Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Кафедра 806 «Вычислительная информатика и программирование»

Факультет: «Информационные технологии и прикладная математика»

Лабораторная работа

Дисциплина: «Объектно-ориентированное программирование»

I I семестр

Задание 4: «Основы метапрограммирования»

|  |  |
| --- | --- |
| Группа: | М8О-208Б-18, №3 |
| Студент: | Алексеева Мария Алексеевна |
| Преподаватель: | Журавлёв Андрей Андреевич |
| Оценка: |  |
| Дата: | 29.12.2019 |

Москва, 2019

1. **Тема**: Основы метапрограммирования
2. **Цель работы**: Изучение основ работы с шаблонами в C++
3. **Задание** (*вариант № 2* ):

Разработать шаблоны классов согласно варианту задания. Параметром шаблона должен являться скалярный тип данных, задающий тип данных для оси координат. Классы должны иметь публичные поля. Фигуры являются фигурами вращения.

Созздать набор шаблонов, реализующий функции:

* Вычисление геометрического центра фигуры
* Вывод в стандартный поток std::cout координат вершин фигуры
* Вычисление площади фигуры

Параметром шаблона должен являться тип класса фигуры. Помимо самого класса фигуры, шаблонная функция должна уметь работать с tuple.

Фигуры (Вариант 2):

Прямоугольник,трапеция, квадрат.

1. **Адрес репозитория на GitHub** <https://github.com/PowerMasha/oop_exercise_04>
2. **Код программы на С++**

main.cpp

#include <iostream>

#include <tuple>

#include "vertex.h"

#include "trapez.h"

#include "rectangle.h"

#include "square.h"

#include "templates.h"

template<class T>

void running(std::istream& is, std::ostream& os) {

if constexpr (is\_figurelike\_tuple<T>::value) {

int ang;

std::cout << "Input number of angles" << std::endl;

std::cin >> ang;

if (ang == 4) {

point<double> A, B, C, D;

is >> A >> B >> C >> D;

auto object = std::make\_tuple(A, B, C, D);

print(os, object);

os <<"area: "<<area(object) << std::endl;

os << "center: "<<center(object) << std::endl;

}else if(ang == 3){

point<double> A, B, C;

is >> A >> B >> C;

auto object = std::make\_tuple(A, B, C);

print(os, object);

os << "area: " <<area(object) << std::endl;

os << "center: " <<center(object) << std::endl;

}

}else {

T object(is);

print(os, object);

os << "area: "<< area(object) << std::endl;

os << "center: "<<center(object) << std::endl;

}

}

int main() {

char obj\_type;

std::cout << "Input figure type: 1 - trapeze, 2 - square, 3 - rectangle, 4 - tuple or 'q' to quit" << std::endl;

while (std::cin >> obj\_type){

if(obj\_type == '4') {

running<std::tuple<point<double>>> (std::cin, std::cout);

}else if(obj\_type == '1'){

running<trapeze<double>>(std::cin, std::cout);

}else if(obj\_type == '2'){

running<square<double>> (std::cin, std::cout);

}else if(obj\_type == '3'){

running<rectangle<double>>(std::cin, std::cout);

}else if(obj\_type == 'q'){

return 0;

}else{

std::cout << "Wrong. Try 1 - trapeze, 2 - square, 3 - rectangle, 4 - tuple or 'q' to quit" << std::endl;

}

}

}

rectangle.h

#ifndef RECTANGLE\_H\_

#define RECTANGLE\_H\_

#include <iostream>

#include "vertex.h"

#include <cmath>

template<class T>

struct rectangle {

point<T> points[4];

rectangle(std::istream& is);

double area() const;

point<T> center() const;

void print(std::ostream& os) const;

};

template<class T>

rectangle<T>::rectangle(std::istream& is) {

for(int i = 0; i < 4; ++i){

is >> points[i];

}

double a, b, c, d, d1, d2, ABC, BCD, CDA, DAB;

a = sqrt((points[1].x - points[0].x) \* (points[1].x - points[0].x) + (points[1].y - points[0].y) \* (points[1].y - points[0].y));

b = sqrt((points[2].x - points[1].x) \* (points[2].x - points[1].x) + (points[2].y - points[1].y) \* (points[2].y - points[1].y));

c = sqrt((points[2].x - points[3].x) \* (points[2].x - points[3].x) + (points[2].y - points[3].y) \* (points[2].y - points[3].y));

d = sqrt((points[3].x - points[0].x) \* (points[3].x - points[0].x) + (points[3].y - points[0].y) \* (points[3].y - points[0].y));

d1 = sqrt((points[1].x - points[3].x) \* (points[1].x - points[3].x) + (points[1].y - points[3].y) \* (points[1].y - points[3].y));

d2 = sqrt((points[2].x - points[0].x) \* (points[2].x - points[0].x) + (points[2].y - points[0].y) \* (points[2].y - points[0].y));

