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

Виконав:
Студент групи ШІ-12
Михальчук Антон Євгенійович

Львів 2024

Тема роботи:

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

Мета роботи:

Мета роботи полягає в опануванні основних понять і принципів роботи з динамічними структурами даних, розумінні їхнього застосування та особливостей реалізації. Динамічні структури, такі як черга, стек, списки та дерева, є важливими інструментами для ефективного зберігання, обробки та управління даними, особливо коли їх кількість чи розмір змінюються під час виконання програми.

Теоретичні відомості:

1) Теоретичні відомості з переліком важливих тем:
- Тема №*.1: C++ Data structures

2) Індивідуальний план опрацювання теорії:
- Тема №*.1: C++ Basics
    - Джерела Інформації
        - Відео. https://www.youtube.com/watch?v=2UDMGCcRCjo
        - Стаття. https://www.w3schools.com/cpp/
        -
    - Що опрацьовано:
        - Вивчив базовий синтаксис та семантику мови C++.
        - Особливу увагу приділяв таким темам, як динамічні структури.
    - Статус: Ознайомлений
    - Початок опрацювання теми: 15.09.2024
    - Звершення опрацювання теми: 14.11.2024

Виконання роботи:

1. Опрацювання завдання та вимог до програм та середовища:

Завдання №1 VNS Lab 10 Варіант: 9

- Деталі завдання:

Записи в лінійному списку містять ключове поле типу int. Сформувати двонаправлений список. Знищити з нього K елементів перед елементом із заданим номером, додати K елементів у кінець списку.

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.

Завдання №2 Algotester Lab 5 Варіант: 1

Lab 5v1

Limits: 2 sec., 256 MiB

У світі Атод сестри Ліна і Рілай люблять грати у гру. У них є дошка із 8-ми рядків і 8-ми стовпців. На перетині i-го рядка і j-го стовпця лежить магічна куля, яка може світитись магічним світлом (тобто у них є 64 кулі). На початку гри деякі кулі світяться, а деякі ні... Далі вони обирають N куль і для кожної читають магічне заклинання, після чого всі кулі, які лежать на перетині стовпця і рядка обраної кулі міняють свій стан (ті що світяться - гаснуть, ті, що не світяться - загораються).

Також вони вирішили трохи Вам допомогти і придумали спосіб як записати стан дошки одним числом a із 8-ми байт, а саме (див. Примітки):

- Молодший байт задає перший рядок матриці;
- Молодший біт задає перший стовпець рядку;
- Значення біту каже світиться куля чи ні (0 - ні, 1 - так);

Тепер їх цікавить яким буде стан дошки після виконання N заклинань і вони дуже просять Вас їм допомогти.

Input

У першому рядку одне число a - поточний стан дошки.

У другому рядку N - кількість заклинань.

У наступних N рядках по 2 числа R_i, C_i - рядок і стовпець кулі над якою виконується заклинання.

Output

Одне число b - стан дошки після виконання N заклинань.

Завдання №3 Algotester Lab 7-8 Варіант: 2

- Деталі завдання:

Lab 78v2

Limits: 1 sec., 256 MiB

Ваше завдання - власноруч реалізувати структуру даних "Динамічний масив".
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 масиву, який треба вставити.
  У третьому рядку N цілих чисел - масив, 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 динамічному масиві.
- **Визначення кількості зарезервованої пам'яті**:
  Ідентифікатор - $capacity$
  Ви не отримуєте аргументів.
  Ви виводите кількість зарезервованої пам'яті у динамічному масиві.
  Ваша реалізація динамічного масиву має мати фактор росту (Growth factor) рівний 2.

- **Отримання значення i-го елементу**
  Ідентифікатор - get
  Ви отримуєте ціле число - $index$, індекс елемента.
  Ви виводите значення елемента за індексом. Реалізувати використовуючи перегрузку оператора []
- **Модифікація значення i-го елементу**
  Ідентифікатор - set
  Ви отримуєте 2 цілих числа - індекс елемента, який треба змінити, та його нове значення. Реалізувати використовуючи перегрузку оператора []
- **Вивід динамічного масиву на екран**
  Ідентифікатор - $print$
  Ви не отримуєте аргументів.
  Ви виводите усі елементи динамічного масиву через пробіл.
  Реалізувати використовуючи перегрузку оператора <<

Input

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

Output

Відповіді на запити у зазначеному в умові форматі.

Constraints

$0 \le Q \le 10^5$
$0 \le l_i \le 10^5$
$\|l\| \le 10^5$

Гарантується, що усі дані коректні. Виходу за межі масиву або розмір, більший ніж розмір масиву недопустимі.
Індекси починаються з нуля.
Для того щоб отримати 50%50% балів за лабораторну достатньо написати свою структуру.
Для отримання 100%100% балів ця структура має бути написана як шаблон класу, у якості параметру використати int.
Використовувати STL заборонено.

Завдання №4 Class practice Task

- 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

Завдання №5 Self practice Task Трохи складніші запити

Трохи складніші запити

Limits: 2 sec., 256 MiB

Задано масив a із n натуральних чисел. Потрібно відповісти на m запитів, кожен з яких одного із двох типів:

1. знайти розмір найбільшого префіксу масиву, сума чисел в якому не перевищує x,
2. додати натуральне число d до i-го елементу.

Input

У першому рядку задано два цілих числа n і m — розмір масиву та кількість запитів відповідно.

