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 3: «Наследование, полиморфизм»

|  |  |
| --- | --- |
| Группа: | М8О-208Б-18, №3 |
| Студент: | Анисимов Валерий Алексеевич |
| Преподаватель: | Журавлёв Андрей Андреевич |
| Оценка: |  |
| Дата: | 27.10.2019 |

Москва, 2019

1. **Тема**: Наследование, полиморфизм
2. **Цель работы**: Изучение механизмов работы с наследованием в С++
3. **Задание** (*вариант № 3* ):

Разработать классы согласно варианту задания. Классы должны наследоваться от базового класса Figure. Фигуры являются фигурами вращения. Все классы должны поддерживать общий набор методов:

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

Создать программу, которая позволяет:

* Вводить из стандартного вода std::cin фигуры, согласно варианту задания
* Сохранять созданные фигуры в динамический массив std::vector<Figure\*>
* Вызывыть для всего массива общие функции (1 — 3)
* Необходимо уметь вычислять общую площадь фигур в массиве
* Удалять из массива фигуру по индексу

Фигуры (Вариант 3):

Прямоугольник,трапеция, ромб.

1. **Адрес репозитория на GitHub** [https://github.com/wAlienUFOx/oop\_exercise\_0](https://github.com/wAlienUFOx/oop_exercise_01)3
2. **Код программы на С++**

main.cpp

#include <iostream>

#include "figure.h"

#include "rhombus.h"

#include "trapeze.h"

#include "rectangle.h"

#include <vector>

#include <string>

void read\_figt(std::vector<Figure \*>& fig)

{

int figt;

Trapeze \*t = nullptr;

Rhombus \*rh = nullptr;

Rectangle \*re = nullptr;

std::cout << "Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle\n";

std::cin >> figt;

switch (figt) {

case 1:

try{

t = new Trapeze(std::cin);

} catch(std::logic\_error& err){

std::cout << err.what() << std::endl;

break;

}

fig.push\_back(dynamic\_cast<Figure\*>(t));

break;

case 2:

try{

rh = new Rhombus(std::cin);

}catch(std::logic\_error& err){

std::cout << err.what() << std::endl;

break;

}

fig.push\_back(dynamic\_cast<Figure\*>(rh));

break;

case 3:

try {

re = new Rectangle(std::cin);

} catch(std::logic\_error& err){

std::cout << err.what() << std::endl;

break;

}

fig.push\_back(dynamic\_cast<Figure\*>(re));

break;

default:

std::cout << "Wrong. Try 1 - trapeze, 2 - rhombus or 3 - rectangle\n";

}

}

void Tut(){

std::cout << " 2 3 2 2 3\n";

std::cout << " \*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*\n";

std::cout << " \*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*\n";

std::cout << " \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* 1\*\*\*\*\*3 \*\*\*\*\n";

std::cout << " \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*\n";

std::cout << " \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*\n";

std::cout << " 1 4 4 1 4\n";

}

int main(){

unsigned int index;

double Tarea = 0;

std::string operation;

std::vector<Figure\*> fig;

Tut();

std::cout << "Operations: add / delete / out / quit\n";

while (std::cin >> operation) {

if (operation == "add") {

read\_figt(fig);

}

else if (operation == "delete") {

std::cin >> index;

delete fig[index];

for (; index < fig.size() - 1; ++index) {

fig[index] = fig[index + 1];

}

fig.pop\_back();

}

else if (operation == "out") {

Tarea = 0;

for (unsigned int i = 0; i < fig.size(); i++) {

std::cout << i << ":\n";

std::cout << "Area: " << fig[i]->area() << std::endl;

std::cout << "Center: " << fig[i]->center() << std::endl;

std::cout << "Coordinates: ";

fig[i]->print(std::cout);

std::cout << std::endl;

Tarea += fig[i]->area();

}

std::cout << "Total area: " << Tarea << std::endl;

}

else if (operation == "quit"){

for (unsigned int i = 0; i < fig.size(); ++i) {

delete fig[i];

}

return 0;

}

else {

std::cout << "Wrong. Operations: add / delete / out / quit\n";

}

}

}

point.h

#ifndef POINT\_H

#define POINT\_H

#include <iostream>

class Point {

public:

Point();

Point(double x, double y);

double X() const;

double Y() const;

friend std::ostream& operator<< (std::ostream& out, const Point& p);

friend std::istream& operator>> (std::istream& in, Point& p);

private:

double x;

double y;

};

#endif

point.cpp

#include "point.h"

#include <cmath>

Point::Point() : x{0}, y{0}

{}

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

{}

double Point::X() const

{

return x;

