Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
Кафедра систем штучного інтелекту

Звіт

про виконання лабораторних та практичних робіт блоку № 6

На тему: «Динамічні структури (Черга, Стек, Списки, Дерево). Алгоритми обробки динамічних структур.»

з дисципліни: «Основи програмування»

до:

ВНС Лабораторної Роботи № 10
Алготестер Лабораторної Роботи № 5
Алготестер Лабораторної Роботи № 7-8
Практичних Робіт до блоку № 6

Виконала:
Студентка групи ШІ-13
Осінна Єлизавета Сергіївна

Львів 2024

Тема роботи:

“Динамічні структури (Черга, Стек, Списки, Дерево). Алгоритми обробки динамічних структур.”

Мета роботи:

Знайомство з динамічними інформаційними структурами на прикладі одно- і двонаправлених списків. Розуміння структур даних, розвиток алгоритмічного мислення, засвоїти механізми маніпуляції з покажчиками, розвинути навички розв’язувати задачі. Розуміння рівності в структурах даних, поглиблення розуміння зв’язаних списків, розуміння ефективності алгоритму, розвинути базові навики роботи з реальними програмами.

Теоретичні відомості:

1. Основи Динамічних Структур Даних:
    - Вступ до динамічних структур даних: визначення та важливість
    - Виділення пам'яті для структур даних (stack і heap)
    - Приклади простих динамічних структур: динамічний масив
2. Стек:
    - Визначення та властивості стеку
    - Операції push, pop, top: реалізація та використання
    - Приклади використання стеку: обернений польський запис, перевірка балансу дужок
    - Переповнення стеку
3. Черга:
    - Визначення та властивості черги
    - Операції enqueue, dequeue, front: реалізація та застосування
    - Приклади використання черги: обробка подій, алгоритми планування
    - Розширення функціоналу черги: пріоритетні черги
4. Зв'язні Списки:
    - Визначення однозв'язного та двозв'язного списку
    - Принципи створення нових вузлів, вставка між існуючими, видалення, створення кільця(circular linked list)
    - Основні операції: обхід списку, пошук, доступ до елементів, об'єднання списків
    - Приклади використання списків: управління пам'яттю, FIFO та LIFO структури
5. Дерева:
    - Вступ до структури даних "дерево": визначення, типи
    - Бінарні дерева: вставка, пошук, видалення
    - Обхід дерева: в глибину (preorder, inorder, postorder), в ширину
    - Застосування дерев: дерева рішень, хеш-таблиці
    - Складніші приклади дерев: AVL, Червоно-чорне дерево
6. Алгоритми Обробки Динамічних Структур:
    - Основи алгоритмічних патернів: ітеративні, рекурсивні
    - Алгоритми пошуку, сортування даних, додавання та видалення елементів

- Індивідуальний план опрацювання теорії:

- C++ • Теорія • Урок 140 • ADT • Двозв'язний список
- C++ • Теорія • Урок 139 • ADT • Однозв'язний список
- C++ • Теорія • Урок 141 • ADT • Стек
- C++ • Теорія • Урок 142 • ADT • Черга
- C++ • Теорія • Урок 143 • initializer_list
- C++ • Теорія • Урок 144 • ADT • Бінарне дерево

Виконання роботи:

1. Опрацювання завдання та вимог до програм та середовища:

Завдання № 1 VNS Lab 10

- Варіант 5
- Деталі завдання:

Написати програму, у якій створюються динамічні структури й виконати їхню обробку у відповідності зі своїм варіантом.
Для кожного варіанту розробити такі функції:
1. Створення списку.
2. Додавання елемента в список (у відповідності зі своїм варіантом).
3. Знищення елемента зі списку (у відповідності зі своїм варіантом).
4. Друк списку.
5. Запис списку у файл.
6. Знищення списку.
7. Відновлення списку з файлу.

Порядок виконання роботи

1. Написати функцію для створення списку. Функція може створювати порожній список, а потім додавати в нього елементи.
2. Написати функцію для друку списку. Функція повинна передбачати вивід повідомлення, якщо список порожній.
3. Написати функції для знищення й додавання елементів списку у відповідності зі своїм варіантом.

4. Виконати зміни в списку й друк списку після кожної зміни.
5. Написати функцію для запису списку у файл.
6. Написати функцію для знищення списку.
7. Записати список у файл, знищити його й виконати друк (при друці повинне бути видане повідомлення "Список порожній").
8. Написати функцію для відновлення списку з файлу.
9. Відновити список і роздрукувати його.
10.Знищити список.