У другому рядку задано n цілих чисел a_i — елементи масиву.

У наступних m рядках задано запити, по одному у рядку, у такому форматі:

- `1 x` — запит першого типу,
- `2 i d` — запит другого типу.

Output

Для кожного запиту першого типу виведіть, в окремому рядку, розмір найбільшого префіксу, сума чисел на якому не перевищує x.

Constraints

$1 \le n, m \le 10^5$.

$1 \le a_i, d \le 10^3$.

$1 \le i \le n$.

$1 \le x \le 10^9$.

2. Дизайн та планована оцінка часу виконання завдань:

Програма №1 VNS Lab 10 Варіант: 9

- Планований час на реалізацію: 1 год.

Програма №2 Algotester Lab 5 Варіант: 1

- Планований час на реалізацію: 1 год.

Програма №3 VNS Algotester Lab 7-8 Варіант: 1

- Планований час на реалізацію: 2 год.

Програма №3.2 VNS Algotester Lab 7-8 Варіант: 1

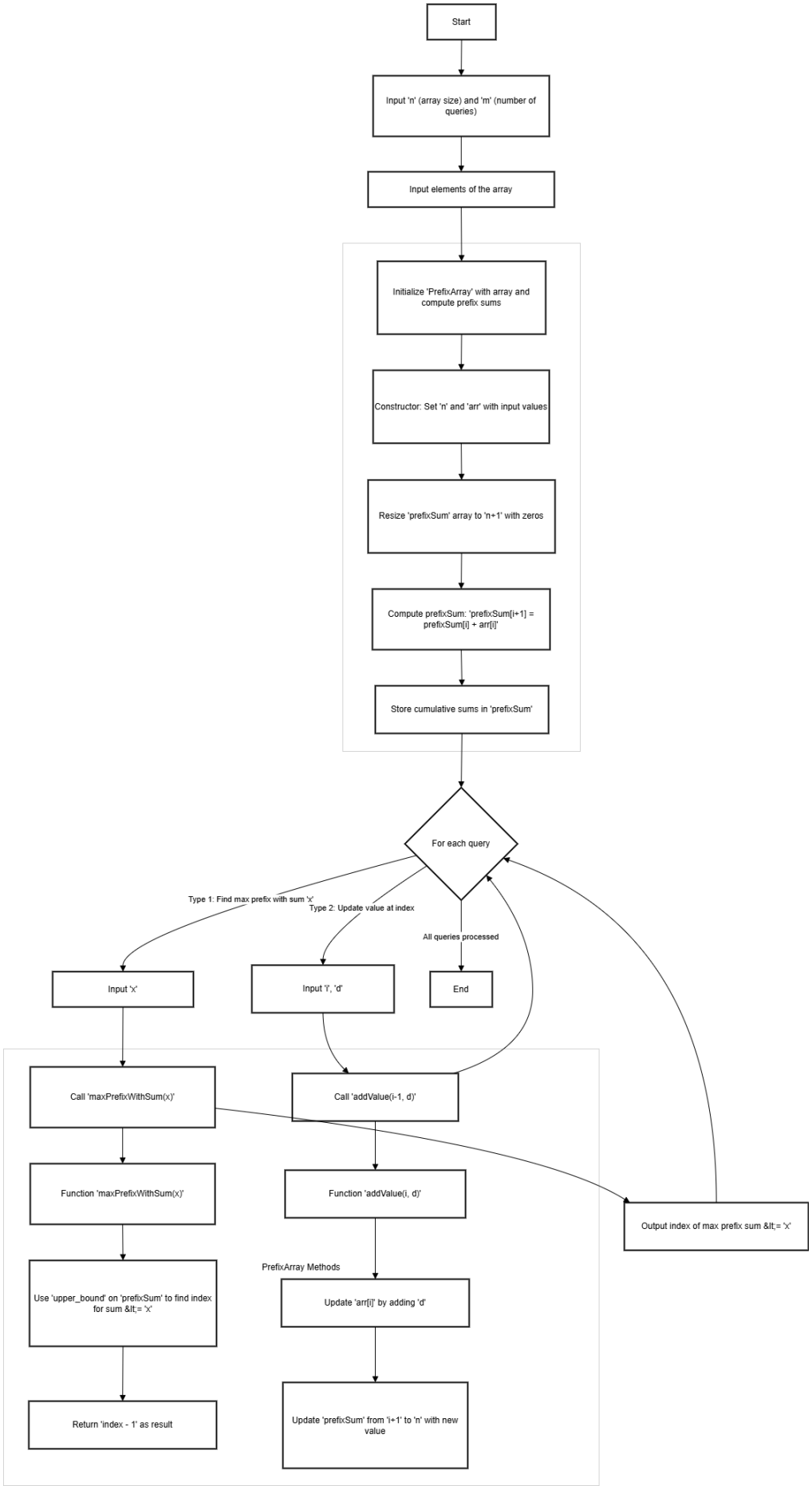
- Планований час на реалізацію: 10 хв.

Програма №4 Class Practice Task

- Планований час на реалізацію: 5 год.

