**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра МО ЭВМ**

отчет

**по лабораторной работе №4**

**по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»**

Тема: Деревья

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 8381 |  | Сергеев А.Д. |
| Преподаватель |  | Жангиров Т.Р. |

Санкт-Петербург

2019

## Цель работы.

Ознакомиться с основными характеристиками и особенностями типа данных дерево, изучить особенности его реализации на языке программирования C++. Разработать программу, использующую деревья, реализованные на базе массива, изменяющую вид выражения.

## Задание.

- преобразовать дерево-формулу t, заменяя в нем все поддеревья, соответствующие формулам ((f1 \* f2) + (f1 \* f3)) и ((f1 \* f3) + (f2 \* f3)), на поддеревья, соответствующие формулам (f1 \* (f2 + f3)) и ((f1 + f2) \* f3);

- с помощью построения дерева-формулы t преобразовать заданную формулу f из постфиксной формы (перечисление узлов в порядке ЛПК) в инфиксную.

## Основные теоретические положения.

Дерево – конечное множество Т, состоящее из одного или более узлов, таких, что

а) имеется один специально обозначенный узел, называемый корнем данного дерева;

б) остальные узлы (исключая корень) содержатся в m ³ 0 попарно не пересекающихся множествах Т1, Т2, ..., Тm, каждое из которых, в свою очередь, является деревом. Деревья Т1, Т2, ..., Тm называются поддеревьями данного дерева.

При программировании и разработке вычислительных алгоритмов удобно использовать именно такое рекурсивное определение, поскольку рекурсивность является естественной характеристикой этой структуры данных.

Каждый узел дерева является корнем некоторого поддерева. В том случае, когда множество поддеревьев такого корня пусто, этот узел называется концевым узлом, или листом. Уровень узла определяется рекурсивно следующим образом: 1) корень имеет уровень 1; 2) другие узлы имеют уровень, на единицу больший их уровня в содержащем их поддереве этого корня.

Говорят, что каждый корень является отцом корней своих поддеревьев и что последние являются сыновьями своего отца и братьями между собой. Говорят также, что узел n – предок узла m (а узел m – потомок узла n), если n – либо отец m, либо отец некоторого предка m.

Наиболее важным типом деревьев являются бинарные деревья. Удобно дать следующее формальное определение. Бинарное дерево - конечное множество узлов, которое либо пусто, либо состоит из корня и двух непересекающихся бинарных деревьев, называемых правым поддеревом и левым поддеревом.

Определим скобочное представление бинарного дерева (БД):

< БД > ::= < пусто > | < непустое БД >,

< непустое БД > ::= ( < корень > < БД > < БД > ).

## Выполнение работы.

Написание работы производилось на базе операционной системы Ubuntu, в среде CLion, а также с использованием библиотек qt и среды QTCreator.

Для выполнения поставленной задачи был создан класс *measuring\_array*, реализующий в себе функционал массива, стека и очереди. В качестве представления дерева используется класс *static\_tree*, являющийся наследником *measuring\_array*. Он содержит дерево таком виде, который может быть получен при его обходе горизонтально слева направо. Пустых элементов он не содержит, так что вычисление позиции ребёнка каждого из узлов производится динамически во время обхода массива.

Класс lab4 содержит в себе алгоритм построения и изменения дерева согласно заданию.

## Оценка эффективности алгоритма.

Все методы работы с деревом имеют линейную сложность за исключением метода поиска поддерева по маске, который имеет квадратичную сложность в худшем случае. В целом программа имеет квадратичную сложность.

**Тестирование программы.**

Ниже представлен снимок экрана работающей в режиме gui программы, а также результаты трёх различных тестов в консольном и gui режиме.