Варіант 5. Записи в лінійному списку містять ключове поле типу int. Сформувати однонаправлений список. Знищити з нього K елементів, починаючи із заданого номера, додати K елементів, починаючи із заданого номера;

Завдання № 2 Algotester Lab 5

- Варіант 2
- Деталі завдання:

В пустелі існує незвичайна печера, яка є двохвимірною. Її висота це N, ширина - M.
Всередині печери є пустота, пісок та каміння. Пустота позначається буквою , пісок S і каміння X;
Одного дня стався землетрус і весь пісок посипався вниз. Він падає на найнижчу клітинку з пустотою, але він не може пролетіти через каміння.
Ваше завдання сказати як буде виглядати печера після землетрусу.

Вхідні дані
У першому рядку 2 цілих числа N та M - висота та ширина печери
У N наступних рядках стрічка rowi яка складається з N цифер - i-й рядок матриці, яка відображає стан печери до землетрусу.

Вихідні дані
N рядків, які складаються з стрічки розміром M - стан печери після землетрусу.

Обмеження
$1 \leq N, M \leq 1000$
$|rowi| = M$
$rowi \in \{X, S, O\}$

Завдання № 3 Algotester Lab 7-8

- Варіант 1
- Деталі завдання:

Ваше завдання - власноруч реалізувати структуру даних "Двозв'язний список".
Ви отримаєте Q запитів, кожен запит буде починатися зі слова-ідентифікатора, після якого йдуть його аргументи.
Вам будуть поступати запити такого типу:

• Вставка:
Ідентифікатор - insert
Ви отримуєте ціле число index елемента, на місце якого робити вставку.

Після цього в наступному рядку рядку написане число N - розмір списку, який треба вставити.

У третьому рядку N цілих чисел - список, який треба вставити на позицію index.
• Видалення:
Ідентифікатор - erase
Ви отримуєте 2 цілих числа - index, індекс елемента, з якого почати видалення та n - кількість елементів, яку треба видалити.
• Визначення розміру:
Ідентифікатор - size
Ви не отримуєте аргументів.
Ви виводите кількість елементів у списку.
• Отримання значення i-го елементу
Ідентифікатор - get
Ви отримуєте ціле число - index, індекс елемента.
Ви виводите значення елемента за індексом.
• Модифікація значення i-го елементу
Ідентифікатор - set
Ви отримуєте 2 цілих числа - індекс елемента, який треба змінити, та його нове значення.

• Вивід списку на екран
Ідентифікатор - print
Ви не отримуєте аргументів.
Ви виводите усі елементи списку через пробіл.
Реалізувати використовуючи перегрузку оператора <<

Вхідні дані
Ціле число Q - кількість запитів.
У наступних рядках Q запитів у зазначеному в умові форматі.
Вихідні дані
Відповіді на запити у зазначеному в умові форматі.

Обмеження
$0 \le Q \le 10^3$
$0 \le li \le 10^3$
$|l| \le 10^3$

Завдання № 4 Algotester Lab 7-8

- Варіант 3
- Деталі завдання:

Ваше завдання - власноруч реалізувати структуру даних "Двійкове дерево пошуку".
Ви отримаєте Q запитів, кожен запит буде починатися зі слова-ідентифікатора, після якого йдуть його параметри.

Вам будуть поступати запити такого типу:
• Вставка:
Ідентифікатор - insert
Ви отримуєте ціле число value - число, яке треба вставити в дерево.
• Пошук:
Ідентифікатор - contains
Ви отримуєте ціле число value - число, наявність якого у дереві необхідно перевірити.
Якщо value наявне в дереві - ви виводите Y es, у іншому випадку No.
• Визначення розміру:
Ідентифікатор - size
Ви не отримуєте аргументів.
Ви виводите кількість елементів у дереві.
• Вивід дерева на екран
Ідентифікатор - print
Ви не отримуєте аргументів.
Ви виводите усі елементи дерева через пробіл.
Реалізувати використовуючи перегрузку оператора <<

Вхідні дані
Ціле число Q - кількість запитів.
У наступних рядках Q запитів у зазначеному в умові форматі.

Вихідні дані
Відповіді на запити у зазначеному в умові форматі.

Обмеження
$0 \le Q \le 10^3$

$0 \leq ti \leq 10^3$

Завдання № 5 Class Practice Work

- Деталі завдання:

Задача №1 - Реверс списку (Reverse list)

Реалізувати метод реверсу списку: Node* reverse(Node *head);
Умови задачі:

- використовувати цілочисельні значення в списку;
- реалізувати метод реверсу;
- реалізувати допоміжний метод виведення вхідного і обернутого списків;

Задача №2 - Порівняння списків

bool compare(Node *h1, Node *h2);
Умови задачі:

- використовувати цілочисельні значення в списку;
- реалізувати функцію, яка ітеративно проходиться по обох списках і порівнює дані в кожному вузлі;
- якщо виявлено невідповідність даних або якщо довжина списків різна (один список закінчується раніше іншого), функція повертає ***false***.

