Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

Электротехнический факультет
Кафедра «Информационные технологии и автоматизированные системы»
направление подготовки: 09.03.01– «Информатика и вычислительная
техника»

Лабораторная работа
по дисциплине
«Информатика»
на тему
«Определение способа монетизации при разработке компьютерной игры. Описание процесса при помощи диаграмм, с использованием нотации IDEF0»

Выполнил студент гр. ИВТ-23-1б
Бакин Владислав Артемович

Проверил:
доц. каф. ИТАС
Полякова Ольга Андреевна
Яруллин Денис Владимирович

(оценка) (подпись)

(дата)

г. Пермь, 2024

1 Вариант задания

Лабораторная работа - Бинарные деревья, вариант 5

Тип информационного поля char. Найти высоту дерева.

2.1 Код программы

Заголовочные файлы

```
#ifndef BINARYTREE_H
#define BINARYTREE_H

#include <iostream>
#include <cmath>
#include <vector>
#include <QtWidgets>

class Node
{
public:
    char key;                   // ключ. Тип данных дан в варианте
    Node* ptrToParent;          // указатель на родительский узел
    Node* ptrToLeft;            // указатель на дочерний левый узел
    Node* ptrToRight;           // указатель на дочерний правый узел
    double x, y;                // координаты того, где будет находится узел на сцене. Объявлен тип double, но по итогу при работе автоматически переводились в целые
    int posInSubTree;           // вспомагательная нумерация узлов в строке для определения координат
    int level;                  // уровень узла в глубину


public:
    Node();
    Node(char key);
};

class BinaryTree
```

```
{
private:
    Node *ptrToTop = nullptr;        // указатель на
корневой узел дерева

public:
    // Геттеры:
    Node* getTop();      // возвращает указатель на
корневой узел
    char getMax();       // возвращает макисмальное
значение в дереве
    char getMin();       // возвращает минимальное
значение в дереве
    int getHeight(Node* root);       // возвращает
высоту от узла с ключом key
    std::vector<double> getCoords(char key);     //
возвращает координаты узла с ключом key
    std::vector<double> getCoordsOfParent(char key);
// возвращает координаты родительского узла от узла с
ключом key

    // Генерация дерева
    void insert(char key);  // вставка узла в базовое
дерево поиска
    void insertToPBBT(int startIndex, int endIndex,
std::vector<char>& roots, BinaryTree& tree);     //
вставка узла в идеально сбалансированное
    BinaryTree regenerateToPBBT();       // чтобы
получить из базового дерева поиска, идеально
сбалансированное дерево

    // Проверки:
    bool isEmpty();      // пустое ли дерево
    bool isInTree(char key);     // есть ли в дереве
узел с ключом key
    bool hasParent(char key);    // если ли у узла с
ключом key родительски узел

    // Обходы:
    std::vector<char> getAllElementsOfTree();    //
обход и добавление всех узлов в вектор
    void traverseAndAddToVector(Node* root,
std::vector<char>& result);
```

```
    void coordCalculation(Node* root);      //
вычисление координат для каждого узла
};

#endif // BINARYTREE_H
#ifndef BINARYTREEGENERATOR_H
#define BINARYTREEGENERATOR_H

#include <QMainWindow>
#include <QDebug>
#include <QGraphicsTextItem>
#include <vector>

#include "binarytree.h"

QT_BEGIN_NAMESPACE
namespace Ui { class BinaryTreeGenerator; }
QT_END_NAMESPACE

class BinaryTreeGenerator : public QMainWindow
{
    Q_OBJECT

public:
    BinaryTreeGenerator(QWidget *parent = nullptr);
    ~BinaryTreeGenerator();

    void traverseAndPrint(Node* root, BinaryTree&
tree);    // вывод дерева

public slots:
    void addNode();                 // добавление узла
    void traverseAndPrintBase();    // сигнал вывода
дерева поиска (базового)
    void traverseAndPrintPBBT();    // сигнал вывода
идеально сбалансированного дерева
    void printMaxNode();            // вывод
максимального значения в дереве
    void printMinNode();            // вывод
минимального значения в дереве
    void printHeights();            // вывод высоты
дерева

private:
```

```
    BinaryTree tree;     // Дерево поиска
    BinaryTree PBBT;     // Идеально сбалансированное
дерево

    Ui::BinaryTreeGenerator *ui;
    QGraphicsView *graphicsView;
    QGraphicsScene *scene;
};
#endif // BINARYTREEGENERATOR_H
```