Ввод «(((((3)(D)\*)((3)(D)\*)+)(D)\*)((((3)(D)\*)((3)(D)\*)+)(D)\*)+)» (корректный ввод):





Ввод «(((A))(B)\*)((C)(D)\*)+)» (некорректный ввод):



## Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы была изучена такая структура данных как дерево, а также методы его обработки. Была реализована программа на С++, использующая дерево, которая изменяет математическое выражение по условиям задания.

# Приложение А Исходный код программы

**Файл main.cpp:**

#include "mainwindow.h"

#include <QApplication>

int main(int argc, char \*argv[])

{

QApplication a(argc, argv);

MainWindow w;

w.show();

return a.exec();

}

**Файл lab4.h:**

//

// Created by alex on 11/7/19.

//

#ifndef LAB4\_LAB4\_H

#define LAB4\_LAB4\_H

#include <bits/stdc++.h>

#include "static\_tree.h"

using namespace std;

class lab4 {

private:

string templ;

public:

string base;

string state;

static\_tree<char>\* tree;

void launch(string& str);

void rush();

void step(int i);

};

#endif //LAB4\_LAB4\_H

**Файл lab4.cpp:**

//

// Created by alex on 11/7/19.

//

#include "lab4.h"

bool is\_operator(char ch) {

return (ch == '+') || (ch == '-') || (ch == '\*');

}

bool is\_operand(char ch) {

return isalnum(ch);

}

void lab4::launch(string &str) {

this->base = str;

this->tree = new static\_tree<char>(str, is\_operator, is\_operand);

templ = "((\*)(\*)+)";

}

void lab4::rush() {

auto temp = new static\_tree<char>(templ, is\_operator, is\_operand);

auto locator = new measuring\_array<int>();

int new\_pos = tree->get\_first\_tree\_by\_template(temp, &locator);

while (new\_pos != -1) {

auto sub\_tree = tree->get\_subtree(new\_pos);

auto f1 = sub\_tree->get\_subtree(3);

auto f2 = sub\_tree->get\_subtree(4);

auto f3 = sub\_tree->get\_subtree(5);

auto f4 = sub\_tree->get\_subtree(6);

if (f1->compare\_to(f3)) {

sub\_tree->get(0)->setTrunk('\*');

sub\_tree->get(2)->setTrunk('+');

sub\_tree->insert\_tree(5, f2);

sub\_tree->insert\_tree(1, f1);

} else if (f2->compare\_to(f4)) {

sub\_tree->get(0)->setTrunk('\*');

sub\_tree->get(1)->setTrunk('+');

sub\_tree->insert\_tree(2, f3);

}

tree->insert\_tree(new\_pos, sub\_tree);

new\_pos = tree->get\_first\_tree\_by\_template(temp, &locator);

}

}

void lab4::step(int i) {

}

**Файл measuring\_array.h:**

#ifndef UNTITLED1\_MEASURING\_ARRAY\_H

#define UNTITLED1\_MEASURING\_ARRAY\_H

#include "bits/stdc++.h"

using namespace std;

#define END\_SYMBOL -1

#define MIN\_OCCUPATION 10

template <typename T>

class measuring\_array {

private:

int occupation;

void checkSizeStability();

protected:

T\* array;

int length;

public:

measuring\_array();

virtual ~measuring\_array();

void add(T element, int pos = END\_SYMBOL);

void add\_all(measuring\_array<T>\* other);

void remove(int pos = END\_SYMBOL);

void replace(T element, int pos = END\_SYMBOL);

void replace(T element, T\* replacer);

T get(int pos);

int get\_length();

bool is\_empty();

bool contains(T element);

int find\_first(T element);

void clear();

string to\_string();

};

template<typename T>

void measuring\_array<T>::add(T element, int pos) {

if ((pos == END\_SYMBOL) || (pos == length)) {

length++;

checkSizeStability();

array[length - 1] = element;

} else if ((pos >= 0) && (pos < length)) {

length++;

checkSizeStability();

for (int i = length - 2; i >= pos; --i) {

array[i+1] = array[i];