Задача №3 – Додавання великих чисел

Node* add(Node *n1, Node *n2);
Умови задачі:

- використовувати цифри від 0 до 9 для значень у списку;
- реалізувати функцію, яка обчислює суму двох чисел, які збережено в списку; молодший розряд числа записано в голові списка (напр. 379 $\implies$ 9→7→3);
- функція повертає новий список, передані в функцію списки не модифікуються.

Задача №4 - Віддзеркалення дерева

TreeNode *create_mirror_flip(TreeNode *root);
Умови задачі:

- використовувати цілі числа для значень у вузлах дерева
- реалізувати функцію, що проходить по всіх вузлах дерева і міняє місцями праву і ліву вітки дерева
- функція повертає нове дерево, передане в функцію дерево не модифікується

Задача №5 - Записати кожному батьківському вузлу суму підвузлів

void tree_sum(TreeNode *root);
Умови задачі:

- використовувати цілочисельні значення у вузлах дерева;
- реалізувати функцію, яка ітеративно проходить по бінарному дереві і записує у батьківський вузол суму значень підвузлів
- вузол-листок не змінює значення

- значення змінюються від листків до кореня дерева

<u>Завдання № 6 Self Practice Work</u>

- Деталі завдання:

Lab 5v3

У вас є карта гори розміром N×M.
Також ви знаєте координати {x,y}, у яких знаходиться вершина гори.
Ваше завдання - розмалювати карту таким чином, щоб найнижча точка мала число 0, а пік гори мав найбільше число.

Клітинкі які мають суміжну сторону з вершиною мають висоту на один меншу, суміжні з ними і не розфарбовані мають ще на 1 меншу висоту і так далі.

Input

У першому рядку 2 числа N та M - розміри карти
у другому рядку 2 числа x та y - координати піку гори

Output

N рядків по M елементів в рядку через пробіл - висоти карти.

