[x] < ranks[y] )  //подвешиваем более низкое дерево к более высокому
        sets[x] = y;
    else
    {
        sets[y] = x;
        if ( ranks[x] == ranks[y] )
            ranks[x]++;
}
}
```

3. Функция печати

Сначала для каждого человека выводится группа родственников, к которой он относится, а затем все пары имен родственников.

```
void PrintAllRelatives(string* people, int* peopleSets, int peopleCount)
{
	cout << "\nРезультат работы алгоритма поиска непересекающихся множеств:\n" << endl;

	for (int i = 0; i < peopleCount; i++)
	 cout << peopleSets[i] << " " + people[i] << endl;

	cout << "\nВсе пары родственников:\n" << endl;

	for (int i = 0; i < peopleCount-1; i++)
	{
		for (int j = i+1; j < peopleCount; j++)
		{
			if (peopleSets[i] == peopleSets[j])
				cout << people[i] + " - " + people[j] << endl;
		}
	}

}
```

5. Тестирование

Содержимое файла:

ivan peter john
anna peter
peter jack
igor gorge
gorge olga
dasha andrew maria
nikolay andrew maria
gennadiy dasha
alex nikolay

Вывод:

Список всех жителей:

0 ivan

1 peter

2 john

3 anna

4 jack

5 igor

6 gorge

7 olga

8 dasha

9 andrew

10 maria

11 nikolay

12 gennadiy

13 alex

Таблица отношений в индексах жителей:

0 1

0 2

3 1

1 4

5 6

6 7

8 9

8 10

11 9

11 10

12 8

13 11

Результат работы алгоритма поиска непересекающихся множеств:

0 ivan
0 peter
0 john
0 anna
0 jack
5 igor
5 gorge
5 olga

8 dasha
8 andrew
8 maria
8 nikolay
8 gennadiy
8 alex

Все пары родственников:

ivan - peter
ivan - john
ivan - anna
ivan - jack
peter - john
peter - anna
peter - jack
john - anna
john - jack
anna - jack
igor - gorge
igor - olga
gorge - olga
dasha - andrew
dasha - maria
dasha - nikolay
dasha - gennadiy
dasha - alex
andrew - maria
andrew - nikolay
andrew - gennadiy
andrew - alex
maria - nikolay
maria - gennadiy
maria - alex
nikolay - gennadiy
nikolay - alex
gennadiy - alex

Содержимое файла:
ivan peter john
anna peter
peter jack
igor gorge
lena vika
Вывод:
Список всех жителей:

0 ivan

1 peter

2 john

3 anna

4 jack

5 igor

6 gorge

7 lena

8 vika

Таблица отношений в индексах жителей:

0 1

0 2

3 1

1 4

5 6

7 8

Результат работы алгоритма поиска непересекающихся множеств:

0 ivan
0 peter
0 john
0 anna
0 jack
5 igor
5 gorge
7 lena
7 vika

Все пары родственников:

ivan - peter
ivan - john
ivan - anna
ivan - jack
peter - john
peter - anna
peter - jack
john - anna
john - jack
anna - jack
igor - gorge
lena – vika

Содержимое файла:
ivan
Вывод:
Список всех жителей:
0 ivan
Таблица отношений в индексах жителей:

Результат работы алгоритма поиска непересекающихся множеств:

0 ivan

Все пары родственников:

5. Исходный код программы

```
#include <fstream>
#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <cstdlib>
#include <cstring>

#define SIZE 100

using namespace std;

int GetRoot(int x, int* sets)  //для нахождения представителя, подняться вверх по родительским
ссылкам до тех пор, пока не наткнемся на корень
//для каждой вершины по пути от X к корню изменим предка на этого самого представителя
{
	return (sets[x] == x) ? x : sets[x] = GetRoot(sets[x], sets);
}

void Union(int x, int y, int* sets, int* ranks)
{
    if ( (x = GetRoot(x, sets)) == (y = GetRoot(y, sets)) )
        return;

    if ( ranks[x] < ranks[y] )  //подвешиваем более низкое дерево к более высокому
        sets[x] = y;
    else
    {
        sets[y] = x;
        if ( ranks[x] == ranks[y] )
            ranks[x]++;
    }
}