}

array[pos] = element;

} else {

throw runtime\_error("Position of element inserting in measuring array is not in its bounds");

}

}

template<typename T>

void measuring\_array<T>::add\_all(measuring\_array<T>\* other) {

for (int i = 0; i < other->get\_length(); ++i) {

add(other->get(i));

}

}

template<typename T>

void measuring\_array<T>::remove(int pos) {

if ((pos == END\_SYMBOL) || (pos == length)) {

length--;

checkSizeStability();

} else if ((pos >= 0) && (pos < length)) {

for (int i = pos+1; i < length; ++i) {

array[i-1] = array[i];

}

length--;

checkSizeStability();

} else {

throw runtime\_error("Position of element removing from measuring array is not in its bounds");

}

}

template<typename T>

void measuring\_array<T>::replace(T element, int pos) {

if ((pos >= 0) && (pos < length)) {

array[pos] = element;

} else {

throw runtime\_error("Position of element replacing in measuring array is not in its bounds");

}

}

template<typename T>

void measuring\_array<T>::replace(T element, T\* replacer) {

for (int i = 0; i < length; ++i) {

if (element == array[i]) {

array[i] = \*replacer;

break;

}

}

}

template<typename T>

void measuring\_array<T>::checkSizeStability() {

if (length < 0) throw runtime\_error("Measuring array minimum size reached and crossed!");

if (length > occupation) {

occupation += occupation/2 > 0 ? occupation/2 : MIN\_OCCUPATION;

array = (T\*) realloc(array, (size\_t) occupation \* sizeof(T\*));

} else if ((length < occupation/2) && (length > MIN\_OCCUPATION)) {

occupation -= occupation/3;

array = (T\*) realloc(array, (size\_t) occupation \* sizeof(T\*));

}

}

template<typename T>

T measuring\_array<T>::get(int pos) {

if ((pos >= 0) && (pos < length)) {

return array[pos];

} else {

throw runtime\_error("Position of element getting in measuring array is not in its bounds");

}

}

template<typename T>

int measuring\_array<T>::get\_length() {

return length;

}

template<typename T>

bool measuring\_array<T>::is\_empty() {

return get\_length() == 0;

}

template<typename T>

bool measuring\_array<T>::contains(T element) {

for (int i = 0; i < length; ++i) {

if (array[i] == element) return true;

}

return false;

}

template<typename T>

int measuring\_array<T>::find\_first(T element) {

for (int i = 0; i < length; ++i) {

if (array[i] == element) return i;

}

return -1;

}

template<typename T>

void measuring\_array<T>::clear() {

int prev\_len = length;

for (int i = 0; i < prev\_len; ++i) {

remove();

}

}

template<typename T>

string measuring\_array<T>::to\_string() {

string sig;

for (int i = 0; i < length; ++i) {

ostringstream ss;

ss << array[i] << " ";

sig += ss.str();

}

sig += "-> " + to\_string(length) + "/" + to\_string(occupation);

return sig;

}

template<typename T>

measuring\_array<T>::measuring\_array() {

this->array = (T\*) calloc(0, sizeof(T\*));

this->length = 0;

this->occupation = 0;

}

template<typename T>

measuring\_array<T>::~measuring\_array() {

free(this->array);

this->length = 0;

this->occupation = 0;

}

#endif //UNTITLED1\_MEASURING\_ARRAY\_H

**Файл static\_tree.h:**

#ifndef UNTITLED1\_STATIC\_TREE\_H

#define UNTITLED1\_STATIC\_TREE\_H

#include "measuring\_array.h"