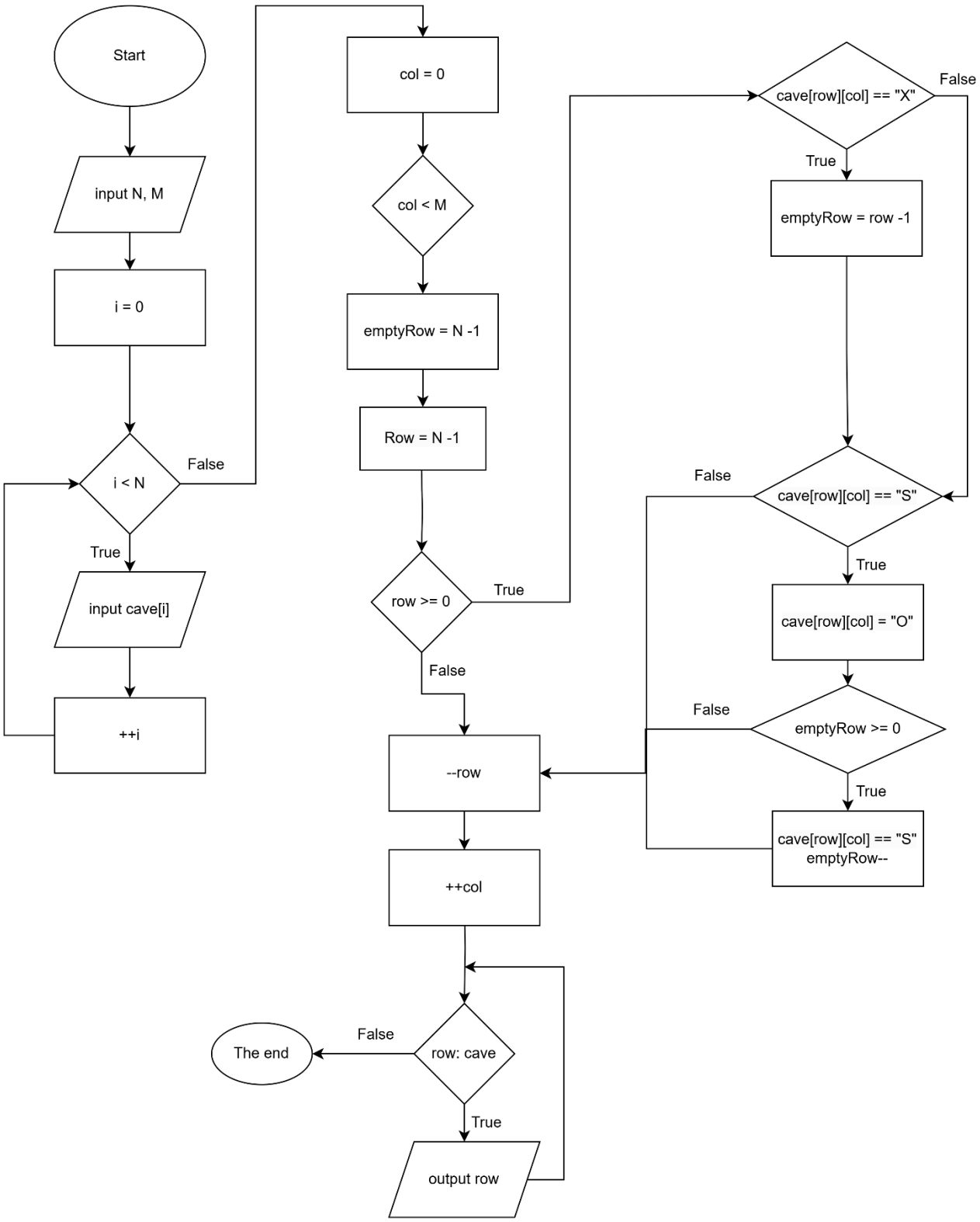
Constraints

$1 \le N,M \le 10^3$
$1 \le x \le N$
$1 \le y \le M$

2. Дизайн та планована оцінка часу виконання завдань:

Програма № 2 Algotester Lab 5 Варіант 2

- Блок-схема



- Планований час на реалізацію кожної програми – 40-50 хв

4. Код програм:

Завдання № 1 VNS Lab 10

```cpp
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <memory>

using namespace std;

struct Node {
    int key;
    shared_ptr<Node> next;
};

class LinkedList {
private:
    shared_ptr<Node> head;

public:
    LinkedList() : head(nullptr) {}

    // 1. Додавання елемента в список
    void addElement(int key, int position = -1) {
        auto newNode = make_shared<Node>();
        newNode->key = key;
        newNode->next = nullptr;

        if (!head || position == 0) {
            newNode->next = head;
            head = newNode;
            return;
        }

        auto current = head;
        int index = 0;
        while (current->next && (position == -1 || index < position - 1)) {
            current = current->next;
            index++;
        }
        newNode->next = current->next;
        current->next = newNode;
    }

    // 2. Видалення K елементів із заданого номера
    void deleteElements(int position, int k) {
        if (!head) return;

        auto current = head;
        shared_ptr<Node> prev = nullptr;

        for (int i = 0; i < position && current; ++i) {
            prev = current;
            current = current->next;
```

```
        }

        for (int i = 0; i < k && current; ++i) {
            if (prev) prev->next = current->next;
            else head = current->next;

            current = current->next;
        }
    }

    // 3. Друк списку
    void printList() const {
        if (!head) {
            cout << "Список порожній" << endl;
            return;
        }

        auto current = head;
        while (current) {
            cout << current->key << " ";
            current = current->next;
        }
        cout << endl;
    }

    // 4. Запис списку у файл
    void saveToFile(const string& filename) const {
        ofstream file(filename);
        if (!file) {
            cerr << "Помилка відкриття файлу для запису!" << endl;
            return;
        }

        auto current = head;
        while (current) {
            file << current->key << " ";
            current = current->next;
        }
    }

    // 5. Відновлення списку з файлу
    void loadFromFile(const string& filename) {
        ifstream file(filename);
        if (!file) {
            cerr << "Помилка відкриття файлу для читання!" << endl;
            return;
        }

        head = nullptr;
        int key;
```

```
        while (file >> key) {
            addElement(key);
        }
    }

    // 6. Знищення списку
    void clearList() {
        head = nullptr;
    }
};

int main() {
    LinkedList list;

    // 1. Створення списку
    cout << "Створення списку:" << endl;
    list.addElement(10);
    list.addElement(20);
    list.addElement(30);
    list.addElement(40);
    list.printList();

    // 2. Додавання елемента у список
    cout << "Додавання елемента в список:" << endl;
    list.addElement(25, 2); // Додаємо 25 на позицію 2
    list.printList();

    // 3. Видалення елементів зі списку
    cout << "Видалення 2 елементів, починаючи з позиції 1:" << endl;
    list.deleteElements(1, 2);
    list.printList();

    // 4. Запис у файл
    cout << "Запис списку у файл 'list.txt':" << endl;
    list.saveToFile("list.txt");

    // 5. Знищення списку
    cout << "Знищення списку:" << endl;
    list.clearList();
    list.printList();

    // 6. Відновлення списку з файлу
    cout << "Відновлення списку з файлу 'list.txt':" << endl;
    list.loadFromFile("list.txt");
    list.printList();

    // 7. Знищення списку остаточно
    cout << "Остаточне знищення списку:" << endl;
    list.clearList();
    list.printList();
```

```
    return 0;
}
```

