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 _____ Фирсов М.А.

Санкт-Петербург
2019

Цель работы

Ознакомиться с основными понятиями и приемами рекурсивного программирования, получить навыки программирования рекурсивных процедур и функций на языке программирования C++.

Задание

Вариант 2

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.

Считывание и функция GetManID

Считывание выполняет функция `ReadAndWritePeople`, которая принимает на вход вектор имен и два вектора индексов, показывающих родство, а также количество элементов в этих векторах.

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

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

Функции GetRoot и UnionBranch

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.

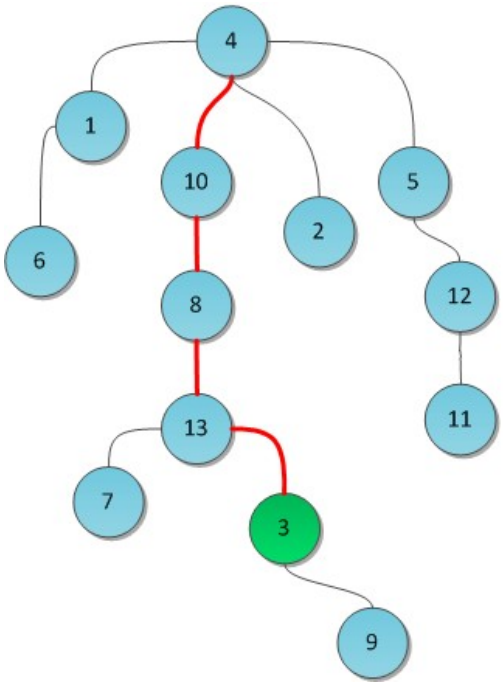
Чтобы создать новое дерево из элемента X, достаточно указать, что он является корнем собственного дерева, и предка не имеет p[x] = x, это будет сделано в main().

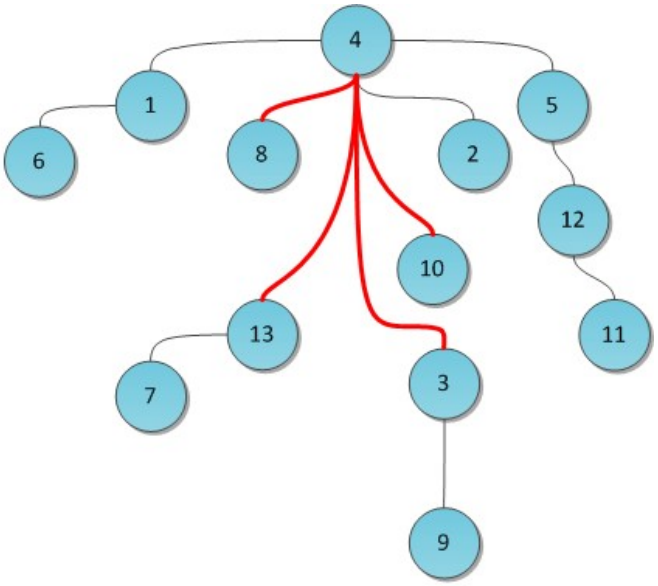
GetRoot()

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.