Исходные файлы

```
#include "binarytree.h"

Node::Node()
{
    key = ' ';
    ptrToParent = nullptr;
    ptrToLeft = nullptr;
    ptrToRight = nullptr;
    x = 0.0;
    y = 0.0;
    posInSubTree = 0;
    level = 0;
}

Node::Node(char key)
{
    this->key = key;
    ptrToParent = nullptr;
    ptrToLeft = nullptr;
    ptrToRight = nullptr;
    x = 0.0;
    y = 0.0;
    posInSubTree = 0;
    level = 0;
}


Node* BinaryTree::getTop()
{
    return ptrToTop;
}

char BinaryTree::getMax()
```

```
{
    std::vector<char> allElements =
getAllElementsOfTree();
    return *max_element(allElements.begin(),
allElements.end());
}

char BinaryTree::getMin()
{
    std::vector<char> allElements =
getAllElementsOfTree();
    return *min_element(allElements.begin(),
allElements.end());
}

int BinaryTree::getHeight(Node* root)
{
    if (root == nullptr)
    {
        return 0; // Высота пустого дерева равна 0
    }
    else
    {
        // Рекурсивно находим высоту для левого и
правого поддеревьев
        int leftHeight = getHeight(root->ptrToLeft);
        int rightHeight = getHeight(root->ptrToRight);

        // Высота дерева - максимальная высота из
левого и правого поддеревьев, плюс 1 (текущий уровень)
        return std::max(leftHeight, rightHeight) + 1;
    }
}

std::vector<double> BinaryTree::getCoords(char key)
{
    std::vector<double> returnValue;
    Node *root = ptrToTop;
    while (root != nullptr)
    {
        if (root->key == key)       // нашли нужный
узел
        {
            returnValue.push_back(root->x);
```

```
            returnValue.push_back(root->y);
            return returnValue;
        }
        else if (key < root->key)    // если ключ
меньше, идем в левое поддерево
        {
            root = root->ptrToLeft;
        }
        else                         // если больше, то
в правое
        {
            root = root->ptrToRight;
        }
    }
    return returnValue;
}

std::vector<double> BinaryTree::getCoordsOfParent(char
key)
{
    std::vector<double> returnValue;
    Node *root = ptrToTop;
    while (root != nullptr)
    {
        if (root->key == key)
        {
            returnValue.push_back(root->ptrToParent-
>x);
            returnValue.push_back(root->ptrToParent-
>y);
            return returnValue;
        }
        else if (key < root->key)
        {
            root = root->ptrToLeft;
        }
        else
        {
            root = root->ptrToRight;
        }
    }
    return returnValue;
}
```

```
void BinaryTree::insert(char key)
{
    if (ptrToTop == nullptr)    // если это первый узел
в дереве
    {
        ptrToTop = new Node;
        ptrToTop->key = key;
        ptrToTop->ptrToLeft = nullptr;
        ptrToTop->ptrToRight = nullptr;
        ptrToTop->ptrToParent = nullptr;
        ptrToTop->x = 0.0;
        ptrToTop->y = 0.0;
        ptrToTop->posInSubTree = 1;
        ptrToTop->level = 1;
    }
    else
    {
        Node* root = ptrToTop;
        while (root != nullptr)
        {
            if (key < root->key)    // учитываем
условие дерева поиска
            {
                if (root->ptrToLeft == nullptr)     //
если свободное добавляем
                {
                    Node* newRoot = new Node;
                    newRoot->key = key;
                    newRoot->ptrToLeft = nullptr;
                    newRoot->ptrToRight = nullptr;
                    newRoot->ptrToParent = root;
                    newRoot->posInSubTree = root-
>posInSubTree * 2 - 1;
                    newRoot->level = root->level + 1;
                    root->ptrToLeft = newRoot;

                    return;
                }
                else
                {
                    root = root->ptrToLeft;    //
двигаемся дальше вправо
                }
            }
```

```
            else if (key > root->key)   // учитываем
условие дерева поиска
            {
                if (root->ptrToRight == nullptr)    //
если свободное добавляем
                {
                    Node* newRoot = new Node;
                    newRoot->key = key;