Програма №5 Self Practice Task Щасливий результат

- Планований час на реалізацію: 10 хв
- Блок схема:


Start
Input 'n' (array size) and 'm' (number of queries)
Input elements of the array
Initialize 'PrefixArray' with array and compute prefix sums
Constructor: Set 'n' and 'arr' with input values
Resize 'prefixSum' array to 'n+1' with zeros
Compute prefixSum: 'prefixSum[i+1] = prefixSum[i] + arr[i]'
Store cumulative sums in 'prefixSum'
For each query
Type 1: Find max prefix with sum 'x'
Type 2: Update value at index
All queries processed
Input 'x'
Input 'i', 'd'
End
Call 'maxPrefixWithSum(x)'
Call 'addValue(i-1, d)'
Function 'maxPrefixWithSum(x)'
Function 'addValue(i, d)'
Output index of max prefix sum <= 'x'
Use 'upper_bound' on 'prefixSum' to find index for sum <= 'x'
PrefixArray Methods
Update 'arr[i]' by adding 'd'
Return 'index - 1' as result
Update 'prefixSum' from 'i+1' to 'n' with new value

-

4. Код програм з посиланням на зовнішні ресурси:

Завдання №1

https://github.com/artificial-intelligence-department/ai_programming_playground_2024/pull/303/files

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
#include <ctime>
#include <vector>

using namespace std;

struct Node
{
    int data;
    Node *next;
    Node *prev;

    Node(int value)
    {
        data = value;
        next = nullptr;
        prev = nullptr;
    }
};

struct DoublyLinkedList
{
private:
    Node *head;
    Node *tail;
    int size;

public:
    DoublyLinkedList()
    {
        head = nullptr;
        tail = nullptr;
        size = 0;
    }

    ~DoublyLinkedList()
    {
        while (head)
        {
            Node *temp = head;
            head = head->next;
```

```
        delete temp;
    }
}

bool isEmpty()
{
    return head == nullptr;
}

void print()
{
    if (!tail)
        cout << "List is empty" << endl;
    else
    {
        Node *current = head;
        while (current)
        {
            cout << current->data << " ";
            current = current->next;
        }
        cout << endl;
    }
}

void insertToEnd(vector<int> values)
{
    for (int i = 0; i < values.size(); i++)
    {
        Node *newNode = new Node(values[i]);

        if (tail == nullptr)
        {
            head = newNode;
            tail = newNode;
        }
        else
        {
            tail->next = newNode;
            newNode->prev = tail;
            tail = newNode;
        }

        size++;
    }
}

void eraseBefore(int index, int k)
```

```
{
    if (index - k <= 0)
        return;

    Node *left = head;
    for (int i = 0; i < index - k - 1; i++)
    {
        left = left->next;
    }

    Node *toDelete = left->next;
    Node *newLeft = left;

    for (int i = 0; i < k; i++)
    {
        Node *tempNode = toDelete;
        toDelete = toDelete->next;
        delete tempNode;
    }

    newLeft->next = toDelete;
    toDelete->prev = newLeft;
}

void writeInFile()
{
    ofstream file("lab10.txt");
    if (file.is_open())
    {
        Node *current = head;
        while (current)
        {
            file << current->data << " ";
            current = current->next;
        }
        file << endl;
        file.close();
        cout << "List saved to file 'lab10.txt'." << endl;
    }
    else
    {
        cout << "Failed to open file for writing." << endl;
    }
}

void deleteList()
{
    while (head)
```

```
        {
            Node *temp = head;
            head = head->next;
            delete temp;
        }
        tail = nullptr;
        cout << "List deleted." << endl;
    }

    void updateFromFile()
    {
        vector<int> fromFile;
        ifstream file("lab10.txt");
        if (file.is_open())
        {
            int number;
            while (file >> number)
            {
                fromFile.push_back(number);
            }
            cout << "List updated from file 'lab10.txt'." << endl;
        }
        else
        {
            cout << "Failed to open file for reading." << endl;
        }
        file.close();
        insertToEnd(fromFile);
    }
};

int main()
{
    DoublyLinkedList list;
    int k, indel;
    vector<int> initVec, addVec;

    cout << "Initialized list: " << endl;
    list.print();

    srand(time(0));

    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        int randomNumber = rand() % 100 + 1;
        initVec.push_back(randomNumber);
    }
```

```
    list.insertToEnd(initVec);

    cout << "Filled the list with random numbers: " << endl;
    list.print();

    cout << "Enter k: ";
    cin >> k;
    cout << "Enter index of element before which you want to delete elements:
";
    cin >> indel;

    list.eraseBefore(indel, k);
    cout << "List after deletion " << k << " elements before " << indel <<
"th. element:" << endl;
    list.print();

    for (int i = 0; i < k; ++i)
    {
        int randomNumber = rand() % 100 + 1;
        addVec.push_back(randomNumber);
    }

    list.insertToEnd(addVec);
    cout << "List after appending " << k << " elements to the end:" << endl;
    list.print();

    list.writeInFile();

    list.deleteList();
    cout << "Deletion of list: ";
    list.print();

    list.updateFromFile();
    list.print();

    list.deleteList();

    return 0;
}
```

Завдання №2

https://github.com/artificial-intelligence-department/ai_programming_playground_2024/pull/303/files

```
#include <iostream>
```

```cpp
#include <vector>

using namespace std;

void toggleRow(uint64_t &board, int row) {
    for (int col = 0; col < 8; col++) {
        board ^= (1ULL << (row * 8 + col));
    }
}

void toggleColumn(uint64_t &board, int col) {
    for (int row = 0; row < 8; row++) {
        board ^= (1ULL << (row * 8 + col));
    }
}

int main() {
    uint64_t board;
    int n;

    cin >> board >> n;

