

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2
по курсу объектно-ориентированное программирование I семестр, 2021/22
уч. год

Студент: Сафонникова Анна Романовна, группа М8О-207Б-20

Преподаватель: Дорохов Евгений Павлович

Условие

Задание: Вариант 22: N-Дерево (пятиугольник). Необходимо спроектировать и запрограммировать на языке C++ класс-контейнер первого уровня, содержащий одну фигуру (колонка фигура 1), согласно вариантам задания. Классы должны удовлетворять следующим правилам:

1. Требования к классу фигуры аналогичны требованиям из лабораторной работы 1.
2. Классы фигур должны содержать набор следующих методов:
 - Перегруженный оператор ввода координат вершин фигуры из потока `std::istream` («). Он должен заменить конструктор, принимающий координаты вершин из стандартного потока.
 - Перегруженный оператор вывода в поток `std::ostream` («), заменяющий метод `Print` из лабораторной работы 1.
 - Оператор копирования (`=`)
 - Оператор сравнения с такими же фигурами (`==`)
3. Класс-контейнер должен содержать объекты фигур “по значению” (не по ссылке).

Нельзя использовать:

- Стандартные контейнеры `std`.
- Шаблоны (`template`).
- Различные варианты умных указателей (`shared_ptr`, `weak_ptr`).

Программа должна позволять:

- Вводить произвольное количество фигур и добавлять их в контейнер.
- Распечатывать содержимое контейнера.
- Удалять фигуры из контейнера.

Описание программы

Исходный код лежит в 10 файлах:

1. `src/main.cpp`: основная программа
2. `include/figure.h`: родительский класс-интерфейс для 5-угольника

3. include/point.h: описание класса точки
4. include/pentagon.h: описание класса 5-угольника, наследующегося от figure
5. include/TNaryTree.h: структура общего дерева
6. include/TNaryTree_item.h: структура элемента дерева
7. include/point.cpp: реализация класса точки
8. include/pentagon.cpp: реализация класса 5-угольника, наследующегося от figure
9. include/TNaryTree.cpp: реализация общего дерева
10. include/TNaryTree_item.cpp: реализация элемента дерева

Дневник отладки

Ошибка:

Отсутствие метода GetItem

Исправление:

Написать метод GetItem

Ошибка:

Ошибка при инициализации конструктора дерева. Отсутствие конструктора Пентагона, принимающего точки как параметр

Исправление:

Написать конструктор Пентагона

Ошибка:

Утечка памяти при удалении узла

Исправление:

Небольшие корректировки в функции очищения

Недочёты

Недочётов не заметила.

Вывод

Благодаря данной лабораторной работе я реализовала такой класс-контейнер, как N-дерево, а так же конструкторы и функции для работы с ним. Выполнила перегрузку оператора вывода

Исходный код

main.cpp

```
#include <iostream>
#include "pentagon.h"
#include "TNaryTree.h"

int main() {
    TNaryTree t(5);
    t.Update(Pentagon(Point(0,0), Point(0,1), Point(1,2), Point(2,1), Point(2,0)), "");
    t.Update(Pentagon(Point(0,0), Point(0,4), Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0)), "b");
    t.Update(Pentagon(Point(0,0), Point(0,4), Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0)), "bb");
    t.Update(Pentagon(Point(0,0), Point(0,4), Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0)), "bbc");
    t.Update(Pentagon(Point(0,0), Point(0,4), Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0)), "c");
    std::cout << t.size() << "\n";
    std::cout << t.Area("") << "\n";
    std::cout << t.size() << "\n";
    t.GetItem("").Print(std::cout);
    TNaryTree q(t);
    std::cout << q.size() << " " << q.Area("") << "\n";
    std::cout << t << '\n' << q;
    t.RemoveSubTree("");
    std::cout << t.Area("") << "\n";
}
```

figure.h

```
#ifndef FIGURE_H
#define FIGURE_H

#include "point.h"

class Figure {
public:
    virtual size_t VertexesNumber() = 0;
    virtual double Area() = 0;
    virtual void Print(std::ostream& os) = 0;
    ~Figure() {};
};

#endif
```

point.h

```

#ifndef POINT_H
#define POINT_H

#include <iostream>

class Point {
public:
    Point();
    Point(std::istream &is);
    Point(double x, double y);

    double dist(Point& other);
    double X();
    double Y();
    friend std::istream& operator>>(std::istream& is, Point& p);
    friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, Point& p);

private:
    double x_;
    double y_;
};

#endif // POINT_H