}

double Point::Y() const

{

return y;

}

std::ostream& operator<< (std::ostream& out, const Point& p)

{

out << "(" << p.X() << ";" << p.Y() << ")";

return out;

}

std::istream& operator>> (std::istream& in, Point& p)

{

in >> p.x >> p.y;

return in;

}

figure.h

#ifndef FIGURE\_H

#define FIGURE\_H

#include <iostream>

#include "point.h"

class Figure {

public:

virtual double area() const = 0;

virtual Point center() const = 0;

virtual std::ostream& print(std::ostream& out) const = 0;

virtual ~Figure() = default;

};

#endif

figure.cpp

#include "figure.h"

rhombus.h

#ifndef RHOMBUS\_H

#define RHOMBUS\_H

#include "figure.h"

#include "point.h"

class Rhombus : public Figure {

public:

Rhombus();

Rhombus(std::istream& in);

double area() const override;

Point center() const override;

std::ostream& print(std::ostream& out) const override;

private:

Point A;

Point B;

Point C;

Point D;

};

#endif

#endif

rhombus.cpp

#include "rhombus.h"

#include <cmath>

Rhombus::Rhombus() : A{0, 0}, B{0, 0}, C{0, 0}, D{0,0} {}

Rhombus::Rhombus(std::istream& in) {

in >> A >> B >> C >> D;

double a, b, c, d;

a = sqrt((B.X()- A.X()) \* (B.X() - A.X()) + (B.Y() - A.Y()) \* (B.Y() - A.Y()));

b = sqrt((C.X()- B.X()) \* (C.X() - B.X()) + (C.Y() - B.Y()) \* (C.Y() - B.Y()));

c = sqrt((C.X()- D.X()) \* (C.X() - D.X()) + (C.Y() - D.Y()) \* (C.Y() - D.Y()));

d = sqrt((D.X()- A.X()) \* (D.X() - A.X()) + (D.Y() - A.Y()) \* (D.Y() - A.Y()));

if(a != b || a != c || a != d)

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

}

double Rhombus::area() const{

double d1 = sqrt((C.X() - A.X()) \* (C.X() - A.X()) + (C.Y() - A.Y()) \* (C.Y() - A.Y()));;

double d2 = sqrt((B.X() - D.X()) \* (B.X() - D.X()) + (B.Y() - D.Y()) \* (B.Y() - D.Y()));;

return d1 \* d2 / 2;

}

Point Rhombus::center() const

{

return Point{(A.X() + B.X() + C.X() + D.X()) / 4, (A.Y() + B.Y() + C.Y() + D.Y()) / 4};

}

std::ostream& Rhombus::print(std::ostream& out) const

{

out << A << " " << B << " " << C << " " << D;

return out;

}

rectangle.h

#ifndef RECTNAGLE\_H

#define RECTNAGLE\_H

#include "figure.h"

#include "point.h"

class Rectangle : public Figure {

public:

Rectangle();

Rectangle(std::istream& in);

double area() const override;

Point center() const override;

std::ostream& print(std::ostream& out) const override;

private:

Point A;

Point B;

Point C;

Point D;

};

#endif

rectangle.cpp

#include "rectangle.h"

#include <cmath>

Rectangle::Rectangle() : A{0, 0}, B{0, 0}, C{0,0}, D{0,0} {}

Rectangle::Rectangle(std::istream& in) {

in >> A >> B >> C >> D;

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

a = sqrt((B.X()- A.X()) \* (B.X() - A.X()) + (B.Y() - A.Y()) \* (B.Y() - A.Y()));

b = sqrt((C.X()- B.X()) \* (C.X() - B.X()) + (C.Y() - B.Y()) \* (C.Y() - B.Y()));

c = sqrt((C.X()- D.X()) \* (C.X() - D.X()) + (C.Y() - D.Y()) \* (C.Y() - D.Y()));

d = sqrt((D.X()- A.X()) \* (D.X() - A.X()) + (D.Y() - A.Y()) \* (D.Y() - A.Y()));

d1 = sqrt((B.X()- D.X()) \* (B.X() - D.X()) + (B.Y() - D.Y()) \* (B.Y() - D.Y()));

d2 = sqrt((C.X()- A.X()) \* (C.X() - A.X()) + (C.Y() - A.Y()) \* (C.Y() - A.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");

}

double Rectangle::area() const{

double a = sqrt((B.X() - A.X()) \* (B.X() - A.X()) + (B.Y() - A.Y()) \* (B.Y() - A.Y()));

double b = sqrt((C.X() - B.X()) \* (C.X() - B.X()) + (C.Y() - B.Y()) \* (C.Y() - B.Y()));;

return a \* b;