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int r, c;
        cin >> r >> c;

        r--;
        c--;

        toggleRow(board, r);

        toggleColumn(board, c);

        board ^= (1ULL << (r * 8 + c));
    }

    cout << board << endl;

    return 0;
}
```

Завдання №3.1

https://github.com/artificial-intelligence-department/ai_programming_playground_2024/pull/303/files

```cpp
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


struct DynamicArray{
private:
    int* data;
    int size;
    int capacity;

    void resize(int newCapacity){
        int* newData = new int[newCapacity];
        for(int i = 0; i < size; i++){
            newData[i] = data[i];
        }
        delete[] data;
        data = newData;
        capacity = newCapacity;
    }

public:
    DynamicArray() : size(0), capacity(1){
        data = new int[capacity];
    }

    ~DynamicArray(){
        delete[] data;
    }

    void insert(int index, int N, int* arr){
    if (size + N > capacity) {
        while (capacity <= size + N) {
            capacity *= 2;
        }
        resize(capacity);
    }
        for(int i = size - 1; i >= index; i--){
            data[i + N] = data[i];
        }
        for(int i = 0; i < N; i++){
            data[index + i] = arr[i];
        }
        size += N;
        if(size == capacity){
            capacity *= 2;
            resize(capacity);
        }
```

```
    }

    void erase(int index, int n){
        for(int i = index; i < size - n + n; i++){
            data[i] = data[i+n];
        }
        size -= n;
    }

    int getSize(){
        return size;
    }

    int getCapacity(){
        return capacity;
    }

    int& operator[](int index) { return data[index]; }

    friend ostream& operator<<(ostream& os, const DynamicArray& arr){
        for (int i = 0; i < arr.size; i++) {
            os << arr.data[i] << ' ';
        }
        return os;
    }

};

int main(){
DynamicArray arr;
    int Q;
    cin >> Q;

    for (int i = 0; i < Q; i++) {
        string command;
        cin >> command;

        if (command == "size") {
            cout << arr.getSize() << endl;

        } else if (command == "capacity") {
            cout << arr.getCapacity() << endl;

        } else if (command == "insert") {
            int index, N;
            cin >> index >> N;
            int* elements = new int[N];
            for (int j = 0; j < N; j++) {
```

```
                cin >> elements[j];
            }
            arr.insert(index, N, elements);

        } else if (command == "erase") {
            int index, n;
            cin >> index >> n;
            arr.erase(index, n);

        } else if (command == "get") {
            int index;
            cin >> index;
            cout << arr[index] << endl;

        } else if (command == "set") {
            int index;
            int value;
            cin >> index >> value;
            arr[index] = value;

        } else if (command == "print") {
            cout << arr << endl;
        }
    }

    return 0;
}
```

Завдання №3.2

https://github.com/artificial-intelligence-department/ai_programming_playground_2024/pull/303/files

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;

template<typename T = int>
class DynamicArray{
private:
    T* data;
    int size;
    int capacity;

    void resize(int newCapacity){
```

```
        T* newData = new T[newCapacity];
        for(int i = 0; i < size; i++){
            newData[i] = data[i];
        }
        delete[] data;
        data = newData;
        capacity = newCapacity;
    }

public:
    DynamicArray() : size(0), capacity(1){
        data = new T[capacity];
    }

    ~DynamicArray(){
        delete[] data;
    }

    void insert(int index, int N, T* arr){
    if (size + N > capacity) {
        while (capacity <= size + N) {
            capacity *= 2;
        }
        resize(capacity);
    }
        for(int i = size - 1; i >= index; i--){
            data[i + N] = data[i];
        }
        for(int i = 0; i < N; i++){
            data[index + i] = arr[i];
        }
        size += N;
        if(size == capacity){
            capacity *= 2;
            resize(capacity);
        }
    }

    void erase(int index, int n){
        for(int i = index; i < size - n + n; i++){
            data[i] = data[i+n];
        }
        size -= n;
    }

    int getSize(){
        return size;
    }
```

```
    int getCapacity(){
        return capacity;
    }

    T& operator[](int index) { return data[index]; }

    friend ostream& operator<<(ostream& os, const DynamicArray& arr){
        for (int i = 0; i < arr.size; i++) {
            os << arr.data[i] << ' ';
        }
        return os;
    }

};

int main(){
DynamicArray arr;
    int Q;
    cin >> Q;

    for (int i = 0; i < Q; i++) {
        string command;
        cin >> command;

        if (command == "size") {
            cout << arr.getSize() << endl;

        } else if (command == "capacity") {
            cout << arr.getCapacity() << endl;

        } else if (command == "insert") {
            int index, N;
            cin >> index >> N;
            int* elements = new int[N];
            for (int j = 0; j < N; j++) {
                cin >> elements[j];
            }
            arr.insert(index, N, elements);

        } else if (command == "erase") {
            int index, n;
            cin >> index >> n;
            arr.erase(index, n);

        } else if (command == "get") {
            int index;
            cin >> index;
```

```
            cout << arr[index] << endl;

        } else if (command == "set") {
            int index;
            int value;
            cin >> index >> value;
            arr[index] = value;

        } else if (command == "print") {
            cout << arr << endl;
        }
    }

    return 0;
}
```