#include "tree\_node.h"

template<typename T>

class static\_tree : public measuring\_array<tree\_node<T>\*> {

private:

const static char LOSS = '#';

const static char REPL = '%';

static\_tree();

bool is\_operator(char ch); // defines if the given is a supported math operator

int getBracketPos(string& str); // returns a position between two bracket blocks in a string, e.g. getBracketPos("(abc)(abc)") = 4

public:

static\_tree(string& str, bool (\*is\_operator)(char ch), bool (\*is\_operand)(char ch));

virtual ~static\_tree();

int get\_first\_tree\_by\_template(static\_tree<T>\* templ, measuring\_array<int>\*\* location = nullptr); // get first tree matching tree template

static\_tree<T>\* get\_subtree(measuring\_array<int>\* location); // returns a tree build from this tree with a locations map

static\_tree<T>\* get\_subtree(unsigned int pos); // returns a tree build from this tree starting from a specific node

bool compare\_to(static\_tree<T>\* another); // compares tree with a tree

void delete\_subtree(unsigned int pos); // deletes tree from given element

void insert\_tree(unsigned int pos, static\_tree<T>\* sub\_tree); // inserts an element into the tree

string to\_tree\_string(); // prints tree graphic

string to\_infix\_string(); // prints infix form of the tree

};

template<typename T>

static\_tree<T>::static\_tree(string& str, bool (\*is\_operator)(char), bool (\*is\_operand)(char)) : measuring\_array<tree\_node<T>\*>() {

auto passer = new measuring\_array<string\*>(); // strings representing the current tree level

passer->add(&str);

while (!passer->is\_empty()) { // while there are strings to add to this tree level

string curr = \*(passer->get(0)); // getting new element to add to the tree

curr = curr.substr(1, curr.size() - 2); // removing brackets

if ((curr.size() > 1) && (is\_operator(curr[curr.size() - 1]))) { // if it is not a leaf

auto node = new tree\_node<T>(curr[curr.size() - 1], false); // creating tree node

this->add(node);

int br\_pos = getBracketPos(curr); // place where the string representations of two branches meet

auto child1 = new string(curr.substr(0, br\_pos + 1)); // adding first branch representation to queue

passer->add(child1);

auto child2 = new string(curr.substr(br\_pos + 1, curr.size() - br\_pos - 2)); // adding second branch representation to queue

passer->add(child2);

} else if ((curr.size() == 1) && ((is\_operand(curr[curr.size() - 1])) || (is\_operator(curr[curr.size() - 1])))) { // if it is a leaf

auto node = new tree\_node<T>(curr[0], true); // creating tree node

this->add(node);

} else { //TODO: add other error conditions;

throw runtime\_error("String wrongly formatted!");

}

passer->remove(0); // removing the first, already added element from the queue

}

}

template<typename T>

static\_tree<T>::static\_tree() : measuring\_array<tree\_node<T>\*>() {}

template<typename T>

int static\_tree<T>::getBracketPos(string &str) {

int br\_counter = 0; // quantity of opened brackets passed

for (unsigned long i = 0; i < str.size(); ++i) {

switch (str[i]) {

case '(':

br\_counter++;

break;

case ')':

br\_counter--;

if (br\_counter == 0) {

return (int) i;

}

break;

}

}

throw runtime\_error("String wrongly formatted!"); // if the place was not found

}

template<typename T>

bool static\_tree<T>::is\_operator(char ch) {

return (ch == '+') || (ch == '-') || (ch == '\*');

}

template<typename T>

static\_tree<T>::~static\_tree() {}

template<typename T>

int static\_tree<T>::get\_first\_tree\_by\_template(static\_tree<T>\* templ, measuring\_array<int>\*\* location) {

if (location == nullptr) {

auto lock = new measuring\_array<int>; // an array containing positions of found elements of subtree

location = &lock;

}

auto inspected = new measuring\_array<int>(); // an array containing positions of elements that match template root but were proofed wrong roots

bool no\_occurences; // no roots were met

do {

(\*location)->clear();

int expected\_child\_pos = 1; // position of the first child of this node

int templ\_iterator = 0; // iterator of the template tree

bool matches = false; // fits with template

no\_occurences = true;