ABC = (a \* a + b \* b - d2 \* d2) / 2 \* a \* b;

BCD = (b \* b + c \* c - d1 \* d1) / 2 \* b \* c;

CDA = (d \* d + c \* c - d2 \* d2) / 2 \* d \* c;

DAB = (a \* a + d \* d - d1 \* d1) / 2 \* a \* d;

if(ABC != BCD || ABC != CDA || ABC != DAB)

throw std::logic\_error("It`s not a rectangle");

}

template<class T>

double rectangle<T>::area() const {

const T a = sqrt((points[1].x - points[0].x) \* (points[1].x - points[0].x) + (points[1].y - points[0].y) \* (points[1].y - points[0].y));

const T b = sqrt((points[2].x - points[1].x) \* (points[2].x - points[1].x) + (points[2].y - points[1].y) \* (points[2].y - points[1].y));

return a \* b;

}

template<class T>

point<T> rectangle<T>::center() const {

point<T> res;

res.x = (points[0].x + points[1].x + points[2].x + points[3].x) / 4;

res.y = (points[0].y + points[1].y + points[2].y + points[3].y) / 4;

return res;

}

template<class T>

void rectangle<T>::print(std::ostream& os) const {

for(int i = 0; i < 4; ++i){

os << points[i];

if(i + 1 != 4){

os << ' ';

}

}

}

#endif

square.h

#ifndef SQUARE\_H\_

#define SQUARE\_H\_

#include <iostream>

#include "vertex.h"

#include <cmath>

template<class T>

struct square {

point<T> points[4];

square(std::istream& is);

double area() const;

point<T> center() const;

void print(std::ostream& os) const;

};

template<class T>

square<T>::square(std::istream& is) {

for(int i = 0; i < 4; ++i){

is >> points[i];

}

double a, b, c, d, d1, d2, ABC, BCD, CDA, DAB;

a = sqrt((points[1].x - points[0].x) \* (points[1].x - points[0].x) + (points[1].y - points[0].y) \* (points[1].y - points[0].y));

b = sqrt((points[2].x - points[1].x) \* (points[2].x - points[1].x) + (points[2].y - points[1].y) \* (points[2].y - points[1].y));

c = sqrt((points[2].x - points[3].x) \* (points[2].x - points[3].x) + (points[2].y - points[3].y) \* (points[2].y - points[3].y));

d = sqrt((points[3].x - points[0].x) \* (points[3].x - points[0].x) + (points[3].y - points[0].y) \* (points[3].y - points[0].y));

d1 = sqrt((points[1].x - points[3].x) \* (points[1].x - points[3].x) + (points[1].y - points[3].y) \* (points[1].y - points[3].y));

d2 = sqrt((points[2].x - points[0].x) \* (points[2].x - points[0].x) + (points[2].y - points[0].y) \* (points[2].y - points[0].y));

ABC = (a \* a + b \* b - d2 \* d2) / 2 \* a \* b;

BCD = (b \* b + c \* c - d1 \* d1) / 2 \* b \* c;

CDA = (d \* d + c \* c - d2 \* d2) / 2 \* d \* c;

DAB = (a \* a + d \* d - d1 \* d1) / 2 \* a \* d;

if(ABC != BCD || ABC != CDA || ABC != DAB || a!=b || a!=c || a!=d )

throw std::logic\_error("It`s not a square");

}

template<class T>

double square<T>::area() const {

const T a = sqrt((points[1].x - points[0].x) \* (points[1].x - points[0].x) + (points[1].y - points[0].y) \* (points[1].y - points[0].y));

const T b = sqrt((points[2].x - points[1].x) \* (points[2].x - points[1].x) + (points[2].y - points[1].y) \* (points[2].y - points[1].y));

return a \* b;

}

template<class T>

point<T> square<T>::center() const {

point<T> res;

res.x = (points[0].x + points[1].x + points[2].x + points[3].x) / 4;

res.y = (points[0].y + points[1].y + points[2].y + points[3].y) / 4;

return res;