Завдання №4

https://github.com/artificial-intelligence-department/ai_programming_playground_2024/pull/303/files

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <vector>
#include <ctime>

using namespace std;

struct Node {
    int data;
    Node* next;

    Node(int value) {
        data = value;
        next = nullptr;
    }
};

void printLL(Node* head) {
    Node* current = head;
    while (current) {
        cout << current->data << " ";
        current = current->next;
    }
    cout << endl;
}

Node* insert(Node* head, const vector<int>& values) {
```

```
    Node* newNode = new Node(values[0]);
    head = newNode;
    Node* current = head;
    for (int i = 1; i < values.size(); i++) {
        Node* newNode = new Node(values[i]);
        current->next = newNode;
        current = newNode;
    }
    return head;
}

Node* reverse(Node* head) {
    Node* prev = nullptr;
    Node* current = head;
    Node* next = nullptr;

    while (current != nullptr) {
        next = current->next;
        current->next = prev;
        prev = current;
        current = next;
    }

    return prev;
}

bool compare(Node* head1, Node* head2) {
    while (head1 && head2) {
        if (head1->data != head2->data) return false;
        head1 = head1->next;
        head2 = head2->next;
    }
    return head1 == nullptr && head2 == nullptr;
}

Node* add(Node* head1, Node* head2) {
    Node* result = new Node(0);
    Node* current1 = head1;
    Node* current2 = head2;
    Node* currentr = result;

    int sum, carry = 0;

    while (current1 != nullptr || current2 != nullptr || carry != 0) {
        sum = carry;

        if (current1 != nullptr) {
            sum += current1->data;
```

```
            current1 = current1->next;
        }

        if (current2 != nullptr) {
            sum += current2->data;
            current2 = current2->next;
        }

        carry = sum / 10;
        currentr->next = new Node(sum % 10);
        currentr = currentr->next;
    }

    return result->next;
}

struct TreeNode {
    int data;
    TreeNode* left;
    TreeNode* right;


    TreeNode(int value) {
        data = value;
        left = nullptr;
        right = nullptr;
    }
};

TreeNode* createMirrorFlip(TreeNode* root) {
    if (root == nullptr) {
        return nullptr;
    }

    TreeNode* newNode = new TreeNode(root->data);

    newNode->left = createMirrorFlip(root->right);
    newNode->right = createMirrorFlip(root->left);

    return newNode;
}

void printTree(TreeNode* root) {
    if (root == nullptr) {
        return;
    }
    printTree(root->left);
    cout << root->data << " ";
    printTree(root->right);
```

```
}

int treeSum(TreeNode* root) {
    if (root == nullptr) {
        return 0;
    }

    if (root->left == nullptr && root->right == nullptr) {
        return root->data;
    }

    int leftSum = treeSum(root->left);
    int rightSum = treeSum(root->right);

    root->data = leftSum + rightSum;

    return root->data;
}


int main() {
    Node* list = nullptr;
    vector<int> initVec;

    srand(time(0));

    for (int i = 0; i < 10; ++i) {
        int randomNumber = rand() % 100 + 1;
        initVec.push_back(randomNumber);
    }
// FIRST TASK
    cout << "First Task" << endl;

    list = insert(list, initVec);

    cout << "Original List: ";
    printLL(list);

    Node* originalList = insert(nullptr, initVec);
    Node* reversedList = reverse(list);

    cout << "Reversed List: ";
    printLL(reversedList);

// SECOND TASK
    cout << endl << "Second Task" << endl;


    if (compare(originalList, originalList)) {
```

```
        printLL(originalList);
        printLL(originalList);
        cout << "Lists are identical";
    }
    else {
        printLL(originalList);
        printLL(originalList);
        cout << "Lists are different";
    }

    cout << endl << endl;

    if (compare(originalList, reversedList)) {
        printLL(originalList);
        printLL(reversedList);
        cout << "Lists are identical";
    }
    else {
        printLL(originalList);
        printLL(reversedList);
        cout << "Lists are different";
    }

// THIRD TASK
    cout << endl << endl << "Third Task" << endl;
    vector<int> num1 = {6, 7, 5, 1, 2};
    vector<int> num2 = {5, 6, 2};

    Node* list1 = insert(list1, num1);
    Node* list2 = insert(list2, num2);

    cout << "Number 1: ";
    printLL(list1);

    cout << "Number 2: ";
    printLL(list2);

    Node* result = add(list1, list2);

    cout << "Sum: ";
    printLL(result);

// FORTH TASK
    cout << endl << "Forth Task" << endl;

    TreeNode* root = new TreeNode(10);
    root->left = new TreeNode(5);
    root->right = new TreeNode(15);
```

```
    root->left->left = new TreeNode(3);
    root->left->right = new TreeNode(7);
    root->right->left = new TreeNode(8);
    root->right->right = new TreeNode(2);

    TreeNode* mirrorRoot = createMirrorFlip(root);

    cout << "Original tree (in order): ";
    printTree(root);
    cout << endl;

    cout << "Mirror tree (in order): ";
    printTree(mirrorRoot);
    cout << endl;

// FIFTH TASK
    cout << endl << "Fifth Task" << endl;


    cout << "Original tree: ";
    printTree(root);
    cout << endl;

    treeSum(root);

    cout << "Tree after updating node values with subtree sums: ";
    printTree(root);
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Завдання №5

https://github.com/artificial-intelligence-department/ai_programming_playground_2024/pull/303/files