```

point.cpp

```

#include "point.h"
#include <cmath>

Point::Point() : x_(0.0), y_(0.0) {}

Point::Point(double x, double y) : x_(x), y_(y) {}

Point::Point(std::istream &is) {
    is >> x_ >> y_;
}

double Point::dist(Point& other) {
    double dx = (other.x_ - x_);
    double dy = (other.y_ - y_);
    return std::sqrt(dx*dx + dy*dy);
}

```

```

double Point::X(){
    return x_;
};

double Point::Y(){
    return y_;
};

std::istream& operator>>(std::istream& is, Point& p) {
    is >> p.x_ >> p.y_;
    return is;
}

std::ostream& operator<<(std::ostream& os, Point& p) {
    os << "(" << p.x_ << ", " << p.y_ << ")";
    return os;
}

```

pentagon.h

```

#ifndef PENTAGON_H
#define PENTAGON_H

#include <iostream>

#include "figure.h"

class Pentagon : public Figure {

private:
    Point t1;
    Point t2;
    Point t3;
    Point t4;
    Point t5;

public:
    Pentagon();
    Pentagon(Point t1,Point t2,Point t3,Point t4,Point t5);
    Pentagon(const Pentagon &pentagon);
    Pentagon(std::istream &is);
    size_t VertexesNumber();
    double Area();
}

```

```

    void Print(std::ostream &os);
    static double Heron(Point, Point, Point);

};

```

```

#endif // PENTAGON_H

```

pentagon.cpp

```

#include "pentagon.h"

```

```

#include <iostream>
#include <cmath>

```

```

Pentagon::Pentagon()
    : t1(0, 0), t2(0, 0), t3(0, 0), t4(0, 0),
      t5(0, 0) {}

```

```

Pentagon::Pentagon(const Pentagon &pentagon) {
    this->t1 = pentagon.t1;
    this->t2 = pentagon.t2;
    this->t3 = pentagon.t3;
    this->t4 = pentagon.t4;
    this->t5 = pentagon.t5;
}

```

```

Pentagon::Pentagon(Point t1_,Point t2_,Point t3_,Point t4_,Point t5_):
t1(t1_), t2(t2_), t3(t3_), t4(t4_), t5(t5_){}

```

```

Pentagon::Pentagon(std::istream &is) {
    is >> t1 >> t2 >> t3 >> t4 >> t5;
}

```

```

size_t Pentagon::VertexesNumber() {
    return 5;
}

```

```

double Pentagon::Heron(Point A, Point B, Point C) {
    double AB = A.dist(B);
    double BC = B.dist(C);
    double AC = A.dist(C);
    double p = (AB + BC + AC) / 2;
    return sqrt(p * (p - AB) * (p - BC) * (p - AC));
}

```

```

}

double Pentagon::Area() {
    double area1 = Heron(t1, t2, t3);
    double area2 = Heron(t1, t4, t3);
    double area3 = Heron(t1, t4, t5);
    return area1 + area2 + area3;
}

void Pentagon::Print(std::ostream &os) {
    std::cout << "Pentagon: " << t1 << " " << t2 << " " << t3 << " " << t4
        << " " << t5 << " " << "\n";
}

