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

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3
по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»
Тема: Бинарные деревья

Студент гр. 9304 Шуняев А.В.

Преподаватель Филатов А.Ю.

Санкт-Петербург
2020

Цель работы.

Ознакомиться с понятием бинарного дерева, реализовать его, решить поставленную задачу на его основе

Задание.

Вариант 13м.

Формулу вида:

<формула>::=<терминал> | (<знак><формула><формула>)

<знак>::= + | – | *

<терминал>::= | ( ) ::= + | – | * ::= 0 | 1 | ... | 9 | a | b | ... | z

можно представить в виде бинарного дерева.

– формула из одного терминала представляется деревом из одной вершины с этим терминалом;

– формула вида (s f1 f2) представляется деревом, в котором корень – это знак s, а левое и правое поддеревья – соответствующие представления формул *f1 u f2.*

Требуется:

- построить дерево-формулу t из строки, задающей формулу впостфиксной форме (перечисление узлов t в порядке ЛПК);

- упростить дерево-формулу t, выполнив в нем все операции вычитания, в которых уменьшаемое и вычитаемое – цифры. Результат вычитания –цифра или формула вида (0 – цифра).

Описание алгоритма работы программы.

На вход программы подаются строки неограниченной длинны. Данные строки записываются в список строк. Далее в цикле, пока список не пуст, создается объект класса BTree, конструктор которого принимает строку как параметр. В нем инициализируются поля класса, и вызывается метод TreeInit. Данный метод рекурсивно преобразует строку в бинарное дерево на основе массива по принципу, если i-тый элемент это корень, то 2*i+1 его левое ветвление, а 2*i+2 – правое. Если элемент строки является символом «+» «-» «*» «/», то

метод записывает его в массив и вызывается рекурсивно сначала для правого ветвления, а затем для левого. Если элемент массива является цифрой или буквой, то они записываются в массив. После создания объекта дерево выводится в два файла output.txt, output_test.txt. После этого вызывается метод Simplify, который заменят все вычитания, в которых фигурируют цифры, на результат вычитания. После этого дерево снова выводится в два файла.

Формат входных и выходных данных

Входные данные представлены в виде строк. В них входят константы и переменный, а также символы «+» «-» «*» «/». Формула записывается в постфиксной форме. Пример «ab+cd-*». Строки считываются из файла input.txt.

Описание основных структур данных и функций (кратко).

- Класс TreeElement – элемент дерева, мы создаем массив элементов этого класса.
- Класс InputData – считывает входные данные из файла.
- Класс BTree – класс самого дерева.
- Метод TreeInit – создает дерево из строки.
- Метод Print и PrintTest – выводят дерево в два файла.
- Метод Simplify – производит упрощение вычитаний.

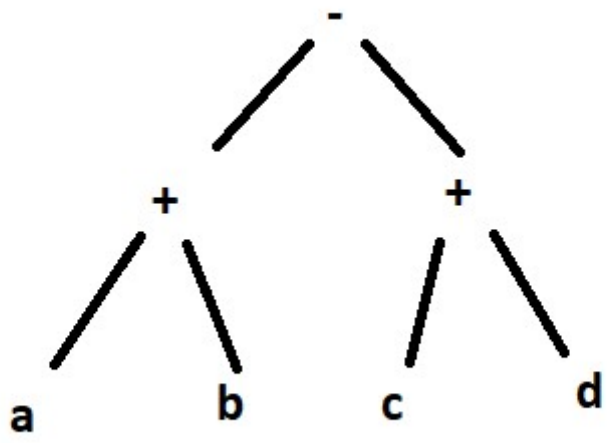
Тестирование

Тестирование происходит с помощью сравнения файлов output_test.txt, true_output.txt

Таблица 1 – тестирование программы

Входные данные	Выходные данные	Результат теста
ab+cd+-	((a+b)-(c+d))	Program anwer: ((a+b)-(c+d)) True anwer: ((a+b)-(c+d)) Test #1 - True!
ab+54-*	((a+b)*(5-4))	Program anwer: ((a+b)*(5-4)) True anwer: ((a+b)*(5-4)) Test #2 - True!
ab+54-*	((a+b)* 1)	Simplified Program anwer: ((a+b)* 1) True anwer: ((a+b)* 1) Test #3 - True!
12+34+-56/78*+*	(((1 + 2) - (3 + 4)) * ((5 / 6) + (7 * 8)))	Program anwer: (((1 + 2) - (3 + 4)) * ((5 / 6) + (7 * 8))) True anwer: (((1 + 2) - (3 + 4)) * ((5 / 6) + (7 * 8))) Test #4 - True!