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

auto node = this->get(i);

if (no\_occurences && (node->get\_trunk() == templ->get(templ\_iterator)->get\_trunk()) && (!inspected->contains(i))) { // new possible root found

inspected->add(i); // it is added to inspected

no\_occurences = false;

matches = true;

(\*location)->add(i); // it is added to location

}

if ((\*location)->contains(i)) { // new child of possible root found

if (node->get\_trunk() == templ->get(templ\_iterator)->get\_trunk()) { // child meets all the requirements

if ((!node->is\_leaf()) && (!templ->get(templ\_iterator)->is\_leaf())) { // both this node and template nodes are leaves

int children\_pos = i + expected\_child\_pos;

(\*location)->add(children\_pos); // expected children added to location map

(\*location)->add(children\_pos + 1);

}

templ\_iterator++;

} else {

matches = false;

break;

}

}

if (!node->is\_leaf()) expected\_child\_pos += 2; // adding two lacunas to the map as children of a leaf

expected\_child\_pos--;

}

if (matches) return (\*location)->get(0);

} while (!no\_occurences);

(\*location)->clear();

return -1;

}

template<typename T>

static\_tree<T>\* static\_tree<T>::get\_subtree(measuring\_array<int>\* location) {

auto sub\_tree = new static\_tree<T>();

for (int i = 0; i < location->get\_length(); ++i) {

sub\_tree->add(this->get(location->get(i)));

}

return sub\_tree;

}

template<typename T>

static\_tree<T>\* static\_tree<T>::get\_subtree(unsigned int pos) {

auto sub\_tree = new static\_tree<T>();

auto children = new measuring\_array<int>();

children->add(pos);

int expected\_child\_pos = 1;

if (pos >= this->get\_length()) throw runtime\_error("Subtree index not in tree!");

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

tree\_node<T> node = \*(this->get(i));

if (children->contains(i)) {

sub\_tree->add(this->get(i));

if (!node.is\_leaf()) {

int children\_pos = i + expected\_child\_pos;

children->add(children\_pos);

children->add(children\_pos + 1);

}

}

if (!node.is\_leaf()) expected\_child\_pos += 2; // adding two lacunas to the map as children of a leaf

expected\_child\_pos--;

}

return sub\_tree;

}

template<typename T>

bool static\_tree<T>::compare\_to(static\_tree<T>\* another) {

if (this->get\_length() != another->get\_length()) return false;

bool same = true;

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

same &= (this->get(i)->get\_trunk() == another->get(i)->get\_trunk());

}

return same;

}

template<typename T>

void static\_tree<T>::delete\_subtree(unsigned int pos) {

auto marked = new measuring\_array<int>(); // indexes marked for deletion

marked->add(pos);

int expected\_child\_pos = 1;

if (pos >= this->get\_length()) throw runtime\_error("Deleting index not in tree!");

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

tree\_node<T> node = \*(this->get(i));

if (marked->contains(i)) {

marked->remove(0);

if (!node.is\_leaf()) {

int children\_pos = i + expected\_child\_pos;

marked->add(children\_pos);

marked->add(children\_pos + 1);

}

if (i == pos) {

auto new\_node = new tree\_node<T>(LOSS, true);

this->replace(new\_node, i); // first entry node is replaced with a special sign node not to disbalance tree

} else {

this->remove(i);

for (int j = 0; j < marked->get\_length(); ++j) marked->replace(marked->get(j) - 1, j); // after the element was deleted all elements moved left so their deletion indexes should be moved too

i--; // to check this index again

}

}

if (!node.is\_leaf()) expected\_child\_pos += 2; // adding two lacunas to the map as children of a leaf

expected\_child\_pos--;

