МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСТИТЕТ)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

по курсу “Объектно-ориентированное программирование”

I семестр, 2021/22 учебный год

Студент: Морозов Артем Борисович, группа М80-208Б-20

Преподаватель: Дорохов Евгений Павлович, каф. 806

**Задание:** Спроектировать и запрограммировать на языке C++ класс-контейнер первого уровня, содержащий одну фигуру. Классы должны удовлетворять следующим правилам:

* Требования к классу фигуры аналогичны требованиям из лабораторной работы 2.
* Классы фигур должны содержать набор следующих методов:
  + Перегруженный оператор ввода координат вершин фигуры из потока std::istream (>>)
  + Перегруженный оператор вывода в поток std::ostream (<<)
  + Оператор копирования (=)
  + Оператор сравнения с такими же фигурами (==)
* Класс-контейнер должен содержать объекты фигур “по значению” (не по ссылке).
* Класс-контейнер должен содержать набор следующих методов:
  + Length() – возвращает количество элементов в контейнере
  + Empty() – для пустого контейнера возвращает 1, иначе – 0
  + First() – возвращает первый (левый) элемент списка
  + Last() – возвращает последний (правый) элемент списка
  + InsertFirst(elem) – добавляет элемент в начало списка
  + RemoveFirst() – удаляет элемент из начала списка
  + InsertLast(elem) – добавляет элемент в конец списка
  + RemoveLast() – удаляет элемент из конца списка
  + Insert(elem, pos) – вставляет элемент на позицию pos
  + Remove(pos) – удаляет элемент, находящийся на позиции pos
  + Clear() – удаляет все элементы из списка
  + operator<< – выводит список поэлементно в поток вывода (слева направо)

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.

**Вариант №14:**

* + Фигура: Пятиугольник (Pentagon)
  + Контейнер: Бинарное дерево (Binary Tree)

**Описание программы:**

Исходный код разделён на 10 файлов:

* figure.h – описание класса фигуры
* point.h – описание класса точки
* point.cpp – реализация класса точки
* pentagon.h – описание класса пятиугольника
* pentagon.cpp – реализация класса пятиугольника
* TNaryTree\_item.h – описание элемента бинарного дерева
* TNaryTree\_item.cpp – реализация элемента бинарного дерева
* TNaryTree.h – описание бинарного дерева
* TNaryTree.cpp – реализация бинарного дерева
* main.cpp – основная программа

**Дневник отладки:**

Возникли проблемы при выводе дерева в заданном формате. Сложно было организовать рекурсию верным способом, чтобы все элементы дерева выводились в верном порядке. Также возникли проблемы с удалением элемента из дерева, вылезал segmentation fault. Однако всё было исправлено и теперь программа работает исправно.

**Вывод:** Первые 3 лабораторные работы познакомили меня с базовыми принципами ООП, и теперь, в 4 лабораторной работе, я занялся уже более серьезной вещью – я реализую самостоятельно контейнер. Подобную работу я уже проделывал в течение 1 курса на языке си, однако тут всё немного иначе. Данная лабораторная работа помогла мне закрепить навык работы с классами, методами классов, помогла мне лучше прочувствовать инкапсуляцию и самостоятельно при помощи средств ООП реализовать контейнер для хранения пятиугольников.

**Исходный код:**

**point.h:**

#ifndef POINT\_H

#define POINT\_H

#include <iostream>

class Point {

public:

Point();

Point(std::istream &is);

Point(double x, double y);

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.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::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;

}

**figure.h:**

#ifndef FIGURE\_H

#define FIGURE\_H

#include "point.h"

class Figure {

public:

virtual double Area() = 0;

virtual void Print(std::ostream &os) = 0;

virtual size\_t VertexesNumber() = 0;

virtual ~Figure() {};

};

#endif

**pentagon.h:**

#ifndef PENTAGON\_H

#define PENTAGON\_H

#include "figure.h"

#include <iostream>

class Pentagon : public Figure {

public:

Pentagon(std::istream& InputStream);

virtual ~Pentagon();

size\_t VertexesNumber();

double Area();

void Print(std::ostream &OutputStream);

private:

Point a;

Point b;

Point c;

Point d;

Point e;

};

#endif  **pentagon.cpp:**

#include "pentagon.h"

#include <cmath>

Pentagon::Pentagon(std::istream &InputStream)

{

InputStream >> a;

InputStream >> b;

InputStream >> c;

InputStream >> d;

InputStream >> e;

std:: cout << "Pentagon that you wanted to create has been created" << std:: endl;

}

void Pentagon::Print(std::ostream &OutputStream) {

OutputStream << "Pentagon: ";

OutputStream << a << " " << b << " " << c << " " << d << " " << e << std:: endl;

}

size\_t Pentagon::VertexesNumber() {

size\_t number = 5;

return number;

}

double Pentagon::Area() {

double q = abs(a.X() \* b.Y() + b.X() \* c.Y() + c.X() \* d.Y() + d.X() \* e.Y() + e.X() \* a.Y() - b.X() \* a.Y() - c.X() \* b.Y() - d.X() \* c.Y() - e.X() \* d.Y() - a.X() \* e.Y());

double s = q / 2;

return s;