```

TNaryTree.h

```

#ifndef TNARYTREE_H
#define TNARYTREE_H

#include "TNaryTree_item.h"
#include "pentagon.h"

class TNaryTree {
public:
    TNaryTree(int n);
    TNaryTree(const TNaryTree& other);
    void RemoveSubTree(std::string &&tree_path = "");
    // Проверка наличия в дереве вершин
    bool Empty();
    // Подсчет суммарной площади поддерева
    double Area(std::string &&tree_path);
    int size();
    Pentagon GetItem(const std::string&& tree_path="");
    // Вывод дерева в формате вложенных списков, где каждый вложенный список является
    // "S0: [S1: [S3, S4: [S5, S6]], S2]", где Si - площадь фигуры
    friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const TNaryTree& tree);
    virtual ~TNaryTree();
private:
    int curr_number;
    int max_number;
    Item* root;
};

#endif

```


TNaryTree.cpp

```
#include "TNaryTree.h"
#include <string>
#include <stdexcept>

TNaryTree::TNaryTree(int n) {
    max_number = n;
    curr_number = 0;
    root = nullptr;
};

bool TNaryTree::Empty(){
    return curr_number ? 0 : 1;
}

void TNaryTree::Update(Pentagon &&polygon, std::string &&tree_path){
    if(tree_path != "" && curr_number == 0){
        throw std::invalid_argument("Error, there is not a root value\n");
        return;
    } else if(tree_path == "" && curr_number == 0){
        Item* q = (new Item(polygon));
        root = q;
        curr_number++;
    } else if(curr_number + 1 > max_number){
        throw std::out_of_range("Current number of elements equals maximal
number of elements in tree\n");
        return;
    } else {
        Item* tmp = root;
        for(int i = 0; i < tree_path.length() - 1; i++){
            if(tree_path[i] == 'b'){
                Item* q = tmp->Get_bro();
                if(q == nullptr){
                    throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                    return;
                }
                tmp = q;
            } else if(tree_path[i] == 'c'){
                Item* q = tmp->Get_son();
                if(q == nullptr){
                    throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                    return;
                }
            }
        }
    }
}
```

```

        }
        tmp = q;
    } else {
        throw std::invalid_argument("Error in path\n");
        return;
    }
}

Item* item(new Item(polygon));
if(tree_path.back() == 'b'){
    tmp->Set_bro(item);
    curr_number++;
} else if(tree_path.back() == 'c'){
    tmp->Set_son(item);
    curr_number++;
} else {
    throw std::invalid_argument("Error in path\n");
    return;
}
}
}

Item* copy(Item* root){
    if(!root){
        return nullptr;
    }
    Item *root_copy = new Item(root);
    root_copy->Set_bro(copy(root->Get_bro()));
    root_copy->Set_son(copy(root->Get_son()));
    return root_copy;
}

TNaryTree::TNaryTree(const TNaryTree& other){
    curr_number = 0;
    max_number = other.max_number;
    root = copy(other.root);
    curr_number = other.curr_number;
};

int TNaryTree::size(){
    return curr_number;
}

```

```

int clear(Item* node) {
    if (!node) {
        return 0;
    }
    int temp_res = clear(node->Get_bro()) + clear(node->Get_son()) + 1;
    delete node;
    return temp_res;
}

Pentagon TNaryTree::GetItem(const std::string&& tree_path) {
    Item* tmp = root;
    for(int i = 0; i < tree_path.length(); i++){
        if(tree_path[i] == 'b'){
            Item* q = tmp->Get_bro();
            if(q == nullptr){
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return Pentagon();
            }
            tmp = q;
        } else if(tree_path[i] == 'c'){
            Item* q = tmp->Get_son();
            if(q == nullptr){
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return Pentagon();
            }
            tmp = q;
        } else {
            throw std::invalid_argument("Error in path\n");
            return Pentagon();
        }
    }
    return tmp->Get_data();
}

void TNaryTree::RemoveSubTree(std::string &&tree_path){
    Item* prev_tmp = nullptr;
    Item* tmp = root;
    if (tree_path.empty()) {
        clear(root);
        curr_number = 0;
        root = nullptr;
        return;
    }
}