}

Point Rectangle::center() const{

return Point{(A.X() + B.X() + C.X() + D.X()) / 4, (A.Y() + B.Y() + C.Y() + D.Y()) / 4};

}

std::ostream& Rectangle::print(std::ostream& out) const{

out << A << " " << B << " " << C << " " << D;

return out;

}

trapeze.h

#ifndef TRAPEZE\_H

#define TRAPEZE\_H

#include "figure.h"

#include "point.h"

class Trapeze : public Figure {

public:

Trapeze();

Trapeze(std::istream& in);

double area() const override;

Point center() const override;

std::ostream& print(std::ostream& out) const override;

private:

Point A;

Point B;

Point C;

Point D;

};

#endif

trapeze.cpp

#include "trapeze.h"

#include <cmath>

Trapeze::Trapeze() : A{0, 0}, B{0, 0}, C{0, 0}, D{0,0} {}

Trapeze::Trapeze(std::istream& in) {

in >> A >> B >> C >> D;

double a, b, c, d;

a = sqrt((B.X()- A.X()) \* (B.X() - A.X()) + (B.Y() - A.Y()) \* (B.Y() - A.Y()));

c = sqrt((C.X()- D.X()) \* (C.X() - D.X()) + (C.Y() - D.Y()) \* (C.Y() - D.Y()));

if(a != c || (C.Y() - B.Y()) / (C.X() - B.X()) != (D.Y() - A.Y()) / (D.X() - A.X()))

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

}

double Trapeze::area() const{

double a = sqrt((C.X() - B.X()) \* (C.X() - B.X()) + (B.Y() - C.Y()) \* (B.Y() - C.Y()));

double b = sqrt((B.X() - A.X()) \* (B.X() - A.X()) + (B.Y() - A.Y()) \* (B.Y() - A.Y()));

double l = sqrt((D.X() - A.X()) \* (D.X() - A.X()) + (A.Y() - D.Y()) \* (A.Y() - D.Y()));

double c = (l - a) / 2;

double h = sqrt((b \* b) - (c \* c));

return 0.5 \* h \* (a + l);

}

Point Trapeze::center() const

{

double a = sqrt((C.X() - B.X()) \* (C.X() - B.X()) + (B.Y() - C.Y()) \* (B.Y() - C.Y()));

double b = sqrt((B.X() - A.X()) \* (B.X() - A.X()) + (B.Y() - A.Y()) \* (B.Y() - A.Y()));

double l = sqrt((D.X() - A.X()) \* (D.X() - A.X()) + (A.Y() - D.Y()) \* (A.Y() - D.Y()));

double c = (l - a) / 2;

double h = sqrt((b \* b) - (c \* c));

double y\_ = (2 \* l + a) \* h / (a + l) / 3;

if (B.X() == C.X() && D.X() < C.X())

return Point{D.X() + h - y\_, (A.Y() + B.Y() + C.Y() + D.Y()) / 4};

if (B.X() == C.X() && C.X() < D.X())

return Point{C.X() + h - y\_, (A.Y() + B.Y() + C.Y() + D.Y()) / 4};

return Point{(A.X() + B.X() + C.X() + D.X()) / 4, (B.Y() + C.Y()) / 2 - ((B.Y() + C.Y()) / 2 - (D.Y() + A.Y()) / 2) \* y\_ / h};

}

std::ostream& Trapeze::print(std::ostream& out) const

{

out << A << " " << B << " " << C << " " << D;

return out;

}

CMakeLists.txt

cmake\_minimum\_required (VERSION 3.5)

project(lab3)

add\_executable(oop\_exercise\_03

main.cpp

figure.cpp

rhombus.cpp

point.cpp

rectangle.cpp

trapeze.cpp)

set(CMAKE\_CXX\_FLAGS "${CMAKE\_CXX\_FLAGS} -Wall -Wextra")

set\_target\_properties(oop\_exercise\_03 PROPERTIES CXX\_STANDART 14 CXX\_STANDART\_REQUIRED ON)

1. **Набор testcases**

test\_01.txt Координаты вершин Ожидаемый результат

Трапеция (0;0) (1;1) (2;1) (3;0) Площадь 2

0 Центр (1.5; 0.41)

0

1

1

2

1

3

0

Ромб (0:2)(1;4)(2;2)(1;0) Площадь 4

0 Центр (1;2)

2

1

4

2

2

1

0

Прямоугольник (-4;0)(-4;5)(0;5)(0;0) Площадь 20

-4 Центр (-2;2.5)