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

struct PrefixArray {
    vector<int> arr;
    vector<int> prefixSum;
    int n;
```

```
    PrefixArray(int size, const vector<int>& elements) : n(size),
arr(elements) {
        prefixSum.resize(n + 1, 0);
        for (int i = 0; i < n; ++i) {
            prefixSum[i + 1] = prefixSum[i] + arr[i];
        }
    }


    int maxPrefixWithSum(int x) {
        int idx = upper_bound(prefixSum.begin(), prefixSum.end(), x) -
prefixSum.begin() - 1;
        return idx;
    }


    void addValue(int index, int value) {
        arr[index] += value;
        for (int j = index + 1; j <= n; ++j) {
            prefixSum[j] += value;
        }
    }
};

int main() {
    int n, m;
    cin >> n >> m;

    vector<int> elements(n);
    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        cin >> elements[i];
    }


    PrefixArray prefixArray(n, elements);


    for (int q = 0; q < m; ++q) {
        int type;
        cin >> type;

        if (type == 1) {
            int x;
            cin >> x;
            cout << prefixArray.maxPrefixWithSum(x) << endl;
        } else if (type == 2) {
            int i, d;
            cin >> i >> d;
            prefixArray.addValue(i - 1, d);
```

```
        }
    }

    return 0;
}
```

5. Результати виконання завдань, тестування та фактично затрачений час:

Завдання №1

Створив дві структури: Node та DoublyLinkedList. Для структури двонаправленого списку створив конструктор і деструктор. Також методи print(), insertToEnd(), eraseBefore(), writeInFile(), deleteList(), updateFromFile()

```
Filled the list with random numbers:
4 28 16 1 44 40 24 18 3 25
Enter k: 6
Enter index of element before which you want to delete elements: 9
List after deletion 6 elements before 9th. element:
4 28 16 25
List after appending 6 elements to the end:
4 28 16 25 99 94 23 56 98 86
List saved to file 'lab10.txt'.
List deleted.
Deletion of list: List is empty
List updated from file 'lab10.txt'.
4 28 16 25 99 94 23 56 98 86
List deleted.
```

Час затрачений на виконання завдання: 5 год.

Завдання №2

Число board є не більшим за 2^{64} , тому потрібно використовувати unsigned long long.

Найважливішим моментом розв’язку є цей рядок у функція перемикання рядків і стовпців: board ^= (1ULL << (row * 8 + col));

Побітовий зсув створює число заповнене нулями, окрім біта відповідному до координат закляття. Далі операція суворої диз’юнкції перемикає потрібний біт за тією логікою, що якщо він дорівнював 1, то 1 ^ 1 = 0, а якщо 0, то 0 ^ 1 = 1.

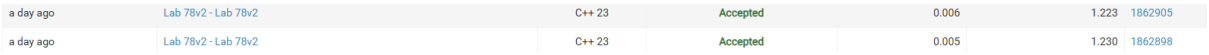
Час затрачений на виконання завдання: 1 год.

Завдання №3 1 і 2

Особливої різниці між тим, що динамічний масив буде класом, чи структурою при написанні коду не має.

Найважчим завданням було створення зміни розміру масива, а разом з цим і зміна ємності згідно Grow Force рівному 2.

Також вважливою частиною завдання було перевантаження операторів, щоб кастомізовано використовувати їх до нашого динамічного масиву.



a day ago	Lab 78v2 - Lab 78v2	C++ 23	Accepted	0.006	1.223	1862905
a day ago	Lab 78v2 - Lab 78v2	C++ 23	Accepted	0.005	1.230	1862898

Завдання №4

Цікавою імплементацією цих завдань було те що для створення однозв’язного списку та бінарного дерева, не обов’язково було використовувати батьківські структури, а всі методи діяли напряму до вузлів.

У бінарному дереві всі методи повинні використовувати рекурсію.

```
First Task
Original List: 8 4 54 68 43 36 90 35 28 79
Reversed List: 79 28 35 90 36 43 68 54 4 8

Second Task
8 4 54 68 43 36 90 35 28 79
8 4 54 68 43 36 90 35 28 79
Lists are identical

8 4 54 68 43 36 90 35 28 79
79 28 35 90 36 43 68 54 4 8
Lists are different

Third Task
Number 1: 6 7 5 1 2
Number 2: 5 6 2
Sum: 1 4 8 1 2

Forth Task
Original tree (in order): 3 5 7 10 8 15 2
Mirror tree (in order): 2 15 8 10 7 5 3