Представление бинарного дерева в программе на примере ab+cd+-:



Примеры вывода в файлы на примере ab+cd+-:

Output_test.txt:

----------< Tree #1 >----------

((a + b) - (c + d))

----------< Simplified Tree #1 >----------

((a + b) - (c + d))

Output.txt:

----------< Tree #1 >----------

-

    +

        a

        b

    +

        c

        d

```
-----------< Simplified Tree #1 >-----------


-
        +
                a
                b
        +
                c
                d
```

Выводы.

Было изучено понятие бинарного дерева. Был реализован бинарное дерево на основе массива на языке программирования C++.

Во время выполнения работы была написана программа, создающая бинарное дерево и упрощающая вычитания. Проведено тестирование программы. В ходе выполнения работы был сделан вывод, что бинарные деревья достаточно трудно преобразовать из строки в массив, однако запись такого формата легко обрабатывать, и мы имеем доступ к любому элементу дерева, если знаем только его индекс. В то же время, у такой реализации есть существенный минус, она занимает много места и при этом не использует все, из-за чего появляется большое количество пустых ячеек.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
КОД ПРОГРАММЫ.

Файл mail.cpp:

```
#include <memory>
#include <string>
#include <math.h>
#include "TreeElement.h"
#include "InputData.h"

template <typename T1>
class BTree
{
public:
	int tree_size = 0;
	std::unique_ptr<TreeElement<T1>[]> tree;

	BTree(std::string& str);
	~BTree();

	void Print(int tab, int iter, std::ofstream& file);
	void PrintTest(int iter, std::ofstream& test_file);
	void Simplify();
	void TreeInit(std::string& str, int tree_iter, int& str_iter);




};

template<typename T1>
BTree<T1>::BTree(std::string& str)
{
	int tree_iter = 0;
	int str_iter = str.length() - 1;
	int temp = 0;

	this->tree_size = 16;
	this->tree = std::make_unique<TreeElement<T1>[]>(this->tree_size);

	this->TreeInit(str, tree_iter, str_iter);
}

template<typename T1>
BTree<T1>::~BTree()
{
}
```

```
template<typename T1>
void BTree<T1>::Print(int tab, int iter, std::ofstream& file)
{
	int temp = tab;
	std::string str = "";
	while (temp != 0) {
		str += "  ";
		temp--;
	}
	if (tree[iter].is_set) {
		if (std::holds_alternative<T1>(this->tree[iter].data_)) {
			if (std::get<T1>(this->tree[iter].data_) < 0) {
				file << str << "0 - " << abs(std::get<T1>(this->tree[iter].data_)) << '\n';
			}
			else {
				file << str << std::get<T1>(this->tree[iter].data_) << '\n';
			}

		}
		else {
			file << str << std::get<char>(this->tree[iter].data_) << '\n';

			if (std::get<char>(this->tree[iter].data_) == '+' || std::get<char>(this->tree[iter].data_) == '-' ||
				std::get<char>(this->tree[iter].data_) == '*' || std::get<char>(this->tree[iter].data_)
== '/')
			{
				this->Print(tab + 1, (2 * iter) + 1, file);
				this->Print(tab + 1, (2 * iter) + 2, file);
			}
		}
	}
}

template<typename T1>
void BTree<T1>::PrintTest(int iter, std::ofstream& test_file)
{
	if (tree[iter].is_set) {
		if (std::holds_alternative<T1>(this->tree[iter].data_)) {
			if (std::get<T1>(this->tree[iter].data_) < 0) {
				test_file << " 0 - " << abs(std::get<T1>(this->tree[iter].data_)) << ' ';
			}
			else {
				test_file << std::get<T1>(this->tree[iter].data_) << ' ';
			}

		}
```

```
                else {
                        //file << str << std::get<char>(this->tree[iter].data_) << '\n';

                        if (std::get<char>(this->tree[iter].data_) == '+' || std::get<char>(this->tree[iter].data_) == '-' ||
                                std::get<char>(this->tree[iter].data_) == '*' || std::get<char>(this->tree[iter].data_)
== '/')
                        {
                                test_file << "( ";
                                this->PrintTest((2 * iter) + 1, test_file);
                                test_file << std::get<char>(this->tree[iter].data_) << ' ';
                                this->PrintTest((2 * iter) + 2, test_file);
                                test_file << ") ";
                        }
                        else {
                                test_file << std::get<char>(this->tree[iter].data_) << ' ';
                        }
                }
        }
}

template<typename T1>
void BTree<T1>::Simplify()
{
        for (int i = this->tree_size - 1; i >= 0; --i) {
                if (tree[i].is_set) {
                        if (std::holds_alternative<char>(this->tree[i].data_) && std::get<char>(this->tree[i].data_) ==
'-')
                        {
                                if (std::holds_alternative<int>(this->tree[(2 * i) + 1].data_)
                                        && std::holds_alternative<int>(this->tree[(2 * i) + 2].data_))
                                {
                                        tree[i].data_ = std::get<int>(this->tree[(2 * i) + 1].data_) -
std::get<int>(this->tree[(2 * i) + 2].data_);
                                        tree[(2 * i) + 1].is_set = false;
                                        tree[(2 * i) + 2].is_set = false;
                                }
                        }
                }
        }
}

template<typename T1>
void BTree<T1>::TreeInit(std::string& str, int tree_iter, int& str_iter)
{
        if (tree_iter >= this->tree_size - 2) {

                int new_size = tree_size * 2;
```

```