                    newRoot->ptrToLeft = nullptr;
                    newRoot->ptrToRight = nullptr;
                    newRoot->ptrToParent = root;
                    if (root == ptrToTop)
                    {
                        newRoot->posInSubTree = 1;
                    }
                    else
                    {
                        newRoot->posInSubTree = root-
>posInSubTree * 2;
                    }
                    newRoot->level = root->level + 1;
                    root->ptrToRight = newRoot;

                    return;
                }
                else
                {
                    root = root->ptrToRight;    //
двигаемся дальше влево
                }
            }
            else
            {
                // Значения в дереве уникальны
                std::cout << "Бинарное дерево уже имеет
узел с ключом " << key << "." << std::endl;
                std::cout << "Элемент не добавлен в
дерево." << std::endl;
                return;
            }
        }
    }
}
```

```
void BinaryTree::insertToPBBT(int startIndex, int
endIndex, std::vector<char>& roots, BinaryTree& tree)
{
    if (startIndex <= endIndex)
    {
        int midIndex = (startIndex + endIndex) / 2;

        // Вставляем узел в дерево PBBT
        tree.insert(roots[midIndex]);

        // Рекурсивно вызываем для левой и правой
половин диапазона
        insertToPBBT(startIndex, midIndex - 1, roots,
tree);
        insertToPBBT(midIndex + 1, endIndex, roots,
tree);
    }
}

BinaryTree BinaryTree::regenerateToPBBT()
{
    // На основе базового дерева поиска создаем
идеально сбалансированное (используя вектор всех
элементов дерева)
    BinaryTree PBBT;
    std::vector<char> allRoots =
getAllElementsOfTree();
    sort(allRoots.begin(), allRoots.end());
    insertToPBBT(0, allRoots.size() - 1, allRoots,
PBBT);
    return PBBT;
}

bool BinaryTree::isEmpty()
{
    return ptrToTop == nullptr;
}

bool BinaryTree::isInTree(char key)
{
    Node *root = ptrToTop;
    while (root != nullptr)
    {
        if (root->key == key)
```

```
            {
                return true;
            }
            else if (key < root->key)
            {
                root = root->ptrToLeft;
            }
            else
            {
                root = root->ptrToRight;
            }
        }
        return false;
}

bool BinaryTree::hasParent(char key)
{
    if (isInTree(key) && ptrToTop->key != key)
    {
        return true;
    }
    return false;
}

std::vector<char> BinaryTree::getAllElementsOfTree()
{
    // Получаем все элементы дерева в вектор
    std::vector<char> result;
    traverseAndAddToVector(ptrToTop, result);
    return result;
}

void BinaryTree::traverseAndAddToVector(Node* root,
std::vector<char>& result)
{
    if (root != nullptr)
    {
        traverseAndAddToVector(root->ptrToLeft,
result);
        result.push_back(root->key);
        traverseAndAddToVector(root->ptrToRight,
result);
    }
}
```

```
void BinaryTree::coordCalculation(Node* root)
{   // Алгоритм работает не идеально, но вывести дерево
на небольшое кол-во узлов позволяет
    int height = getHeight(ptrToTop);
    int width = 64 * height + 96 * height;
    if (root != nullptr)
    {
        coordCalculation(root->ptrToLeft);
        if (root == ptrToTop)
        {
            root->x = 0.0;
            root->y = 0.0;
        }
        else if (root->key > ptrToTop->key)
        {
            root->x = width / root->level * root-
>posInSubTree;
            root->y = (root->level - 1) * 100;
        }
        else if (root->key < ptrToTop->key)
        {
            root->x = -width + width / root->level *
root->posInSubTree;
            root->y = (root->level - 1) * 100;
        }

        qDebug() << root->key << " " << root->x << " "
<< root->y;
        coordCalculation(root->ptrToRight);
    }
}
#include "binarytreegenerator.h"
#include "ui_binarytreegenerator.h"

BinaryTreeGenerator::BinaryTreeGenerator(QWidget
*parent)
    : QMainWindow(parent)