Fifth Task
Original tree: 3 5 7 10 8 15 2
Tree after updating node values with subtree sums: 3 10 7 20 8 10 2
```

Завдання №5

Ініціалізація: обчислює префіксні суми для заданого масиву arr.

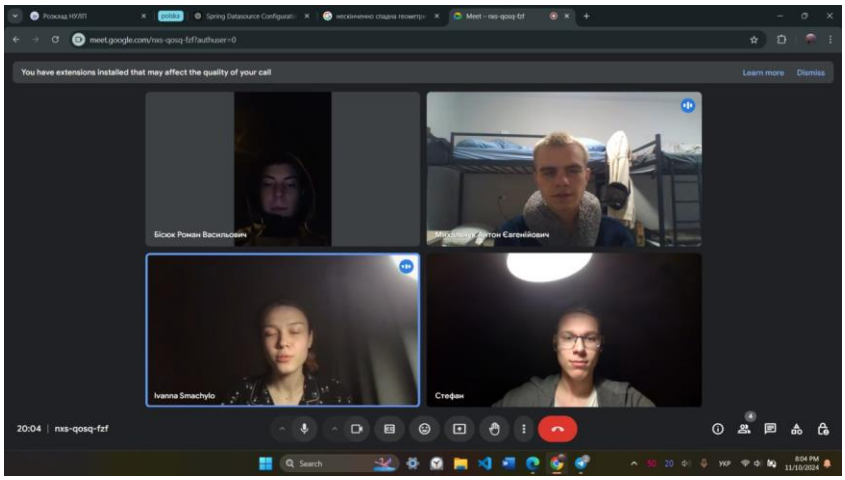
Метод maxPrefixWithSum: знаходить максимальну кількість елементів з префіксною сумою, що не перевищує x.

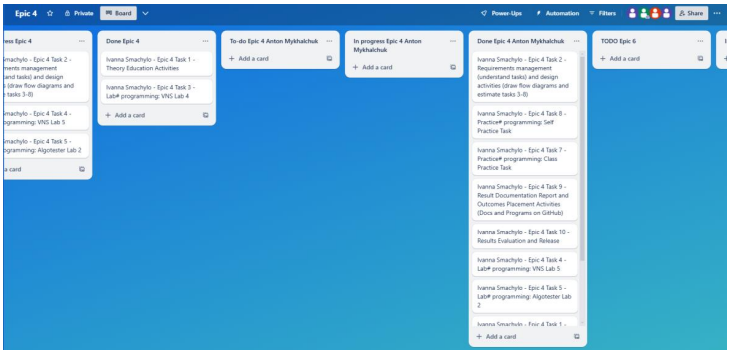
Метод addValue: додає значення до елемента масиву й оновлює відповідні префіксні суми.

Основна програма: обробляє запити для знаходження префіксних сум (type 1) і оновлення елементів (type 2).

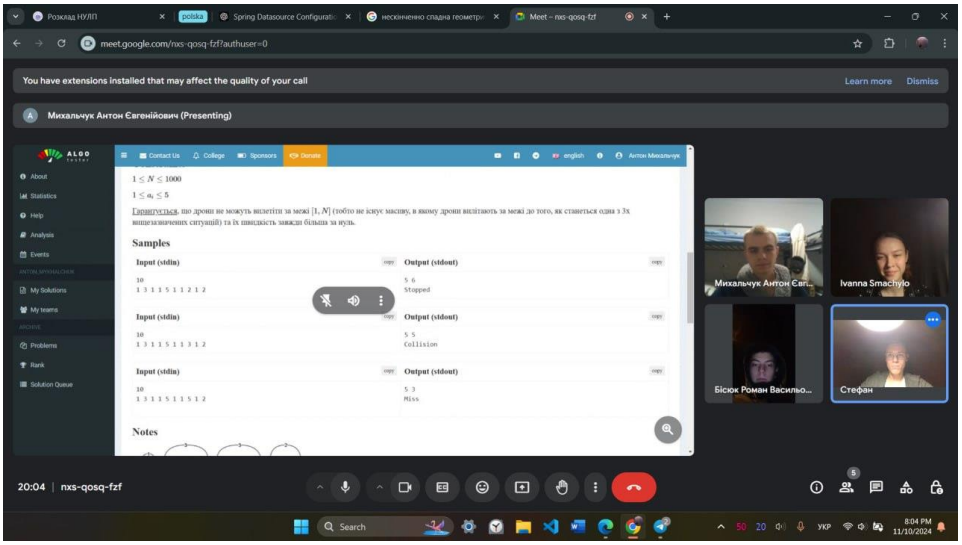
6. Кооперація з командою:

- Скрін з 1-ї зустрічі по обговоренню задач Епіку та Скрін прогресу по Трелло

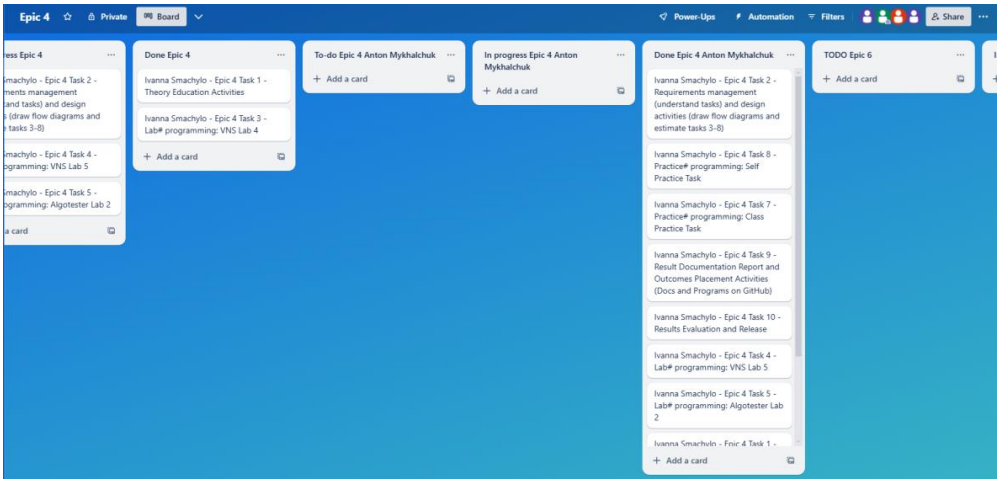




- Скрін з 2-ї зустрічі по обговоренню задач Епіку та Скрін прогресу по Трелло

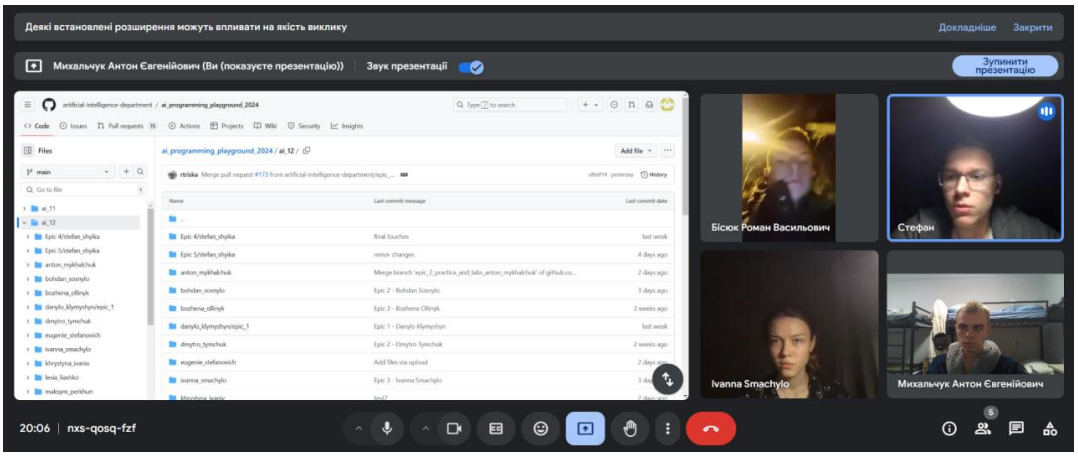


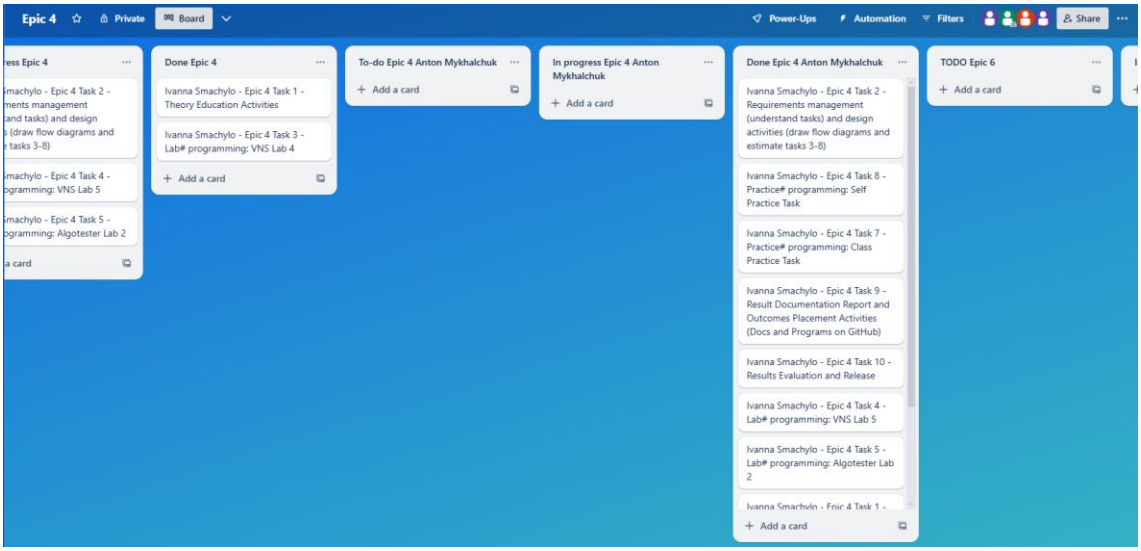
-

- 

-

- Скрін з 3-ї зустрічі по обговоренню задач Епіку та Скрін прогресу по Трелло (опційно)

- 



Висновки:

Під час виконання роботи було опрацьовано основні динамічні структури даних: чергу, стек, списки та дерева. Кожна структура має свої особливості в реалізації та використанні для ефективного зберігання і обробки змінних даних, особливо у випадках, коли розмір або кількість елементів змінюється під час виконання програми. Завдяки практичним завданням було закріплено розуміння основних операцій над динамічними структурами: додавання, видалення, доступ до елементів, а також різноманітні специфічні операції, такі як реверсування списку, порівняння списків, сумування великих чисел у списках, віддзеркалення дерева, та підрахунок сум у піддеревах.

Досвід роботи з різними завданнями допоміг зрозуміти принципи побудови та обробки динамічних структур без використання стандартної бібліотеки шаблонів (STL). Це дало змогу розробити власні реалізації структур даних і алгоритмів, що дозволило глибше зрозуміти їх внутрішню логіку та особливості.

Важливим результатом є вивчення того, як динамічні структури можуть бути використані для оптимізації управління пам'яттю, а також для створення більш адаптивних програм, здатних ефективно працювати з великою кількістю даних. Такі знання є цінними для вирішення реальних практичних задач у програмуванні та подальшого розвитку в цій галузі.