Result:

```
Створення списку:
10 20 30 40
Додавання елемента в список:
10 20 25 30 40
Видалення 2 елементів, починаючи з позиції 1:
10 30 40
Запис списку у файл 'list.txt':
Знищення списку:
Список порожній
Відновлення списку з файлу 'list.txt':
10 30 40
Остаточне знищення списку:
Список порожній
```

Завдання № 2 Algotester Lab 5

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>
using namespace std;

int main() {
    int N, M;
    cin >> N >> M;

    vector<string> cave(N); // Матриця печери
    for (int i = 0; i < N; ++i) {
        cin >> cave[i];
    }

    // Симуляція падіння піску
    for (int col = 0; col < M; ++col) {
        int emptyRow = N - 1; // Починаємо з найнижчого рядка
        for (int row = N - 1; row >= 0; --row) {
            if (cave[row][col] == 'X') {
                // Камінь блокує падіння піску
                emptyRow = row - 1;
            } else if (cave[row][col] == 'S') {
                // Пісок падає на рівень пустоти
                cave[row][col] = 'O'; // Очищаємо поточну позицію
                if (emptyRow >= 0) {
                    cave[emptyRow][col] = 'S';
                    emptyRow--;
                }
            }
        }
    }
```

```
    cout << endl;
    // Вивід результату
    for (const string& row : cave) {
        cout << row << endl;
    }

    return 0;
}
```

Result:

```
4 4
SOSS
XSOO
OOXS
OXOO

SOOO
XOSO
OSXS
OXOS
```

Завдання № 3 Algotester Lab 7-8 V1

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <stdexcept>
#include <vector>
#include <sstream>
using namespace std;

// Структура вузла двозв'язного списку
struct Node {
    int value;
    Node* prev;
    Node* next;

    Node(int val) : value(val), prev(nullptr), next(nullptr) {}
};

// Клас двозв'язного списку
class DoublyLinkedList {
private:
    Node* head;
    Node* tail;
    size_t listSize;
```

```
    // Отримання вузла за індексом
    Node* getNodeAt(int index) const {
        if (index < 0 || index >= listSize) {
            throw out_of_range("Index out of range");
        }
        Node* current;
        if (index < listSize / 2) {
            current = head;
            for (int i = 0; i < index; ++i) {
                current = current->next;
            }
        } else {
            current = tail;
            for (int i = listSize - 1; i > index; --i) {
                current = current->prev;
            }
        }
        return current;
    }

public:
    DoublyLinkedList() : head(nullptr), tail(nullptr), listSize(0) {}

    // Вставка на позицію index
    void insert(int index, int n, const int* values) {
        if (index < 0 || index > listSize) {
            throw out_of_range("Index out of range");
        }

        for (int i = 0; i < n; ++i) {
            Node* newNode = new Node(values[i]);
            if (index == 0) {
                // Вставка на початок
                newNode->next = head;
                if (head) head->prev = newNode;
                head = newNode;
                if (!tail) tail = newNode;
            } else if (index == listSize) {
                // Вставка в кінець
                newNode->prev = tail;
                if (tail) tail->next = newNode;
                tail = newNode;
            } else {
                // Вставка в середину
                Node* nextNode = getNodeAt(index);
                Node* prevNode = nextNode->prev;
                newNode->next = nextNode;
                newNode->prev = prevNode;
                prevNode->next = newNode;
```

```
                nextNode->prev = newNode;
            }
            index++;
            listSize++;
        }
    }

    // Видалення n елементів з позиції index
    void erase(int index, int n) {
        if (index < 0 || index >= listSize || n <= 0) {
            throw out_of_range("Invalid arguments for erase");
        }
        for (int i = 0; i < n; ++i) {
            if (index >= listSize) break;
            Node* target = getNodeAt(index);
            if (target->prev) target->prev->next = target->next;
            if (target->next) target->next->prev = target->prev;
            if (target == head) head = target->next;
            if (target == tail) tail = target->prev;
            delete target;
            listSize--;
        }
    }

    // Розмір списку
    size_t size() const {
        return listSize;
    }

    // Отримання значення за індексом
    int get(int index) const {
        return getNodeAt(index)->value;
    }

    // Модифікація значення за індексом
    void set(int index, int value) {
        getNodeAt(index)->value = value;
    }

    // Перевантаження оператора << для виводу списку
    friend ostream& operator<<(ostream& os, const DoublyLinkedList& list) {
        Node* current = list.head;
        while (current) {
            os << current->value << " ";
            current = current->next;
        }
        return os;
    }
};
```

```
int main() {
    DoublyLinkedList list;
    int Q;
    cin >> Q;

    // Буфер для збереження результатів
    ostringstream outputBuffer;

    while (Q--) {
        string command;
        cin >> command;

        if (command == "insert") {
            int index, N;
            cin >> index >> N;
            int* values = new int[N];
            for (int i = 0; i < N; ++i) {
                cin >> values[i];
            }
            try {
                list.insert(index, N, values);
            } catch (out_of_range& e) {
                outputBuffer << "Error: " << e.what() << endl;
            }
            delete[] values;
        } else if (command == "erase") {
            int index, n;
            cin >> index >> n;
            try {
                list.erase(index, n);
            } catch (out_of_range& e) {
                outputBuffer << "Error: " << e.what() << endl;
            }
        } else if (command == "size") {
            outputBuffer << list.size() << endl;
        } else if (command == "get") {
            int index;
            cin >> index;
            try {
                outputBuffer << list.get(index) << endl;
            } catch (out_of_range& e) {
                outputBuffer << "Error: " << e.what() << endl;
            }
        } else if (command == "set") {
            int index, value;
            cin >> index >> value;
            try {
                list.set(index, value);
            } catch (out_of_range& e) {
                outputBuffer << "Error: " << e.what() << endl;
```

```
            }
        } else if (command == "print") {
            outputBuffer << list << endl;
        }
    }

    // Вивід усіх результатів одним блоком
    cout << "\n" << outputBuffer.str();

    return 0;
}
```

