**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра информационных систем**

отчет

**по практической работе 2**

**по дисциплине «Программирование»**

Тема: Линейные структуры данных. Динамические массивы и двусвязные списки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр.2373 |  | Звягина М.С. |
| Преподаватель |  | Глущенко А.Г. |

Санкт-Петербург

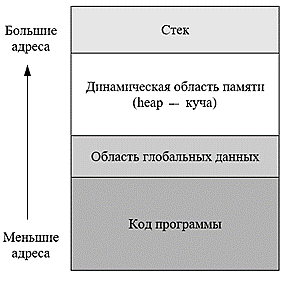
2023

**Цель работы.**

Изучение свойств и организация динамических массивов и двусвязных списков; получение практических навыков в работе с динамическими массивами и двусвязными списками; проведение сравнительной характеристики скорости вставки, получения и удаления элементов из них.

**Основные теоретические положения.**

Схема распределения памяти под программу показана на рис. 1.



*Рис. 1.* Схема распределения памяти под программу

Область кода программы предназначена для хранения инструкций функций программы, обеспечивающих обработку данных.

Данные в программе представляются переменными и константами.

Для хранения глобальных данных предназначена область глобальных данных.

Стек программы используется при вызове функций для передачи параметров и хранения локальных данных.

Распределение памяти для хранения всех обычных переменных осуществляется компилятором, адреса и объемы соответствующих участков памяти (в области глобальных данных) жестко закреплены за этими переменными на все время работы программы и изменены быть не могут.

Однако во многих задачах невозможно заранее предсказать, сколько места (количество переменных, объемы массивов и т. д.) потребуется для решения задачи – это так называемые задачи с неопределенной размерностью.

Решить эту проблему можно лишь в том случае, если иметь механизм, позволяющий создавать новые объекты по мере возникновения необходимости в этих объектах или изменять объемы памяти, выделенные под эти объекты (например, объемы массивов).

Между областью глобальных данных и стеком располагается так называемая динамическая область памяти, которую и можно использовать в процессе работы программы для реализации механизма динамического управления памятью.

Для того чтобы создать в динамической области некоторый объект, необходима одна обычная переменная-указатель (не динамическая переменная). Сколько таких объектов понадобится для одновременной обработки, столько необходимо иметь обычных переменных-указателей. Таким образом, проблема задач неопределенной размерности созданием одиночных динамических объектов решена быть не может.

Решить эту проблему поможет возможность создавать в динамической области памяти массивы объектов с таким количеством элементов, которое необходимо в данный момент работы программы, т. е. создание динамических массивов. Действительно, для представления массива требуется всего одна переменная-указатель, а в самом массиве, на который ссылается этот указатель, может быть столько элементов, сколько требуется в данный момент времени.

Для создания одномерного динамического массива, элементами которого являются, например, действительные числа, используется следующий синтаксис инструкции new (стиль С++):

double \*Arr = new double [100];

Освободить динамическую область от этого массива можно с помощью инструкции delete:

delete [] Arr;

После этого занятый участок памяти будет возвращен в список свободной памяти и может быть повторно использован для размещения других динамических объектов.

Язык C++ поддерживает и «старый», заимствованный от языка C, стиль работы с динамической областью. Довольно часто бывает полезно использовать именно этот механизм управления динамической памятью.

В языке C отсутствуют инструкции new и delete. Вместо них для управления динамической памятью используются библиотечные функции:

// Блок прототипов функций

{

void \*malloc (size);

void \*calloc(num, size);

void free( void \*memblock);

void \*realloc( void \*memblock, size);

}

Функция malloc выделяет в динамической области size байт памяти и возвращает адрес этого участка в виде указателя (void \*).

Поскольку возвращаемый указатель не привязан ни к какому типу данных, при работе с ним потребуется явное приведение типов данных (см. пример далее).

Функция calloc выделяет в динамической области size \* num байт памяти и возвращает адрес этого участка в виде указателя (void \*).

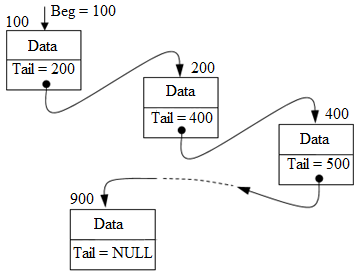
Функция free освобождает участок динамической памяти по адресу memblock и возвращает его в список свободной памяти для повторного использования.

Функция realloc позволяет изменить размер (уменьшить или увеличить) ранее выделенной по адресу memblock памяти, установив новый размер выделенного участка равным size байт. При увеличении размера выделенного участка данные, которые хранились в старом участке, копируются в новый участок памяти. При уменьшении объема выделенного участка данные, которые хранились в нем, усекаются до нового размера. Функция возвращает указатель на область памяти нового размера.