}

}

template<typename T>

void static\_tree<T>::insert\_tree(unsigned int pos, static\_tree<T>\* sub\_tree) {

auto insertion\_places = new measuring\_array<int>();

insertion\_places->add(pos);

int expected\_child\_pos = 1;

int sub\_tree\_iterator = 0;

if (pos >= this->get\_length()) throw runtime\_error("Inserting index not in tree!");

if (!this->get(pos)->is\_leaf()) delete\_subtree(pos); // if selected node is not a leaf all its children will be deleted

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

if (insertion\_places->contains(i)) {

insertion\_places->remove(0);

tree\_node<T> node = \*(sub\_tree->get(sub\_tree\_iterator));

if (!node.is\_leaf()) {

int children\_pos = i + expected\_child\_pos;

insertion\_places->add(children\_pos);

insertion\_places->add(children\_pos + 1);

}

if (i == pos) {

this->replace(sub\_tree->get(sub\_tree\_iterator), i);

} else {

this->add(sub\_tree->get(sub\_tree\_iterator), i);

}

sub\_tree\_iterator++;

}

if (!this->get(i)->is\_leaf()) expected\_child\_pos += 2; // adding two lacunas to the map as children of a leaf

expected\_child\_pos--;

}

for (; sub\_tree\_iterator < sub\_tree->get\_length(); ++sub\_tree\_iterator) { // if there are some nodes left in the sub\_tree, we can add them as-is, it is safe

this->add(sub\_tree->get(sub\_tree\_iterator));

}

}

template<typename T>

string static\_tree<T>::to\_tree\_string() {

auto arr = new measuring\_array<string\*>(); // array of strings representing tree levels

auto expected\_nodes = new measuring\_array<bool>(); // string representing map of nodes (with 1) and lacunas (with 0) in current and next tree level

auto next\_expected = new measuring\_array<bool>();

expected\_nodes->add(true);

arr->add(new string()); // adding new string level representation

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

if (expected\_nodes->is\_empty()) { // the current level is empty

expected\_nodes->add\_all(next\_expected); // switching level maps

next\_expected->clear();

arr->add(new string()); // adding new string level representation

}

if (expected\_nodes->get(0)) { // if there is a real node

tree\_node<T> node = \*(this->get(i)); // getting node

ostringstream ss;

ss << node.get\_trunk(); // writing its contents to stream

\*(arr->get(arr->get\_length() - 1)) += ss.str(); // adding the node value to string representation

if (node.is\_leaf()) { // adding two lacunas to the map as children of a leaf

next\_expected->add(false);

next\_expected->add(false);

} else { // adding two children to the map as children of a non-leaf node

next\_expected->add(true);

next\_expected->add(true);

}

} else {

next\_expected->add(false);

next\_expected->add(false);

\*(arr->get(arr->get\_length() - 1)) += " "; // adding a long enough lacuna representation to representation string

i--; // "unreading" a tree node as lacuna is not a tree node

}

expected\_nodes->remove(0); // erasing first (represented) symbol from the map

\*(arr->get(arr->get\_length() - 1)) += REPL; // adding a space between nodes

}

string res;

string offset, gap = " ";

for (int j = arr->get\_length() - 1; j >= 0; --j) { // binding if string representations

arr->get(j)->pop\_back();

size\_t index = arr->get(j)->find(REPL);

while (index != string::npos) {

arr->get(j)->replace(index, 1, gap);

index += gap.length();

index = arr->get(j)->find(REPL, index);

}

if (j < arr->get\_length() - 1) offset += gap.substr(0, gap.length() / 4 + 1);

\*(arr->get(j)) = offset + \*(arr->get(j));

gap += gap + " ";

res.insert(0, \*(arr->get(j)) + "\n");

}

return res;

}

template<typename T>

string static\_tree<T>::to\_infix\_string() {

measuring\_array<string\*> repr;

string\* part;

for (int i = 0; i < this->get\_length(); ++i) {

tree\_node<T> node = \*(this->get(i));

ostringstream ss;

ss << node.get\_trunk();

if (this->get(i)->is\_leaf()) {

part = new string(ss.str());

