

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

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5
по курсу объектно-ориентированное программирование I семестр, 2021/22
уч. год

Студент Пономарев Никита Владимирович, группа М8О-207Б-20

Преподаватель Дорохов Евгений Павлович

Условие

- Вариант 19:

Структура данных - н-дерево (TNaryTree), класс хранимых объектов - прямоугольник(Rectangle)

- Задание:

Используя структуру данных, разработанную для лабораторной работы №4, спроектировать и разработать итератор для динамической структуры данных. Итератор должен быть разработан в виде шаблона и должен позволять работать с любыми типами фигур, согласно варианту задания. Итератор должен позволять использовать структуру данных в операторах типа for. Например:

```
for(auto i : stack) {  
    std::cout << *i << std::endl;  
}
```

Исходный код лежит в 11 файлах:

1. main.cpp: основная программа, взаимодействие с пользователем посредством команд из меню
2. figure.h: описание абстрактного класса фигур
3. point.h: описание класса точки
4. TNaryTree_item.h: описание класса элемента н-дерева
5. TNaryTree.h: описание класса н-дерева
6. rectangle.cpp: описание класса прямоугольника, наследующегося от figures
7. point.cpp: реализация класса точки
8. rectangle.cpp: реализация класса прямоугольника, наследующегося от figures
9. TNaryTree.cpp: реализация класса н-дерева
10. TNaryTree_item.cpp: реализация класса элемента н-дерева
11. Iterator.h: реализация класса итератора н-дерева

Дневник отладки

Проблем и ошибок при написании данной работы не возникло.

Недочёты

Выводы

В процессе выполнения работы я на практике познакомился с итераторами. Они позволяют легко реализовать обход всех элементов некоторой структуры данных, позволяют использовать цикл range-based-for и для самописных структур. Поэтому я уверен, что знания, полученные в этой лабораторной работе, обязательно пригодятся мне.

Исходный код:

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, const 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, const Point& p) {  
    os << "(" << p.x_ << ", " << p.y_ << ")";  
    return os;  
}
```

rectangle.h

```
#ifndef RECTANGLE_H
```

```
#define RECTANGLE_H
```

```

#include "figure.h"

class Rectangle: Figure {
public:
    size_t VertexesNumber();
    double Area();
    void Print(std::ostream& os);
    Rectangle();
    Rectangle(Point a_, Point b_, Point c_, Point d_);
    Rectangle(std::istream& is);

    friend std::istream &operator>>(std::istream &is, Rectangle &figure);
    friend std::ostream &operator<<(std::ostream &os, const Rectangle &figure);

    ~Rectangle();

private:
    Point a;
    Point b;
    Point c;
    Point d;
};

#endif

```

rectangle.cpp

```

#include "rectangle.h"

double Rectangle::Area(){
    return a.dist(b) * b.dist(c);
}

void Rectangle::Print(std::ostream& os){
    os << a << " " << b << " " << c << " " << d << "\n";
}

size_t Rectangle::VertexesNumber(){
    return (size_t)(4);
}

Rectangle::Rectangle() : a(Point()), b(Point()), c(Point()), d(Point()){

```

```

}

Rectangle::Rectangle(Point a_, Point b_, Point c_, Point d_):
    a(a_), b(b_), c(c_), d(d_){
}

Rectangle::Rectangle(std::istream& is){
    is >> a >> b >> c >> d;
}

std::istream &operator>>(std::istream &is, Rectangle &figure)
{
    is >> figure.a >> figure.b >> figure.c >> figure.d;
    return is;
}

std::ostream &operator<<(std::ostream &os, const Rectangle &figure)
{
    os << "Rectangle: " << figure.a << " " << figure.b << " " << figure.c << " " << figure.d;
    return os;
}

Rectangle::~Rectangle() {}

```

TNaryTree_item.h

```

#ifndef TNARYTREE_ITEM_H
#define TNARYTREE_ITEM_H

#include <memory>
#include "rectangle.h"

template <class T>
class Item {
public:
    Item(T a);
    Item(std::shared_ptr<Item<T>> a);
    Item();
    void Set(T a);
    void Set_bro(std::shared_ptr<Item<T>> bro_);
    void Set_son(std::shared_ptr<Item<T>> son_);
    void Set_older(std::shared_ptr<Item<T>> older_);
    T Get_data();

```