```

```

for(int i = 0; i < tree_path.length(); i++){
    if(tree_path[i] == 'b'){
        Item* q = tmp->Get_bro();
        if(q == nullptr){
            throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
            return;
        }
        prev_tmp = tmp;
        tmp = q;
    } else if(tree_path[i] == 'c'){
        Item* q = tmp->Get_son();
        if(q == nullptr){
            throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
            return;
        }
        prev_tmp = tmp;
        tmp = q;
    } else {
        throw std::invalid_argument("Error in path\n");
        return;
    }
}

if(tmp == prev_tmp->Get_son()) {
    prev_tmp->Set_son(nullptr);
} else {
    prev_tmp->Set_bro(nullptr);
}

curr_number -= clear(tmp);
}

double area(Item* node){
    if(!node){
        return 0;
    }
    return node->Area() + area(node->Get_bro()) + area(node->Get_son());
}

double TNaryTree::Area(std::string &&tree_path){
    Item* tmp = root;
    for(int i = 0; i < tree_path.length(); i++){
        if(tree_path[i] == 'b'){
            Item* q = tmp->Get_bro();

```

```

        if(q == nullptr){
            throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
            return -1;
        }
        tmp = q;
    } else if(tree_path[i] == 'c'){
        Item* q = tmp->Get_son();
        if(q == nullptr){
            throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
            return -1;
        }
        tmp = q;
    } else {
        throw std::invalid_argument("Error in path\n");
        return -1;
    }
}
return area(tmp);
}

```

*// Вывод дерева в формате вложенных списков, где каждый вложенный список является:
// "S0: [S1: [S3, S4: [S5, S6]], S2]", где Si - площадь фигуры*

```

void print(std::ostream& os, Item* node){
    if(!node){
        return;
    }
    if(node->Get_son()){
        //os << <<node->pentagon.GetArea() << " : ]" <<
        os << node->Area() << " : [";
        print(os, node->Get_son());
        if(node->Get_bro()){
            if(node->Get_bro()){
                os << ", ";
                print(os, node->Get_bro());
            }
        }
        os << "]" ;
    } else if (node->Get_bro()) {
        os << node->Area() << " : [";
        print(os, node->Get_bro());
        if(node->Get_son()){

```

```

        if(node->Get_son()){
            os << ", ";
            print(os, node->Get_son());
        }
    }
    os << "]" ;
}
else {
    os << node->Area();
}
}

std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const TNaryTree& tree){
    print(os, tree.root);
    os << "\n";
    return os;
}

TNaryTree::~TNaryTree(){
    RemoveSubTree();
};

```

TNaryTree_item.h

```

#ifndef TNARYTREE_ITEM_H
#define TNARYTREE_ITEM_H

#include "pentagon.h"

class Item {
public:
    Item(Point t1, Point t2, Point t3, Point t4, Point t5);
    Item(Pentagon a);
    Item(Item *a);
    Item();
    void Print(std::ostream &os);
    Item *Get_bro();
    Item *Get_son();
    Pentagon Get_data();
    void Set_bro(Item *a);
    void Set_son(Item *a);
    double Area();
    ~Item();
};

```

```

private:
    Item *bro = nullptr;
    Item *son = nullptr;
    Pentagon data;
};

```

```

#endif

```

TNaryTree_item.cpp

```

#include "TNaryTree_item.h"

```

```

Item::Item(Point t1, Point t2, Point t3, Point t4, Point t5){
    data = Pentagon(t1,t2,t3,t4,t5);
}

```

```

Item::Item(){
    data = Pentagon();
}

```

```

Item::Item(Pentagon a){
    data = a;
}

```

```

Item::Item(Item* a){
    bro = a->bro;
    son = a->son;
    data = a->data;
}

```

```

Item* Item::Get_bro(){
    return bro;
}

```

```

Pentagon Item::Get_data(){
    return data;
}

```

```

Item* Item::Get_son(){
    return son;
}

```

```
void Item::Set_bro(Item* a){
    bro = a;
}

void Item::Set_son(Item* a){
    son = a;
}

void Item::Print(std::ostream &os){
    os << data.Area();
}

double Item::Area(){
    return data.Area();
}

Item::~Item(){};
```