} else {

part = new string("(" + string(1, REPL) + " " + ss.str() + " " + string(1, REPL) + ")");

}

repr.add(part);

}

for (int j = repr.get\_length() - 1; j >= 0; --j) {

for (int i = j - 1; i >= 0; --i) {

int index = repr.get(i)->find\_last\_of(REPL);

if (index != string::npos) {

repr.get(i)->replace(index, 1, \*(repr.get(j)));

break;

}

}

}

return \*(repr.get(0));

}

#endif //UNTITLED1\_STATIC\_TREE\_H

**Файл tree\_node.h:**

#ifndef UNTITLED1\_TREE\_ITEM\_H

#define UNTITLED1\_TREE\_ITEM\_H

#include <ostream>

template<typename T>

class tree\_node {

private:

bool isLeaf;

T data;

public:

explicit tree\_node(T data, bool isLeaf);

virtual ~tree\_node();

bool is\_leaf();

T get\_trunk();

void setTrunk(T item);

template<typename V>

friend ostream &operator<<(ostream &os, const tree\_node<V> &node);

};

template<typename T>

tree\_node<T>::tree\_node(T data, bool isLeaf) {

this->isLeaf = isLeaf;

this->data = data;

}

template<typename T>

tree\_node<T>::~tree\_node() {}

template<typename T>

bool tree\_node<T>::is\_leaf() {

return isLeaf;

}

template<typename T>

T tree\_node<T>::get\_trunk() {

return data;

}

template<typename T>

void tree\_node<T>::setTrunk(T item) {

data = item;

}

template<typename T>

ostream &operator<<(ostream &os, const tree\_node<T> &node) {

return os << node.data;

}

#endif //UNTITLED1\_TREE\_ITEM\_H

**Файл mainwindow.h:**

#ifndef MAINWINDOW\_H

#define MAINWINDOW\_H

#include <QMainWindow>

#include "lab4.h"

namespace Ui {

class MainWindow;

}

class MainWindow : public QMainWindow

{

Q\_OBJECT

public:

explicit MainWindow(QWidget \*parent = 0);

~MainWindow();

private slots:

void build();

void run();

private:

lab4\* lr;

Ui::MainWindow \*ui;

};

#endif // MAINWINDOW\_H

**Файл mainwindow.cpp:**

#include "mainwindow.h"

#include "ui\_mainwindow.h"

MainWindow::MainWindow(QWidget \*parent) :

QMainWindow(parent),

ui(new Ui::MainWindow)

{

ui->setupUi(this);

connect(ui->buildButton, SIGNAL (clicked()), this, SLOT (build()));

connect(ui->rush\_button, SIGNAL (clicked()), this, SLOT (run()));

}

MainWindow::~MainWindow()

{

delete ui;

}

void MainWindow::build() {

string input = ui->input->text().toStdString();

try {

lr = new lab4();

lr->launch(input);

ui->tree\_view->setText(QString::fromStdString(lr->tree->to\_tree\_string()));

ui->answer\_label->setText(QString::fromStdString(lr->tree->to\_infix\_string()));

ui->input->setEnabled(false);

ui->buildButton->setEnabled(false);

ui->rush\_button->setEnabled(true);

} catch (runtime\_error re) {

ui->tree\_view->setText(QString::fromStdString(re.what()));

}

}

void MainWindow::run() {

ui->input->setEnabled(true);

ui->buildButton->setEnabled(true);

ui->rush\_button->setEnabled(false);

try {

lr->rush();

ui->tree\_view->setText(QString::fromStdString(lr->tree->to\_tree\_string()));

ui->answer\_label->setText(QString::fromStdString(lr->tree->to\_infix\_string()));

} catch (runtime\_error re) {

ui->tree\_view->setText(QString::fromStdString(re.what()));