```

        std::shared_ptr<Item<T>> Get_bro();
        std::shared_ptr<Item<T>> Get_son();
        std::shared_ptr<Item<T>> Get_older();
        void Print(std::ostream &os);
        double Area();
        ~Item();

        template<class A>
        friend std::ostream &operator<<(std::ostream &os, const Item<A> &obj);

    private:
        std::shared_ptr<Item<T>> bro = nullptr;
        std::shared_ptr<Item<T>> son = nullptr;
        std::shared_ptr<Item<T>> older = nullptr;
        T data;
};

#endif

```

TNaryTree_item.cpp

```

#include "TNaryTree_item.h"
#include <iostream>

```

```

template <class T>
Item<T>::Item() {
    data = T();
}

template <class T>
Item<T>::Item(T a){
    data = a;
}

template <class T>
void Item<T>::Set(T a){
    data = a;
}

template <class T>
T Item<T>::Get_data(){
    return data;
}

```



```

template <class T>
std::shared_ptr<Item<T>> Item<T>::Get_bro(){
    return bro;
}

template <class T>
std::shared_ptr<Item<T>> Item<T>::Get_son(){
    return son;
}

template <class T>
std::shared_ptr<Item<T>> Item<T>::Get_older(){
    return this == nullptr ? nullptr : older;
}

template <class T>
Item<T>::Item(std::shared_ptr<Item<T>> a){
    older = nullptr;
    bro = a->bro;
    son = a->son;
    data = a->data;
}

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

template <class T>
void Item<T>::Set_bro(std::shared_ptr<Item<T>> bro_){
    bro = bro_;
}

template <class T>
void Item<T>::Set_son(std::shared_ptr<Item<T>> son_){
    son = son_;
}

template <class T>
void Item<T>::Set_older(std::shared_ptr<Item<T>> older_){
    older = older_;
}

```

```

}

template <class T>
double Item<T>::Area(){
    return data.Area();
}

template <class T>
std::ostream &operator<<(std::ostream &os, const Item<T> &obj){
    return os << "Item: " << obj.data << std::endl;
}

template <class T>
Item<T>::~~Item() {};

#include "rectangle.h"
template class Item<Rectangle>;
template std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const Item<Rectangle> &obj);

```

TNaryTree.h

```

#ifndef TNARYTREE_H
#define TNARYTREE_H

#include "TNaryTree_item.h"
#include "Iterator.h"

template <class T>
class TNaryTree {
public:
    // Инициализация дерева с указанием размера
    TNaryTree(int n);
    // Полное копирование дерева
    TNaryTree(const TNaryTree<T>& other);
    // Добавление или обновление вершины в дереве согласно заданному пути.
    // Путь задается строкой вида: "свссбссс",
    // где 'с' - старший ребенок, 'б' - младший брат
    // последний символ строки - вершина, которую нужно добавить или обновить.
    // Пустой путь "" означает добавление/обновление корня дерева.
    // Если какой-то вершины в tree_path не существует,
    // то функция должна бросить исключение std::invalid_argument
    // Если вершину нельзя добавить из за переполнения,
    // то функция должна бросить исключение std::out_of_range

```

```

void Update(T &&polygon, std::string &&tree_path = "");
// Удаление поддерева
void Clear(std::string &&tree_path = "");
// Проверка наличия в дереве вершин
bool Empty();
// Подсчет суммарной площади поддерева
double Area(std::string &&tree_path);
int size();
// Вывод дерева в формате вложенных списков, где каждый вложенный список является
// "S0: [S1: [S3, S4: [S5, S6]], S2]", где Si - площадь фигуры
std::shared_ptr<Item<T>> Tree_root();
std::shared_ptr<Item<T>> Tree_end();
template <class A>
friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const TNaryTree<A>& tree);
Iterator<Item<T>, T> begin();
Iterator<Item<T>, T> end();
virtual ~TNaryTree();

public:
    int curr_number;
    int max_number;
    std::shared_ptr<Item<T>> root;
    std::shared_ptr<Item<T>> fin;
};