    , ui(new Ui::BinaryTreeGenerator)
{
    ui->setupUi(this);

    graphicsView = ui->graphicsView;
    scene = new QGraphicsScene;
```

```
    graphicsView->setScene(scene);

    connect(ui->addNodeBtn, &QPushButton::clicked,
this, &BinaryTreeGenerator::addNode);
    connect(ui->printTreeBtn, &QPushButton::clicked,
this, &BinaryTreeGenerator::traverseAndPrintBase);
    connect(ui->printPBBTBtn, &QPushButton::clicked,
this, &BinaryTreeGenerator::traverseAndPrintPBBT);
    connect(ui->printMaxBtn, &QPushButton::clicked,
this, &BinaryTreeGenerator::printMaxNode);
    connect(ui->printMinBtn, &QPushButton::clicked,
this, &BinaryTreeGenerator::printMinNode);
    connect(ui->printHeightsBtn, &QPushButton::clicked,
this, &BinaryTreeGenerator::printHeights);
}

BinaryTreeGenerator::~BinaryTreeGenerator()
{
    delete ui;
}

void BinaryTreeGenerator::addNode() {
    // Считываем имя узла
    QString nodeName = ui->addNodeLine->text();
    if (nodeName.isEmpty())
        return; // защита от пустого имени узла
    std::string node = nodeName.toStdString();

    tree.insert(node[0]);   // добавляем узел в дерево
}

void BinaryTreeGenerator::traverseAndPrintBase()
{
    scene->clear();     // очищаем сцену
    tree.coordCalculation(tree.getTop());   //
вычисляем координаты
    if (tree.isEmpty())
    {
        qDebug() << "Tree is empty";
        return;
    }
    Node* root = tree.getTop();
    traverseAndPrint(root, tree);   // выводим дерево
}
```

```
void BinaryTreeGenerator::traverseAndPrintPBBT()
{
    scene->clear();     // очищаем сцену
    PBBT = tree.regenerateToPBBT();          // на
основе базового дерева поиска делаем идеально
сбалансированное
    PBBT.coordCalculation(PBBT.getTop());   //
вычисляем координаты
    if (PBBT.isEmpty())
    {
        qDebug() << "PBBT is empty!";
        return;
    }
    Node* root = PBBT.getTop();
    traverseAndPrint(root, PBBT);   // выводим дерево
}

void BinaryTreeGenerator::traverseAndPrint(Node* root,
BinaryTree& tree)
{
    if (root != nullptr)
    {
        // Рекурсивно обходим левое поддерево
        traverseAndPrint(root->ptrToLeft, tree);

        // "Рисуем" узел
        QString node = QString::fromLatin1(&(root-
>key), 1);
        QGraphicsEllipseItem *ellipse = scene-
>addEllipse(root->x, root->y, 64, 64, QPen(Qt::black),
QBrush(Qt::lightGray));
        QGraphicsTextItem *textItem = scene-
>addText(node);
        textItem->setPos(ellipse-
>boundingRect().center().x() - textItem-
>boundingRect().width() / 2,
                         ellipse-
>boundingRect().center().y() - textItem-
>boundingRect().height() / 2);

        // Проверяем, не пусто ли дерево и существует
ли родитель у текущего узла
        if (!tree.isEmpty() && tree.hasParent(root-
```

```
>key) && root->ptrToParent != nullptr)
        {
            // Берем координаты
            double parentX = root->ptrToParent->x;
            double parentY = root->ptrToParent->y;
            double currentNodeX = root->x;
            double currentNodeY = root->y;

            // Найдем центры эллипсов
            QPointF parentCenter(parentX + 32, parentY
+ 32);
            QPointF currentNodeCenter(currentNodeX +
32, currentNodeY + 32);

            // Создаем линию между центрами эллипсов
            scene->addLine(parentCenter.x(),
parentCenter.y(), currentNodeCenter.x(),
currentNodeCenter.y(), QPen(Qt::black));
        }
        ui->graphicsView->update();

        // Рекурсивно обходим правое поддерево
        traverseAndPrint(root->ptrToRight, tree);
    }
}

void BinaryTreeGenerator::printMaxNode()
{
    char node = tree.getMax();
// Получаем максимальный элемент дерева
    QString maxNode = QString::fromLatin1(&node, 1);
// переводим его в QString
    ui->maxValueLabel->setText(maxNode);
// и выводим на экран
}

void BinaryTreeGenerator::printMinNode()
{
    char node = tree.getMin();
// Получаем минимальный элемент дерева
    QString minNode = QString::fromLatin1(&node, 1);
// переводим его в QString
    ui->minValueLabel->setText(minNode);
// и выводим на экран
```