}

template<class T>

void square<T>::print(std::ostream& os) const {

for(int i = 0; i < 4; ++i){

os << points[i];

if(i + 1 != 4){

os << ' ';

}

}

}

#endif

trapez.h

#ifndef TRAPEZE\_H\_

#define TRAPEZE\_H\_

#include <iostream>

#include <cmath>

#include "vertex.h"

template<class T>

struct trapeze {

point<T> points[4];

trapeze(std::istream& is);

double area() const;

point<T> center() const;

void print(std::ostream& os) const;

};

template<class T>

trapeze<T>::trapeze(std::istream& is) {

for(int i = 0; i < 4; ++i){

is >> points[i];

}

if((points[2].y - points[1].y) / (points[2].x - points[1].x) != (points[3].y - points[0].y) / (points[3].x - points[0].x))

throw std::logic\_error("It`s not a trapeze");

}

template<class T>

double trapeze<T>::area() const {

return 0.5 \* std::abs( points[0].x \* points[1].y + points[1].x \* points[2].y + points[2].x \* points[3].y + points[3].x \* points[0].y - points[1].x \* points[0].y - points[2].x \* points[1].y - points[3].x \* points[2].y - points[0].x \* points[3].y);

}

template<class T>

point<T> trapeze<T>::center() const {

point<T> res;

res.x = (points[0].x + points[1].x + points[2].x + points[3].x) / 4;

res.y = (points[0].y + points[1].y + points[2].y + points[3].y) / 4;

return res;

}

template<class T>

void trapeze<T>::print(std::ostream& os) const {

for(int i = 0; i < 4; ++i){

os << points[i];

if(i + 1 != 4){

os << ' ';

}

}

}

#endif

vertex.h

#ifndef POINT\_H\_

#define POINT\_H\_

#include <iostream>

template<class T>

struct point {

T x;

T y;

};

template<class T>

point<T> operator+(const point<T>& A, const point<T>& B) {

point<T> res;

res.x = A.x + B.x;

res.y = A.y + B.y;

return res;

}

template<class T>

point<T> operator/=(point<T>& A, const double B) {

A.x /= B;

A.y /= B;

return A;

}

template<class T>

std::istream& operator>> (std::istream& is, point<T>& p) {

is >> p.x >> p.y;

return is;

}

template<class T>

std::ostream& operator<< (std::ostream& os, const point<T>& p) {

os << '[' << p.x << ' ' << p.y << ']';

return os;

}

#endif

templates.h

#ifndef TEMPLATES\_H\_

#define TEMPLATES\_H\_

#include <tuple>

#include <type\_traits>

#include "vertex.h"

template<class T>

struct is\_point : std::false\_type {};

template<class T>

struct is\_point<point<T>> : std::true\_type {};

template<class T>

struct is\_figurelike\_tuple : std::false\_type {};

template<class Head, class... Tail>

struct is\_figurelike\_tuple<std::tuple<Head, Tail...>> :

std::conjunction<is\_point<Head>, std::is\_same<Head, Tail>...> {};

template<class T>

inline constexpr bool is\_figurelike\_tuple\_v = is\_figurelike\_tuple<T>::value;

template<class T, class = void>

struct has\_method\_area : std::false\_type {};

template<class T>

struct has\_method\_area<T, std::void\_t<decltype(std::declval<const T&>().area())>> : std::true\_type {};

template<class T>

inline constexpr bool has\_method\_area\_v = has\_method\_area<T>::value;

template<class T>

std::enable\_if\_t<has\_method\_area\_v<T>, double> area(const T& object) {

return object.area();

}

template<class T, class = void>

struct has\_method\_center : std::false\_type {};

template<class T>

struct has\_method\_center<T, std::void\_t<decltype(std::declval<const T&>().center())>> : std::true\_type {};

template<class T>

inline constexpr bool has\_method\_center\_v = has\_method\_center<T>::value;

template<class T>

std::enable\_if\_t<has\_method\_center\_v<T>, point<double>> center(const T& object) {

return object.center();

}

template<class T, class = void>

struct has\_method\_print : std::false\_type {};

template<class T>

struct has\_method\_print<T, std::void\_t<decltype(std::declval<const T&>().print(std::cout))>> : std::true\_type {};

template<class T>

inline constexpr bool has\_method\_print\_v = has\_method\_print<T>::value;

template<class T>

std::enable\_if\_t<has\_method\_print\_v<T>, void> print(std::ostream& os, const T& object) {

object.print(os);