UnionBranch

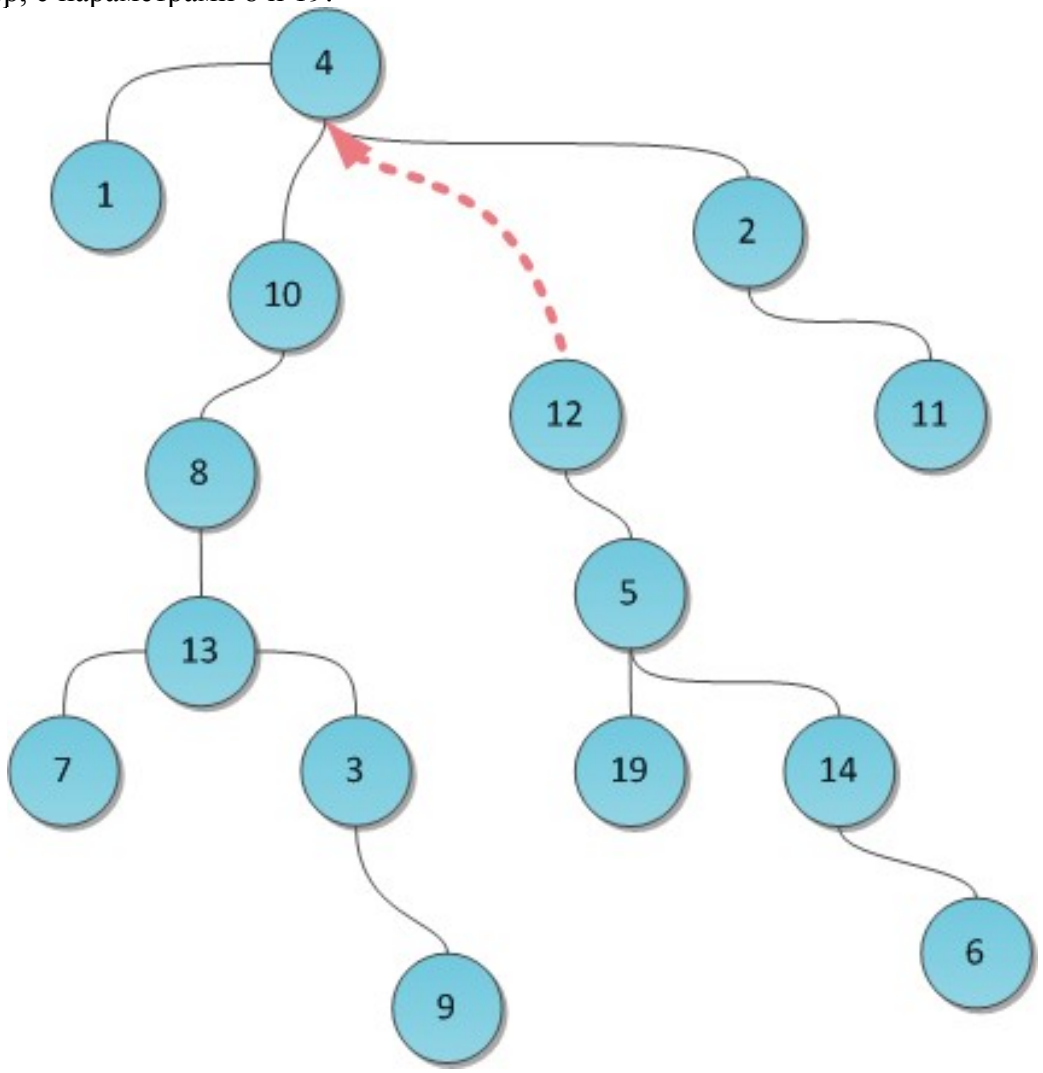
Найдем для начала корни обоих сливаемых деревьев с помощью уже написанной функции GetRoot. Реализация хранит только ссылки на непосредственных родителей, для слияния деревьев достаточно было бы просто подвесить один из корней (а с ним и все дерево) сыном к другому. Таким образом все элементы этого дерева 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:



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:

Вывод

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

Исходный код программы

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


int GetRoot(int x, std::vector<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 UnionBranch(int x, int y, std::vector<int>* sets, std::vector<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(std::string name, std::vector<std::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(std::vector<std::string>* people, std::vector<int>*
parents, std::vector<int>* children, int* peopleCount, int* relationsCount)
{
	// в цикле считываем строки
	std::string str;
	std::ifstream file("relations.txt", std::ios::in);
	while(!file.eof())
	{
		std::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;
		std::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->push_back(name);
				//people[*peopleCount] = name;
				(*peopleCount)++;
			}

			if(flagChild){	// если считали второе и последующие
имена в строке, то добавляем отношение
				parents->push_back(parentID);   //(индекс первого
имени в строке – индекс считанного имени)
				children->push_back(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;
		}
	}

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

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

```
}

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

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

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

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

}

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

	std::vector<std::string> people;

	std::vector<int> peopleSets;  //массив, хранящий для каждой вершины
дерева её непосредственного предка
	std::vector<int> peopleSetsRanks;  // для каждого дерева будет
храниться верхняя граница его высоты

	std::vector<int> parents;   //индексы имен из people в двух массивах
показывают родство
	std::vector<int> children;
	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 < peopleCount; i++)  //для каждого элемента X, создать
множество размера 1 из самого себя.
    {
        peopleSets.push_back(i);
        peopleSetsRanks.push_back(0);
    }

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

	PrintAllRelatives(&people, &peopleSets, peopleCount); //печать пар
родственников

	return 0;
}

	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
	{
		UnionBranch(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;
}
```