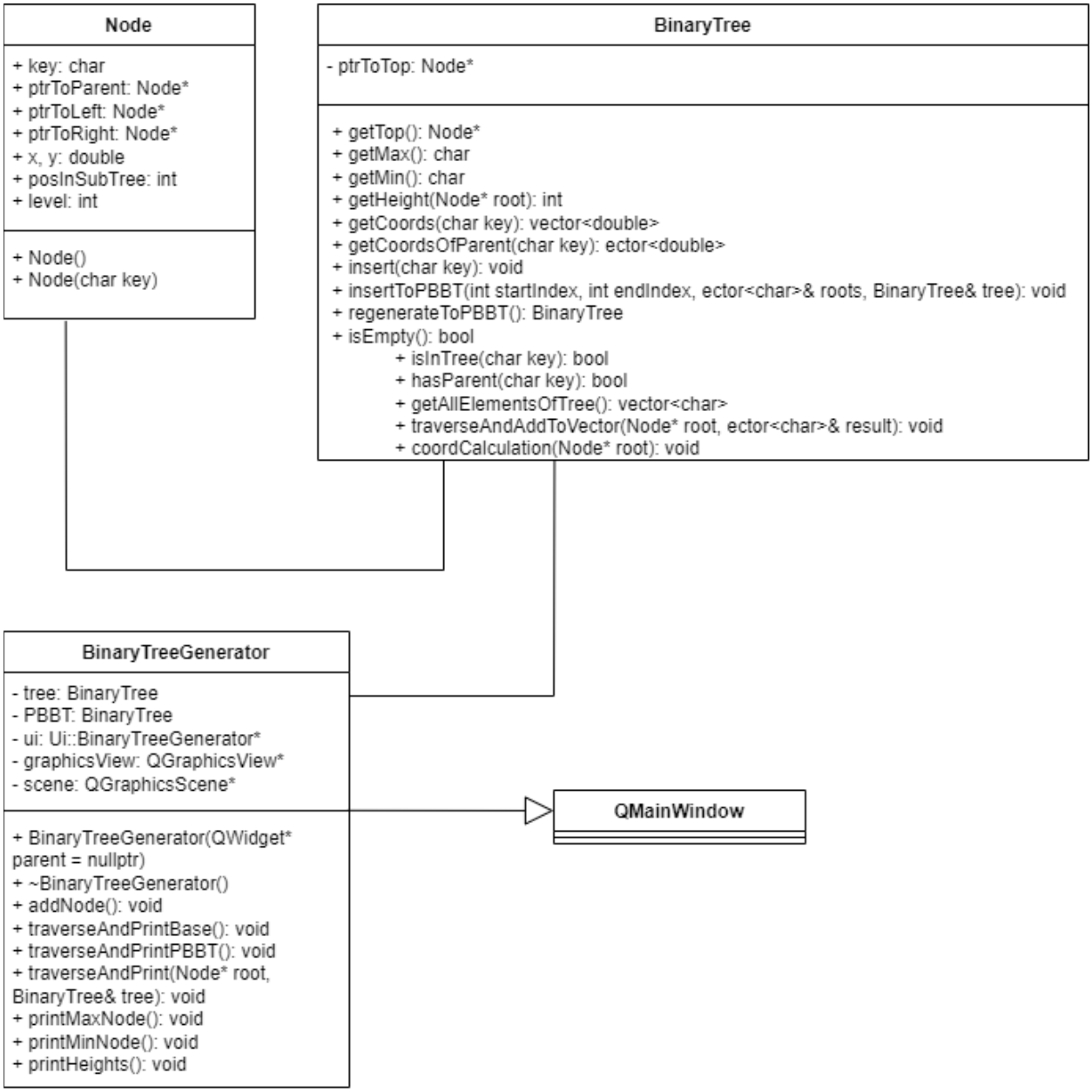
```
}

void BinaryTreeGenerator::printHeights()
{
    int treeHeight = tree.getHeight(tree.getTop());
// получаем высоту дерева поиска (базового)
    int PBBTHeight = PBBT.getHeight(PBBT.getTop());
// получаем высоту идеально сбалансированного дерева
    ui->heightsValueLabel->setText("Base: " +
QString::number(treeHeight) + "\nPBBT: " +
QString::number(PBBTHeight));  // вывод
}
#include "binarytreegenerator.h"

#include <QApplication>

int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication a(argc, argv);
    BinaryTreeGenerator w;
    w.resize(1920, 1080);
    w.show();
    return a.exec();
}
```

2.2 UML



3 Демонстрация работы

https://www.youtube.com/watch?v=fY4VGkqCBEY

https://github.com/Meidori/PSTU_Labs_2023/assets/86147868/c13b535d-e5df-4090-a2aa-622fc825795b