0

-4

5

0

5

0

0

out

delete 1

out

test\_02.txt Координаты вершин Ожидаемый результат

Трапеция (0;-2) (1;0) (4;0) (5;-2) Площадь 8

0 Центр (2.5; -1.08)

-2

1

0

4

0

5

-2

Ромб (0:-2)(-1;0)(0;2)(1;0) Площадь 4

0 Центр (0;0)

-2

-1

0

0

2

1

0

Прямоугольник (-2;-2)(-2;-1)(2;-1)(2;-2) Площадь 4

-2 Центр (0;-1.5)

-2

-2

-1

2

-1

2

-2

out

delete 1

delete 1

out

delete 0

out

test\_03.txt Координаты вершин Ожидаемый результат

Трапеция (0;4) (2;3) (2;1) (0;0) Площадь 6

0 Центр (0.89;2)

4

2

3

2

1

0

0

Ромб (0:1)(3;2)(6;1)(3;0) Площадь 6

0 Центр (3;1)

1

3

2

6

1

3

0

Прямоугольник (-4;0)(-4;5)(0;5)(0;0) Площадь 8

0 Центр (2;1)

2

4

2

4

0

0

0

out

delete 0

out

1. **Результаты выполнения тестов**

walien@PC-name:~/2kurs/CPP/lab3/tmp$ ./oop\_exercise\_03 < ~/2kurs/CPP/lab3/test\_01.txt

2 3 2 2 3

\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* 1 \*\*\*\*\*3 \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*

1 4 4 1 4

Operations: add / delete / out / quit

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

0:

Area: 2

Center: (1.5;0.416667)

Coordinates: (0;0) (1;1) (2;1) (3;0)

1:

Area: 4

Center: (1;2)

Coordinates: (0;2) (1;4) (2;2) (1;0)

2:

Area: 20

Center: (-2;2.5)

Coordinates: (-4;0) (-4;5) (0;5) (0;0)

Total area: 26

0:

Area: 2

Center: (1.5;0.416667)

Coordinates: (0;0) (1;1) (2;1) (3;0)

1:

Area: 20

Center: (-2;2.5)

Coordinates: (-4;0) (-4;5) (0;5) (0;0)

Total area: 22

walien@PC-name:~/2kurs/CPP/lab3/tmp$ ./oop\_exercise\_03 < ~/2kurs/CPP/lab3/test\_02.txt

2 3 2 2 3

\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* 1 \*\*\*\*\*3 \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*

1 4 4 1 4

Operations: add / delete / out / quit

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

0:

Area: 8

Center: (2.5;-1.08333)

Coordinates: (0;-2) (1;0) (4;0) (5;-2)

1:

Area: 4

Center: (0;0)

Coordinates: (0;-2) (-1;0) (0;2) (1;0)

2:

Area: 4

Center: (0;-1.5)

Coordinates: (-2;-2) (-2;-1) (2;-1) (2;-2)

Total area: 16

0:

Area: 8

Center: (2.5;-1.08333)

Coordinates: (0;-2) (1;0) (4;0) (5;-2)

Total area: 8

Total area: 0

walien@PC-name:~/2kurs/CPP/lab3/tmp$ ./oop\_exercise\_03 < ~/2kurs/CPP/lab3/test\_03.txt

2 3 2 2 3

\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* 1 \*\*\*\*\*3 \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\* \*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* \* \*\*\*\*

1 4 4 1 4

Operations: add / delete / out / quit

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

Fig types: 1 - trapeze; 2 - rhombus; 3 - rectangle

0:

Area: 6

Center: (0.888889;2)

Coordinates: (0;4) (2;3) (2;1) (0;0)

1:

Area: 6

Center: (3;1)

Coordinates: (0;1) (3;2) (6;1) (3;0)

2:

Area: 8

Center: (2;1)

Coordinates: (0;2) (4;2) (4;0) (0;0)

Total area: 20

0:

Area: 6

Center: (3;1)

Coordinates: (0;1) (3;2) (6;1) (3;0)

1:

Area: 8

Center: (2;1)

Coordinates: (0;2) (4;2) (4;0) (0;0)

Total area: 14

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

В figure.h задаётся базовый класс Figure задающий общий принцип структуры для классов — наследников — Rectangle, Trapeze и Rhombus.

Наследование позволяет избежать дублирования лишнего кода при написании классов, т. к. класс может использовать переменные и методы другого класса как свои собственные.

В данном случае класс Figure является абстрактным — он определяет интерфейс для переопределения методов классами Rectangle, Trapeze и Rhombus.

Полиморфизм позволяет использовать одно и то же имя для различных действий, похожих, но технически отличающихся. В данной лаборторной работе он осуществляется посредством виртуальных функций.