        std::unique_ptr<TreeElement<T1>[]> temp = std::make_unique<TreeElement<T1>[]>(new_size);

        for (int i = 0; i < tree_size; i++) {
                temp[i] = tree[i];
        }

        this->tree = std::move(temp);
        this->tree_size = new_size;
}
bool right_side = true;
for (str_iter; str_iter >= 0; --str_iter)
{
        if (str[str_iter] == '+' || str[str_iter] == '-' || str[str_iter] == '*' || str[str_iter] == '/')
        {
                if (str_iter == str.length() - 1) {
                        tree[tree_iter].data_ = str[str_iter];
                        tree[tree_iter].is_set = true;
                }
                else {
                        if (right_side) {
                                tree[(2 * tree_iter) + 2].data_ = str[str_iter];
                                tree[(2 * tree_iter) + 2].is_set = true;
                                this->TreeInit(str, 2 * (tree_iter)+2, --str_iter);
                                right_side = false;
                        }
                        else {
                                tree[(2 * tree_iter) + 1].data_ = str[str_iter];
                                tree[(2 * tree_iter) + 1].is_set = true;
                                this->TreeInit(str, 2 * (tree_iter)+1, --str_iter);
                                right_side = true;
                        }
                        if (right_side) {
                                return;
                        }
                }
        }
        else {
                if ((str[str_iter] >= 'a' && str[str_iter] <= 'z') || (str[str_iter] >= '0' && str[str_iter] <= '9'))
                {
                        if (right_side) {
                                if ((str[str_iter] >= '0' && str[str_iter] <= '9')) {
                                        char s = str[str_iter];
                                        T1 temp = std::atoi(&s);
                                        tree[(2 * tree_iter) + 2].data_ = temp;
                                        tree[(2 * tree_iter) + 2].is_set = true;
                                        right_side = false;
                                }
```

```
                                        else {
                                                tree[(2 * tree_iter) + 2].data_ = str[str_iter];
                                                tree[(2 * tree_iter) + 2].is_set = true;
                                                right_side = false;
                                        }
                                }
                                else {
                                        if ((str[str_iter] >= '0' && str[str_iter] <= '9')) {
                                                char s = str[str_iter];
                                                T1 temp = std::atoi(&s);
                                                tree[(2 * tree_iter) + 1].data_ = temp;
                                                tree[(2 * tree_iter) + 1].is_set = true;
                                                right_side = true;
                                        }
                                        else {
                                                tree[(2 * tree_iter) + 1].data_ = str[str_iter];
                                                tree[(2 * tree_iter) + 1].is_set = true;
                                                right_side = true;
                                        }
                                }

                                if (right_side) {
                                        return;
                                }
                        }
                }
        }
}

int main() {
        InputData data;
        std::ofstream file("./Tests/output.txt");
        std::ofstream test_file("./Tests/output_test.txt");
        int iter = 1;


        while (data.list.size() != 0)
        {
                BTree<int> b_tree(data.list.front());

                file << "\n\n ----------< Tree #" << iter << " >---------- \n\n";
                test_file << "\n\n ----------< Tree #" << iter << " >---------- \n\n";

                b_tree.Print(0,0, file);
                b_tree.PrintTest(0, test_file);

                b_tree.Simplify();
```

```
                file << "\n\n ----------< Simplified Tree #" << iter << " >---------- \n\n";
                test_file << "\n\n ----------< Simplified Tree #" << iter << " >---------- \n\n";

                b_tree.Print(0,0, file);
                b_tree.PrintTest(0, test_file);

                data.list.pop_front();
                iter++;
        }

        test_file.close();
        file.close();
        return 0;
}
```

Файл TreeElement.h:

```
#pragma once
#include <variant>

template <typename T1>
class TreeElement
{
public:
        bool is_set = false;
        std::variant<T1, char> data_;

};
```

Файл InputData.h:

```
#pragma once
#include <string>
#include <list>
#include <fstream>
#include <iostream>

class InputData
{
public:
        std::list<std::string> list;
        std::ifstream file_;

        InputData();
};
```

Файл InputData.cpp:

```
#include "InputData.h"
```

```
InputData::InputData()
{
	file_.open("./Tests/input.txt");
	std::string str;

	if (file_.is_open()) {
		while (std::getline(file_, str)) {
			std::cout << str << '\n';
			this->list.push_back(str);
		}
	}
	else {
		std::cout << "Can't open input file!" << std::endl;
	}

	file_.close();
}
```