#endif

```

TNaryTree.cpp

```

#include "TNaryTree.h"
#include "Iterator.h"
#include "point.h"
#include <string>
#include <memory>
#include <stdexcept>
#include <iostream>

template <class T>
TNaryTree<T>::TNaryTree(int n) {
    max_number = n;
    curr_number = 0;
    root = nullptr;
    fin = std::make_shared<Item<T>>(T());
}

```

```

};

template <class T>
std::shared_ptr<Item<T>> TNaryTree<T>::Tree_root(){
    return root;
}

template <class T>
std::shared_ptr<Item<T>> TNaryTree<T>::Tree_end(){
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp(new(Item<T>));
    while((*tmp).Get_son() != nullptr){
        tmp = (*tmp).Get_son();
    }
    return tmp;
}

template <class T>
bool TNaryTree<T>::Empty() {
    return curr_number ? 0 : 1;
}

template <class T>
void TNaryTree<T>::Update(T &&polygon, std::string &&tree_path){
    std::cout << tree_path.length() << " " << tree_path << "\n";
    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){
        std::shared_ptr<Item<T>> q(new Item<T>(polygon));
        (*q).Set_older(fin);
        root = q;
        curr_number++;
    } else if(curr_number + 1 > max_number){
        throw std::out_of_range("Current number of elements equals maximal number of ele
        return;
    } else {
        std::shared_ptr<Item<T>> tmp = root;
        for(size_t i = 0; i < tree_path.length() - 1; i++) {
            if(tree_path[i] == 'b'){
                std::shared_ptr<Item<T>> 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'){
    std::shared_ptr<Item<T>> q = (*tmp).Get_son();
    if(q == nullptr){
        throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
        return;
    }
    tmp = q;
} else {
    std::cout << tree_path.length() << " " << tree_path << "\n";
    throw std::invalid_argument("Error in path\n");
    return;
}
}
std::shared_ptr<Item<T>> item(new Item<T>(polygon));
if(tree_path.back() == 'b'){
    /*std::shared_ptr<Item> p = (*tmp).Get_bro();
    p = item;*/
    (*item).Set_older(tmp);
    (*tmp).Set_bro(item);
    curr_number++;
} else if(tree_path.back() == 'c'){
    /*std::shared_ptr<Item> p = (*tmp).Get_son();
    p = item;*/
    (*item).Set_older(tmp);
    (*tmp).Set_son(item);
    curr_number++;
} else {
    throw std::invalid_argument("Error in path\n");
    return;
}
}
}

template <class T>
std::shared_ptr<Item<T>> copy(std::shared_ptr<Item<T>> root){
    if(!root){
        return nullptr;
    }
    std::shared_ptr<Item<T>> root_copy(new Item<T>(root));

```

```

        (*root_copy).Set_older((*root).Get_older());
        (*root_copy).Set_bro(copy((*root).Get_bro()));
        (*root_copy).Set_son(copy((*root).Get_son()));
        return root_copy;
    }

template <class T>
TNaryTree<T>::TNaryTree(const TNaryTree<T>& other){
    curr_number = 0;
    max_number = other.max_number;
    root = copy(other.root);
    curr_number = other.curr_number;
};

template <class T>
int TNaryTree<T>::size(){
    return curr_number;
}

template <class T>
int clear(std::shared_ptr<Item<T>> node) {
    if (!node) {
        return 0;
    }
    int temp_res = clear((*node).Get_bro()) + clear((*node).Get_son()) + 1;
    return temp_res;
}

template <class T>
void TNaryTree<T>::Clear(std::string &&tree_path){
    std::shared_ptr<Item<T>> prev_tmp = nullptr;
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp;
    tmp = root;
    if (tree_path.empty()) {
        clear(root);
        curr_number = 0;
        root = nullptr;
        return;
    }
    for(size_t i = 0; i < tree_path.length(); i++) {
        if(tree_path[i] == 'b'){
            std::shared_ptr<Item<T>> 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'){
        std::shared_ptr<Item<T>> 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);
}

template <class T>
double area(std::shared_ptr<Item<T>> node){
    if(!node){
        return 0;
    }
    return node->Area() + area((*node).Get_bro()) + area((*node).Get_son());
}

template <class T>
double TNaryTree<T>::Area(std::string &&tree_path){
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp;
    tmp = root;
    for(size_t i = 0; i < tree_path.length(); i++) {
        if(tree_path[i] == 'b'){
            std::shared_ptr<Item<T>> 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'){
        std::shared_ptr<Item<T>> 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*

```

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