}

Pentagon::~Pentagon() {

std:: cout << "My friend, your pentagon has been deleted" << std:: endl;

}   
 **TBinaryTreeItem.h:**

#ifndef TBINARYTREE\_ITEM\_H

#define TBINARYTREE\_ITEM\_H

#include "pentagon.h"

class TBinaryTreeItem {

public:

TBinaryTreeItem(const Pentagon& pentagon);

TBinaryTreeItem(const TBinaryTreeItem& other);

Pentagon& GetPentagon();

void SetPentagon(Pentagon& pentagon);

TBinaryTreeItem\* GetLeft();

TBinaryTreeItem\* GetRight();

void SetLeft(TBinaryTreeItem\* item);

void SetRight(TBinaryTreeItem\* item);

void SetPentagon(const Pentagon& pentagon);

void IncreaseCounter();

void DecreaseCounter();

int ReturnCounter();

virtual ~TBinaryTreeItem();

private:

Pentagon pentagon;

TBinaryTreeItem \*left;

TBinaryTreeItem \*right;

int counter;

};

#endif **TBinaryTreeItem.cpp:**  
  
#include "TBinaryTreeItem.h"

TBinaryTreeItem::TBinaryTreeItem(const Pentagon &pentagon) {

this->pentagon = pentagon;

this->left = this->right = NULL;

this->counter = 1;

}

TBinaryTreeItem::TBinaryTreeItem(const TBinaryTreeItem &other) {

this->pentagon = other.pentagon;

this->left = other.left;

this->right = other.right;

this->counter = other.counter;

}

Pentagon& TBinaryTreeItem::GetPentagon() {

return this->pentagon;

}

void TBinaryTreeItem::SetPentagon(const Pentagon& pentagon){

this->pentagon = pentagon;

}

TBinaryTreeItem\* TBinaryTreeItem::GetLeft(){

return this->left;

}

TBinaryTreeItem\* TBinaryTreeItem::GetRight(){

return this->right;

}

void TBinaryTreeItem::SetLeft(TBinaryTreeItem\* item) {

if (this != NULL){

this->left = item;

}

}

void TBinaryTreeItem::SetRight(TBinaryTreeItem\* item) {

if (this != NULL){

this->right = item;

}

}

void TBinaryTreeItem::IncreaseCounter() {

if (this != NULL){

counter++;

}

}

void TBinaryTreeItem::DecreaseCounter() {

if (this != NULL){

counter--;

}

}

int TBinaryTreeItem::ReturnCounter() {

return this->counter;

}

TBinaryTreeItem::~TBinaryTreeItem() {

}   
 **TBinaryTree.h:**

#ifndef TBINARYTREE\_H

#define TBINARYTREE\_H

#include "TBinaryTreeItem.h"

class TBinaryTree {

public:

TBinaryTree();

TBinaryTree(const TBinaryTree &other);

void Push(Pentagon &pentagon);

TBinaryTreeItem\* Pop(TBinaryTreeItem\* root, Pentagon &pentagon);

Pentagon& GetItemNotLess(double area, TBinaryTreeItem\* root);

void Clear();

bool Empty();

int Count(double minArea, double maxArea);

friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, TBinaryTree& tree);

virtual ~TBinaryTree();

TBinaryTreeItem \*root;

};

#endif **TBinaryTree.cpp:**

#include "TBinaryTree.h"

TBinaryTree::TBinaryTree () {

root = NULL;

}

TBinaryTreeItem\* copy (TBinaryTreeItem\* root) {

if (!root) {

return NULL;

}

TBinaryTreeItem\* root\_copy = new TBinaryTreeItem (root->GetPentagon());

root\_copy->SetLeft(copy(root->GetLeft()));

root\_copy->SetRight(copy(root->GetRight()));

return root\_copy;

}

TBinaryTree::TBinaryTree (const TBinaryTree &other) {

root = copy(other.root);

}

void Print (std::ostream& os, TBinaryTreeItem\* node){

if (!node){

return;

}

if(node->GetLeft()){

os << node->GetPentagon().GetArea() << ": [";

Print (os, node->GetLeft());

if (node->GetRight()){

if (node->GetRight()){

os << ", ";

Print (os, node->GetRight());

}

}

os << "]";

} else if (node->GetRight()) {

os << node->GetPentagon().GetArea() << ": [";

Print (os, node->GetRight());

if (node->GetLeft()){

if (node->GetLeft()){

os << ", ";

Print (os, node->GetLeft());

}

}

os << "]";

}

else {

os << node->GetPentagon().GetArea();

}

}

std::ostream& operator<< (std::ostream& os, TBinaryTree& tree){

Print(os, tree.root);

os << "\n";

return os;

}

void TBinaryTree::Push (Pentagon &pentagon) {

if (root == NULL) {

root = new TBinaryTreeItem(pentagon);

}

else if (root->GetPentagon() == pentagon) {

root->IncreaseCounter();

}

else {

TBinaryTreeItem\* parent = root;