int GetManID(string name, string* people, int peopleCount)
{
	for (int i = 0; i < peopleCount; i++)
		if (people[i] == name)
			return i;
	//в цикле по people сравниваем name с people[i]. если равно, то возвращаем i
}

void ReadAndWritePeople(string* people, int* parents, int* children, int* peopleCount, int*
relationsCount)
{
	// в цикле считываем строки
	string str;
	ifstream file("relations.txt", ios::in);
	while(!file.eof())
	{
		getline(file, str);
		char* cstr = new char[str.length()+1];
		strcpy(cstr, str.c_str());
		char* name = new char[20];
		name = strtok (cstr, " ");

		int flagChild = 0;
		string parentName;
		int parentID;

		// ищем имена в people[]
		// если имени нет – добавить

		while (name != NULL)
		{
			int flag = 1;
			for(int i = 0; i < *peopleCount; i++){
				if(strcmp(name, people[i].c_str()) == 0) { flag = 0; break; }
			}
			if(flag){
				people[*peopleCount] = name;
				(*peopleCount)++;
			}

			if(flagChild){	// если считали второе и последующие имена в строке, то
добавляем отношение
				parents[*relationsCount] = parentID;	//(индекс первого имени в
строке – индекс считанного имени)
```

```
                        children[*relationsCount] = GetManID(name, people, *peopleCount);
                        (*relationsCount)++;
                    }
                    else
                    {
                        parentName = name;
                        parentID = GetManID(parentName, people, *peopleCount);  //функция
поиска индекса имени в массиве имен
                    }

                    name = new char[20];
                    name = strtok (NULL, " ");
                    flagChild = 1;
                }
        }

        cout << "\nСписок всех жителей:\n" << endl;
        for (int i = 0; i < *peopleCount; i++){
          cout << i << " " << people[i] << "\n" << endl;
    }

    cout << "\nТаблица отношений в индексах жителей:\n" << endl;
        for (int i = 0; i < *relationsCount; i++){
          cout << parents[i] << " " << children[i] << "\n" << endl;
    }

}

void PrintAllRelatives(string* people, int* peopleSets, int peopleCount)
{
        cout << "\nРезультат работы алгоритма поиска непересекающихся множеств:\n" << endl;

        for (int i = 0; i < peopleCount; i++)
          cout << peopleSets[i] << " " + people[i] << endl;

        cout << "\nВсе пары родственников:\n" << endl;

        for (int i = 0; i < peopleCount-1; i++)
        {
                for (int j = i+1; j < peopleCount; j++)
                {
                        if (peopleSets[i] == peopleSets[j])
                                cout << people[i] + " - " + people[j] << endl;
                }
        }

}

int main()
{
        string* people = new string[SIZE]; //список всех имен

        int* peopleSets = new int[SIZE];  //массив, хранящий для каждой вершины дерева её
непосредственного предка
        int* peopleSetsRanks = new int[SIZE];  // для каждого дерева будет храниться верхняя
граница его высоты

        int* parents = new int[SIZE];   //индексы имен из people в двух массивах показывают
родство
        int* children = new int[SIZE];
        int peopleCount = 0;  //количество жителей
        int relationsCount = 0;  //количество связей

        ReadAndWritePeople(people, parents, children, &peopleCount, &relationsCount);
//считывание имен и заполнение связей родства

    for (int i = 0; i < SIZE; i++)  //для каждого элемента X, создать множество размера 1 из
самого себя.
    {
         peopleSets[i] = i;
         peopleSetsRanks[i] = 0;
    }

        for (int i = 0; i < relationsCount; i++)  //объединить два множества, в которых лежат
элементы X и Y, в одно новое
        {
                Union(parents[i], children[i], peopleSets, peopleSetsRanks);
    }
    for (int i = 0; i < relationsCount; i++) //возвратить идентификатор множества, которому
принадлежит элемент X
        {
                peopleSets[i] = GetRoot(i, peopleSets);
```

```
    }

        PrintAllRelatives(people, peopleSets, peopleCount); //печать пар родственников
        return 0;
}
```

6. Литература

- **https://habr.com/ru/post/104772/**