}

template<size\_t Id, class T>

double compute\_area(const T& tuple) {

if constexpr (Id >= std::tuple\_size\_v<T>){

return 0;

}else{

const auto x1 = std::get<Id - 0>(tuple).x - std::get<0>(tuple).x;

const auto y1 = std::get<Id - 0>(tuple).y - std::get<0>(tuple).y;

const auto x2 = std::get<Id - 1>(tuple).x - std::get<0>(tuple).x;

const auto y2 = std::get<Id - 1>(tuple).y - std::get<0>(tuple).y;

const double local\_area = std::abs(x1 \* y2 - y1 \* x2) \* 0.5;

return local\_area + compute\_area<Id + 1>(tuple);

}

}

template<class T>

std::enable\_if\_t<is\_figurelike\_tuple\_v<T>, double>

area(const T& object) {

if constexpr (std::tuple\_size\_v<T> < 3){

throw std::logic\_error("It`s not a figure");

}else{

return compute\_area<2>(object);

}

}

template<size\_t Id, class T>

point<double> tuple\_center(const T& object) {

if constexpr (Id >= std::tuple\_size<T>::value) {

return point<double> {0, 0};

} else {

point<double> res = std::get<Id>(object);

return res + tuple\_center<Id+1>(object);

}

}

template<class T>

point<double> compute\_center(const T &tuple) {

point<double> res{0, 0};

res = tuple\_center<0>(tuple);

res /= std::tuple\_size\_v<T>;

return res;

}

template<class T>

std::enable\_if\_t<is\_figurelike\_tuple\_v<T>, point<double>>

center(const T& object) {

if constexpr (std::tuple\_size\_v<T> < 3){

throw std::logic\_error("It`s not a figure");

}else{

return compute\_center(object);

}

}

template<size\_t Id, class T>

void step\_print(const T& object, std::ostream& os) {

if constexpr (Id >= std::tuple\_size<T>::value) {

std::cout << "\n";

} else {

os << std::get<Id>(object) << " ";

step\_print<Id + 1>(object, os);

}

}

template<class T>

std::enable\_if\_t<is\_figurelike\_tuple\_v<T>, void>

print(std::ostream& os, const T& object) {

if constexpr (std::tuple\_size\_v<T> < 3){

throw std::logic\_error("It`s not a figure");

}else{

step\_print<0>(object, os);

}

}

#endif

CmakeLists.txt

cmake\_minimum\_required(VERSION 3.10)

project(oop\_exercise\_04)

set(CMAKE\_CXX\_STANDARD 17)

add\_executable(oop\_exercise\_04 main.cpp)

1. **Набор testcases**

test\_01.txt

1

0 0 1 1 2 1 3 0

2

0 0 0 1 1 1 1 0

3

0 0 0 1 4 1 4 0

q

test\_02.txt

4

3

0 0 1 1 2 0

4

4

0 0 0 2 2 2 2 0

1. **Результаты выполнения тестов**

masha@masha-VirtualBox:~/2kurs/oop\_exercise\_04/tmp$ ./oop\_exercise\_04 < ~/2kurs/oop\_exercise\_04/test\_01.txt

Input figure type: 1 - trapeze, 2 - square, 3 - rectangle, 4 - tuple or 'q' to quit

[0 0] [1 1] [2 1] [3 0]area: 2

center: [1.5 0.5]

[0 0] [0 1] [1 1] [1 0]area: 1

center: [0.5 0.5]

[0 0] [0 1] [4 1] [4 0]area: 4

center: [2 0.5]

masha@masha-VirtualBox:~/2kurs/oop\_exercise\_04/tmp$ ./oop\_exercise\_04 < ~/2kurs/oop\_exercise\_04/test\_02.txt

Input figure type: 1 - trapeze, 2 - square, 3 - rectangle, 4 - tuple or 'q' to quit

Input number of angles

[0 0] [1 1] [2 0]

area: 1

center: [1 0.333333]

Input number of angles

[0 0] [0 2] [2 2] [2 0]

area: 4

center: [1 1]

1. **Объяснение результатов работы программы - вывод**

В файлах rectangle.h, trapeze.h и square.h описаны фигуры. В templates.h описаны шаблоны для работы с этими фигурами и tuple.

В ходе выполнения данной лабораторной работы были получены навыки работы с шаблонами, а также хэдером <type\_traits>, создания шаблонных классов.