Result:

```
soft-MIEngine-Pid-
9
insert
0
5
1 2 3 4 5

insert
2
3
7 7 7

print

erase
1 2

print

size

get
3

set
3 13

print

1 2 7 7 7 3 4 5
1 7 7 3 4 5
6
3
1 7 7 13 4 5
```

Час затрачений на виконання завдання

Завдання № 4 Algotester Lab 7-8 V3

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <sstream>
using namespace std;

// Вузол дерева
struct Node {
    int value;
    Node* left;
```

```
    Node* right;

    Node(int v) : value(v), left(nullptr), right(nullptr) {}
};

// Клас двійкового дерева пошуку
class BinarySearchTree {
private:
    Node* root;
    int tree_size;

    // Вставка елемента
    Node* insert(Node* node, int value) {
        if (!node) {
            tree_size++;
            return new Node(value);
        }
        if (value < node->value)
            node->left = insert(node->left, value);
        else if (value > node->value)
            node->right = insert(node->right, value);
        return node;
    }

    // Перевірка наявності елемента
    bool contains(Node* node, int value) const {
        if (!node) return false;
        if (node->value == value) return true;
        if (value < node->value)
            return contains(node->left, value);
        return contains(node->right, value);
    }

    // Рекурсивний обхід дерева для виводу
    void inOrderTraversal(Node* node, ostream& out) const {
        if (!node) return;
        inOrderTraversal(node->left, out);
        out << node->value << " ";
        inOrderTraversal(node->right, out);
    }

public:
    BinarySearchTree() : root(nullptr), tree_size(0) {}

    void insert(int value) {
        root = insert(root, value);
    }

    bool contains(int value) const {
        return contains(root, value);
```

```
    }

    int size() const {
        return tree_size;
    }

    friend ostream& operator<<(ostream& out, const BinarySearchTree& tree) {
        tree.inOrderTraversal(tree.root, out);
        return out;
    }
};

int main() {
    int Q;
    cin >> Q;
    BinarySearchTree bst;
    ostringstream output; // Буфер для збереження результатів

    while (Q--) {
        string command;
        cin >> command;

        if (command == "insert") {
            int value;
            cin >> value;
            bst.insert(value);
        } else if (command == "contains") {
            int value;
            cin >> value;
            output << (bst.contains(value) ? "Yes" : "No") << endl;
        } else if (command == "size") {
            output << bst.size() << endl;
        } else if (command == "print") {
            output << bst << endl;
        }
    }

    // Вивід зібраних результатів одним блоком
    cout  << "\n" << output.str();

    return 0;
}
```

Result:

```
soft-MLEngine-Pid-v313zu02.obj   --
11

size
insert 5
insert 4
print
insert 5
print
insert 1
print
contains 5
contains 0
size