```



```

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

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

template <class T>
Iterator<Item<T>, T> TNaryTree<T>::begin(){
    return Iterator<Item<T>, T>(root);
}

template <class T>
Iterator<Item<T>, T> TNaryTree<T>::end(){
    return Iterator<Item<T>, T>(root->Get_older());
}

template <class T>
TNaryTree<T>::~TNaryTree(){
    Clear();
};

#include "rectangle.h"
template class TNaryTree<Rectangle>;
template std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const TNaryTree<Rectangle>& stack);

```

Iterator.h

```

#ifndef ITERATOR_H
#define ITERATOR_H

#include "TNaryTree.h"

```

```

#include <iostream>

template <class node, class T>
class Iterator{
public:
    Iterator(std::shared_ptr<node> n){
        it = n;
        it_prev = nullptr;
    }
    Iterator& operator=(const Iterator& it_){
        it = it_.it;
        return *this;
    }
    bool operator==(const Iterator& it_){
        return it == it_.it;
    }
    bool operator!=(const Iterator& it_){
        return !(it == it_.it);
    }
    node operator*(){
        return it->Get_data();
    }
    Iterator& operator++ (){
        if(it->Get_son() != nullptr && it_prev != it->Get_bro()){
            it_prev = it;
            it = it->Get_son();
        } else if (it->Get_bro() != nullptr && it_prev != it->Get_bro()){
            it_prev = it;
            it = it->Get_bro();
        } else {
            while(it->Get_bro() == nullptr || (it->Get_bro() == it_prev)){
                it_prev = it;
                if(it->Get_older() == nullptr){
                    return *this;
                }
                it = it->Get_older();
            }
            if(it->Get_bro() == nullptr && it->Get_son() == it_prev){
                it_prev = it;
                it = it->Get_older();
                if(it->Get_older() == nullptr){
                    return *this;
                }
            }
        }
    }

```

```

    }
    if(it->Get_bro() == nullptr){
        while(it->Get_bro() == nullptr){
            it_prev = it;
            it = it->Get_older();
        }
        it_prev = it;
        it = it->Get_bro();
    } else {
        it = it->Get_bro();
    }
} else {
    it = it->Get_bro();
}
}
return *this;
}
Iterator& operator++ (int){
    Iterator tmp(*it);
    ++(*this);
    return it;
}
Iterator& operator-- (){
    it = it.Get_older();
    return *this;
}
Iterator& operator-- (int){
    Iterator tmp(*it);
    --(*this);
    return it;
}
public:
    std::shared_ptr<node> it_prev;
    std::shared_ptr<node> it;
};

#endif

```

main.cpp

```

#include "TNaryTree.h"
#include "rectangle.h"
#include "Iterator.h"

```

```

#include <unistd.h>

int main(void){
    TNaryTree<Rectangle> t(9);
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(1, 0),Point(1, 1), Point(0, 1)), "");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(6, 0),Point(6, 1), Point(0, 1)), "c");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(3, 0),Point(3, 1), Point(0, 1)), "cc");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(2, 0),Point(2, 1), Point(0, 1)), "cb");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(4, 0),Point(4, 1), Point(0, 1)), "cbc");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(9, 0),Point(9, 1), Point(0, 1)), "cbcc");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(5, 0),Point(5, 1), Point(0, 1)), "b");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(7, 0),Point(7, 1), Point(0, 1)), "cbcb");
    t.Update(Rectangle(Point(0, 0), Point(8, 0),Point(8, 1), Point(0, 1)), "cbcbcb");
    std::cout << *(t.Tree_root()->Get_bro());
    std::cout << t.size() << "\n";
    std::cout << t.Area("") << "\n";
    std::cout << t.size() << "\n";
    std::cout << t;
    TNaryTree<Rectangle> q(t);
    t.Clear();
    std::cout << q.size() << " " << q.Area("") << "\n";
    std::cout << q;
    //std::cout << q.Tree_root()->Get_data() << "\n";
    for(auto i: q){
        std::cout << i.Area() << " ";
        //sleep(1);
    }
    std::cout << "\n";
    //std::cout << (q.Tree_root()->Get_older()->Get_bro());
    return 0;
}

```