TBinaryTreeItem\* current;

bool childInLeft = true;

if (pentagon.GetArea() < parent->GetPentagon().GetArea()) {

current = root->GetLeft();

}

else if (pentagon.GetArea() > parent->GetPentagon().GetArea()) {

current = root->GetRight();

childInLeft = false;

}

while (current != NULL) {

if (current->GetPentagon() == pentagon) {

current->IncreaseCounter();

}

else {

if (pentagon.GetArea() < current->GetPentagon().GetArea()) {

parent = current;

current = parent->GetLeft();

childInLeft = true;

}

else if (pentagon.GetArea() > current->GetPentagon().GetArea()) {

parent = current;

current = parent->GetRight();

childInLeft = false;

}

}

}

current = new TBinaryTreeItem(pentagon);

if (childInLeft == true) {

parent->SetLeft(current);

}

else {

parent->SetRight(current);

}

}

}

TBinaryTreeItem\* FMRST(TBinaryTreeItem\* root) {

if (root->GetLeft() == NULL) {

return root;

}

return FMRST(root->GetLeft());

}

TBinaryTreeItem\* TBinaryTree:: Pop(TBinaryTreeItem\* root, Pentagon &pentagon) {

if (root == NULL) {

return root;

}

else if (pentagon.GetArea() < root->GetPentagon().GetArea()) {

root->SetLeft(Pop(root->GetLeft(), pentagon));

}

else if (pentagon.GetArea() > root->GetPentagon().GetArea()) {

root->SetRight(Pop(root->GetRight(), pentagon));

}

else {

//first case of deleting - we are deleting a list

if (root->GetLeft() == NULL && root->GetRight() == NULL) {

delete root;

root = NULL;

return root;

}

//second case of deleting - we are deleting a verex with only one child

else if (root->GetLeft() == NULL && root->GetRight() != NULL) {

TBinaryTreeItem\* pointer = root;

root = root->GetRight();

delete pointer;

return root;

}

else if (root->GetRight() == NULL && root->GetLeft() != NULL) {

TBinaryTreeItem\* pointer = root;

root = root->GetLeft();

delete pointer;

return root;

}

//third case of deleting

else {

TBinaryTreeItem\* pointer = FMRST(root->GetRight());

root->GetPentagon().area = pointer->GetPentagon().GetArea();

root->SetRight(Pop(root->GetRight(), pointer->GetPentagon()));

}

}

return root;

}

void RecursiveCount(double minArea, double maxArea, TBinaryTreeItem\* current, int& ans) {

if (current != NULL) {

RecursiveCount(minArea, maxArea, current->GetLeft(), ans);

RecursiveCount(minArea, maxArea, current->GetRight(), ans);

if (minArea <= current->GetPentagon().GetArea() && current->GetPentagon().GetArea() < maxArea) {

ans += current->ReturnCounter();

}

}

}

int TBinaryTree::Count(double minArea, double maxArea) {

int ans = 0;

RecursiveCount(minArea, maxArea, root, ans);

return ans;

}

Pentagon& TBinaryTree::GetItemNotLess(double area, TBinaryTreeItem\* root) {

if (root->GetPentagon().GetArea() >= area) {

return root->GetPentagon();

}

else {

return GetItemNotLess(area, root->GetRight());

}

}

void RecursiveClear(TBinaryTreeItem\* current){

if (current!= NULL){

RecursiveClear(current->GetLeft());

RecursiveClear(current->GetRight());

delete current;

current = NULL;

}

}

void TBinaryTree::Clear(){

RecursiveClear(root);

}

bool TBinaryTree::Empty() {

if (root == NULL) {

return true;

}

return false;

}

TBinaryTree::~TBinaryTree() {

Clear();

std:: cout << "Your tree has been deleted" << std:: endl;

} **main.cpp:**#include <iostream>

#include "pentagon.h"

#include "TBinaryTree.h"

#include "TBinaryTreeItem.h"

int main () {

//lab1

Pentagon a (std::cin);

std:: cout << "The area of your figure is : " << a.Area() << std:: endl;

Pentagon b (std::cin);

std:: cout << "The area of your figure is : " << b.Area() << std:: endl;

Pentagon c (std::cin);

std:: cout << "The area of your figure is : " << c.Area() << std:: endl;

//lab2

TBinaryTree tree;

std:: cout << "Is tree empty? " << tree.Empty() << std:: endl;

tree.Push(a);

std:: cout << "And now, is tree empty? " << tree.Empty() << std:: endl;

tree.Push(b);

tree.Push(c);

std:: cout << "The number of figures with area in [minArea, maxArea] is: " << tree.Count(0, 100000) << std:: endl;

std:: cout << "The result of searching the same-figure-counter is: " << tree.root->ReturnCounter() << std:: endl;

std:: cout << "The result of function named GetItemNotLess is: " << tree.GetItemNotLess(0, tree.root) << std:: endl;

std:: cout << tree << std:: endl;

tree.root = tree.Pop(tree.root, a);

std:: cout << tree << std:: endl;

return 0;

}

**Результат работы:** 