0
4 5
4 5
1 4 5
Yes
No
3
```

Завдання № 5 Class Practice Work

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

// ------------------------------------
// Задача 1 - Реверс списку
// ------------------------------------
struct Node {
    int value;
    Node* next;
    Node(int v) : value(v), next(nullptr) {}
};

Node* reverse(Node* head) {
    Node* prev = nullptr;
    Node* current = head;
    while (current) {
        Node* next = current->next;
        current->next = prev;
        prev = current;
        current = next;
    }
    return prev;
}

void printList(Node* head) {
    Node* current = head;
    while (current) {
```

```
        cout << current->value << " ";
        current = current->next;
    }
    cout << endl;
}

// -----------------------------------
// Задача 2 - Порівняння списків
// -----------------------------------
bool compare(Node* h1, Node* h2) {
    while (h1 && h2) {
        if (h1->value != h2->value) return false;
        h1 = h1->next;
        h2 = h2->next;
    }
    return h1 == nullptr && h2 == nullptr;
}

// -----------------------------------
// Задача 3 - Додавання великих чисел
// -----------------------------------
Node* add(Node* n1, Node* n2) {
    Node* result = nullptr;
    Node* tail = nullptr;
    int carry = 0;

    while (n1 || n2 || carry) {
        int sum = carry + (n1 ? n1->value : 0) + (n2 ? n2->value : 0);
        carry = sum / 10;
        Node* newNode = new Node(sum % 10);

        if (!result) {
            result = tail = newNode;
        } else {
            tail->next = newNode;
            tail = newNode;
        }

        if (n1) n1 = n1->next;
        if (n2) n2 = n2->next;
    }

    return result;
}

// -----------------------------------
// Задача 4 - Віддзеркалення дерева
// -----------------------------------
struct TreeNode {
    int value;
```

```
    TreeNode* left;
    TreeNode* right;

    TreeNode(int v) : value(v), left(nullptr), right(nullptr) {}
};

TreeNode* create_mirror_flip(TreeNode* root) {
    if (!root) return nullptr;
    TreeNode* newRoot = new TreeNode(root->value);
    newRoot->left = create_mirror_flip(root->right);
    newRoot->right = create_mirror_flip(root->left);
    return newRoot;
}

// ------------------------------------
// Задача 5 - Сума підвузлів
// ------------------------------------
int calculateSum(TreeNode* root) {
    if (!root) return 0;
    if (!root->left && !root->right) return root->value;

    int leftSum = calculateSum(root->left);
    int rightSum = calculateSum(root->right);
    root->value = leftSum + rightSum;

    return root->value;
}

void tree_sum(TreeNode* root) {
    calculateSum(root);
}

// ------------------------------------
// Основна програма
// ------------------------------------
int main() {
    // Задача 1: Реверс списку
    Node* head = new Node(1);
    head->next = new Node(2);
    head->next->next = new Node(3);

    cout << "Original List: ";
    printList(head);

    Node* reversed = reverse(head);
    cout << "Reversed List: ";
    printList(reversed);

    // Задача 2: Порівняння списків
    Node* list1 = new Node(1);
```

```
    list1->next = new Node(2);

    Node* list2 = new Node(1);
    list2->next = new Node(2);

    cout << "Lists are " << (compare(list1, list2) ? "equal" : "not equal") << endl;

    // Задача 3: Додавання великих чисел
    Node* num1 = new Node(3);
    num1->next = new Node(7);
    num1->next->next = new Node(9);

    Node* num2 = new Node(9);
    num2->next = new Node(2);

    Node* sumList = add(num1, num2);
    cout << "Sum List: ";
    printList(sumList);

    // Задача 4: Віддзеркалення дерева
    TreeNode* root = new TreeNode(1);
    root->left = new TreeNode(2);
    root->right = new TreeNode(3);
    root->left->left = new TreeNode(4);
    root->left->right = new TreeNode(5);

    TreeNode* mirrored = create_mirror_flip(root);
    cout << "Original Tree Root: " << root->value << ", Mirrored Tree Root: " <<
mirrored->value << endl;

    // Задача 5: Сума підвузлів
    tree_sum(root);
    cout << "Root Value After Summing: " << root->value << endl;

    return 0;
}
```

Result:

```
Original List: 1 2 3
Reversed List: 3 2 1
Lists are equal
Sum List: 2 0 0 1
Original Tree Root: 1, Mirrored Tree Root: 1
Root Value After Summing: 12
```

Завдання № 6 Self Practice Work

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <queue>
```

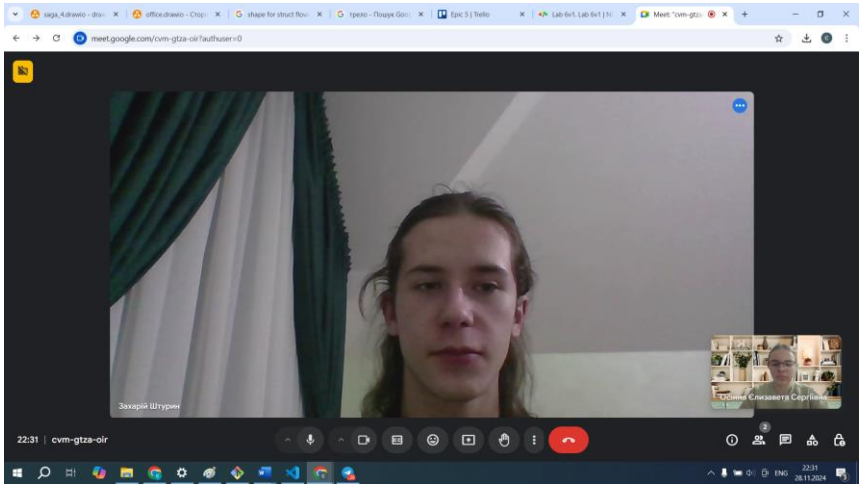
```cpp
using namespace std;