}

}

**Файл mainwindow.ui:**

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<ui version="4.0">

<class>MainWindow</class>

<widget class="QMainWindow" name="MainWindow">

<property name="geometry">

<rect>

<x>0</x>

<y>0</y>

<width>800</width>

<height>600</height>

</rect>

</property>

<property name="windowTitle">

<string>MainWindow</string>

</property>

<widget class="QWidget" name="centralWidget">

<property name="sizePolicy">

<sizepolicy hsizetype="Expanding" vsizetype="Expanding">

<horstretch>0</horstretch>

<verstretch>0</verstretch>

</sizepolicy>

</property>

<widget class="QWidget" name="verticalLayoutWidget">

<property name="geometry">

<rect>

<x>0</x>

<y>0</y>

<width>801</width>

<height>601</height>

</rect>

</property>

<layout class="QVBoxLayout" name="verticalLayout">

<property name="leftMargin">

<number>5</number>

</property>

<property name="topMargin">

<number>5</number>

</property>

<property name="rightMargin">

<number>5</number>

</property>

<property name="bottomMargin">

<number>5</number>

</property>

<item>

<layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout">

<item>

<widget class="QLineEdit" name="input">

<property name="font">

<font>

<family>Ubuntu Mono</family>

</font>

</property>

<property name="placeholderText">

<string>(((A)(B)\*)((A)(3)\*)+)</string>

</property>

</widget>

</item>

<item>

<widget class="QPushButton" name="buildButton">

<property name="text">

<string>Build</string>

</property>

</widget>

</item>

</layout>

</item>

<item>

<widget class="QLabel" name="tree\_view">

<property name="sizePolicy">

<sizepolicy hsizetype="Expanding" vsizetype="Expanding">

<horstretch>0</horstretch>

<verstretch>0</verstretch>

</sizepolicy>

</property>

<property name="font">

<font>

<family>Ubuntu Mono</family>

</font>

</property>

<property name="alignment">

<set>Qt::AlignLeading|Qt::AlignLeft|Qt::AlignVCenter</set>

</property>

</widget>

</item>

<item>

<layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout\_2">

<item>

<widget class="QLabel" name="answer\_label">

<property name="sizePolicy">

<sizepolicy hsizetype="Expanding" vsizetype="Preferred">

<horstretch>0</horstretch>

<verstretch>0</verstretch>

</sizepolicy>

</property>

<property name="font">

<font>

<family>Ubuntu Mono</family>

</font>

</property>

</widget>

</item>

<item>

<widget class="QPushButton" name="rush\_button">

<property name="enabled">

<bool>false</bool>

</property>

<property name="text">

<string>Evaluate</string>

</property>

</widget>

</item>

</layout>

</item>

</layout>

</widget>

</widget>

</widget>

**Файл lab3.pro:**

#-------------------------------------------------

#

# Project created by QtCreator 2019-11-14T01:42:01

#

#-------------------------------------------------

QT += core gui

greaterThan(QT\_MAJOR\_VERSION, 4): QT += widgets

TARGET = lab4

TEMPLATE = app

# The following define makes your compiler emit warnings if you use

# any feature of Qt which has been marked as deprecated (the exact warnings

# depend on your compiler). Please consult the documentation of the

# deprecated API in order to know how to port your code away from it.

DEFINES += QT\_DEPRECATED\_WARNINGS

# You can also make your code fail to compile if you use deprecated APIs.

# In order to do so, uncomment the following line.

# You can also select to disable deprecated APIs only up to a certain version of Qt.

#DEFINES += QT\_DISABLE\_DEPRECATED\_BEFORE=0x060000 # disables all the APIs deprecated before Qt 6.0.0

SOURCES += \

main.cpp \

mainwindow.cpp \

lab4.cpp

HEADERS += \

mainwindow.h \

measuring\_array.h \

static\_tree.h \

tree\_node.h \

lab4.h

FORMS += \

mainwindow.ui