int main() {
    int N, M, x, y;
    cin >> N >> M;
    cin >> x >> y;

    // Обчислення максимальної висоти (відстані до найвіддаленішого кута)
    int max_height = 0;
    if (x > N / 2) {
        max_height += x - 1;  // Відстань до верхнього або нижнього краю
    } else {
        max_height += N - x;
    }
    if (y > M / 2) {
        max_height += y - 1;  // Відстань до лівого або правого краю
    } else {
        max_height += M - y;
    }

    // Матриця для висот
    vector<vector<int>> map(N, vector<int>(M, -1));

    // BFS
    queue<pair<int, int>> q;
    map[x - 1][y - 1] = max_height; // Встановлюємо висоту вершини
    q.push({x - 1, y - 1});

    // Напрямки руху: вверх, вниз, вліво, вправо
    int dx[] = {-1, 1, 0, 0};
    int dy[] = {0, 0, -1, 1};

    while (!q.empty()) {
        auto [cx, cy] = q.front();
        q.pop();

        for (int i = 0; i < 4; i++) {
            int nx = cx + dx[i];
            int ny = cy + dy[i];

            // Перевірка меж карти
            if (nx >= 0 && nx < N && ny >= 0 && ny < M && map[nx][ny] == -1) {
                map[nx][ny] = map[cx][cy] - 1; // Висота на 1 менша
                q.push({nx, ny});
            }
        }
    }

    // Вивід результату
    cout << endl;
```

```
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        for (int j = 0; j < M; j++) {
            cout << map[i][j] << " ";
        }
        cout << endl;
    }

    return 0;
}
```

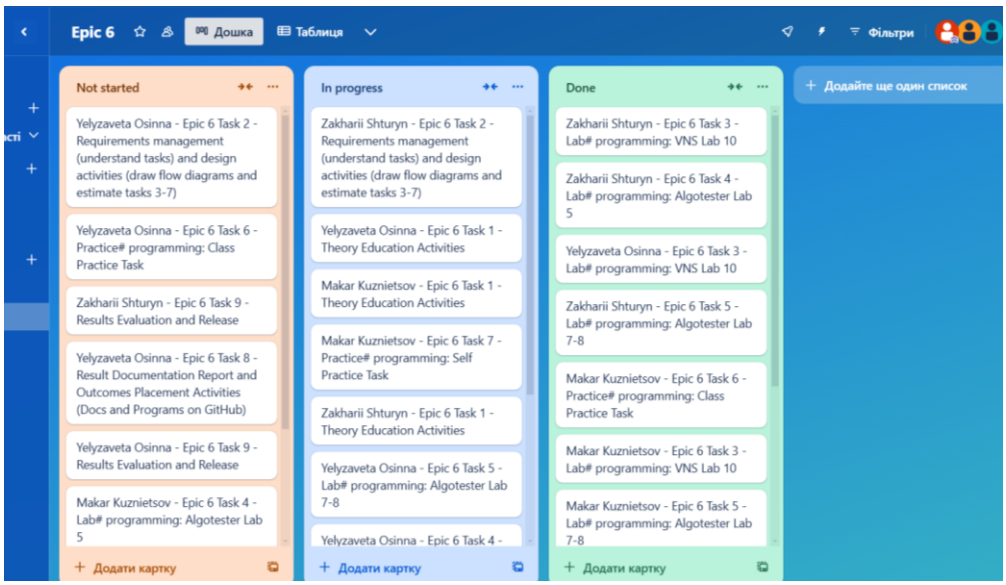
Result:

```
3 5
2 2

2 3 2 1 0
3 4 3 2 1
2 3 2 1 0
```

6. Кооперація з командою:



Trello:



Висновки:

Виконавши цю роботу я ознайомилася з динамічними інформаційними структурами на прикладі одно- і двонапрямлених списків, попрацювала над розумінням структур даних, розвитком алгоритмічного мислення, засвоїла механізми маніпуляції з покажчиками, розвинула розуміння рівності в структурах даних, поглибила розуміння зв’язаних списків, розуміння ефективності алгоритму