Работа с одномерным динамическим массивом осуществляется так же, как и с обычным. При этом стиль использования динамических массивов С имеет весомое преимущество над С++, которое заключается в изменении размерности массива. Дело в том, что в C++ нет функций увеличения размерности. Увеличить размер массива можно, создав новый динамический массив нужной размерности, скопировав данные из старого массива в новый и освободив память от старого массива.

Одномерный однонаправленный список представляет собой совокупность отдельных элементов, каждый из которых содержит две части – информационную () и адресную ().

Информационная часть предназначена для хранения полезных данных и может иметь практически любой тип. Адресная часть каждого элемента содержит адрес следующего элемента списка. Схематическое изображение такого списка представлено на рис. 2.



*Рис. 2.* Схематическое изображение односвязного списка

Для работы со списком достаточно знать только адрес его первого элемента (). Зная адрес первого элемента списка можно последовательно получить доступ к любому другому его элементу.

Поскольку каждый элемент списка должен иметь две части, логичнее всего представить его в виде следующей структуры:

struct list

{

int data;

list \*tail;

};

Типовыми операциями при работе со списками являются:

1. создание списка;
2. освобождение памяти от списка (удаление списка);
3. доступ к заданному элементу списка для манипуляций с его информационной частью;
4. добавление нового элемента к списку;
5. удаление элемента из списка;
6. перестановка элемента списка на новую позицию внутри списка.

Достоинством подобных структур является простота добавления, удаления и перестановки элементов списка, которые осуществляются путем манипуляций с адресными частями без перезаписи всего списка.

Одним из недостатков односвязных списков является то, что узел (элемент списка) имеет указатель только на следующий элемент. Вернуться из текущего элемента к предыдущему явным способом невозможно.

Каждый узел двусвязного (двунаправленного) линейного списка содержит два поля указателей – на следующий и на предыдущий узлы. Указатель на предыдущий узел корня списка содержит нулевое значение. Указатель последнего узла также содержит нулевое значение.

Поскольку каждый элемент списка должен иметь три части, логичнее всего представить его в виде следующей структуры:

struct list

{

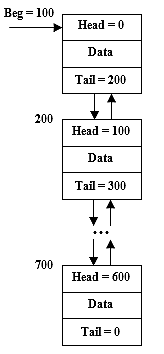
int data;

list \*head;

list \*tail;

};

На рис. 3 показано схематическое представление двусвязного списка. Поле содержит адрес предыдущего элемента, поле содержит адрес следующего элемента списка. Такая организация списка позволяет перемещаться по его элементам в двух направлениях.



*Рис. 3.* Схематическое изображение двусвязного списка

Основные действия, производимые над узлами двусвязного линейного списка (ДЛС):

1. инициализация списка;
2. добавление узла в список;
3. удаление узла из списка;
4. удаление корня списка;
5. вывод элементов списка;
6. вывод элементов списка в обратном порядке;
7. взаимообмен двух узлов списка.

Порядок действия очень похож на односвязный линейный список, но необходимо учитывать, что в двусвязном списке имеется два указателя: на следующий и предыдущий элементы.

**Постановка задачи.**

Необходимо реализовать программу, которая выполняет следующие действия.

1. Формирование целочисленного одномерного массива размерности N, где:

a) пользователь вводит количество элементов в массиве, который будет автоматически заполняться случайными числами (0 до 99);

б) пользователь вводит в консоль элементы массива, N определяется автоматически по количеству введенных элементов;

в) массив считывается с файла, N определяется как количество элементов массива в файле.

2. Определение скорости создания динамического массива п. 1.

3. Вставка, удаление и получение элемента массива. Удаление и получение элемента необходимо реализовать по индексу и по значению.

4. Определение скорости вставки, удаления и получения элемента массива п. 3.

5. Формирование двусвязного списка размерности N, где:

a) пользователь вводит количество элементов в списке, который будет автоматически заполняться случайными числами (0 до 99);

б) пользователь вводит в консоль элементы списка, N определяется автоматически по количеству введенных элементов;

в) список считывается с файла, N определяется как количество элементов списка в файле.

6. Определение скорости создания двусвязного списка п. 5.

7. Вставка, удаление и получение элемента двусвязного списка. Удаление и получение элемента необходимо реализовать по индексу и по значению.

8. Определение скорости вставки, удаление и получения элемента двусвязного списка п. 7.

Должна быть возможность запуска каждого пункта многократно, если есть возможность (если в списке/массиве нет элементов, то нельзя ничего удалить и об этом нужно сообщить пользователю). Необходимо сравнить результаты. Для этого пункты 1–4 и 5–8 должны принимать одинаковые значения.

**Выполнение работы.**

Код программы представлен в приложении А.

/\*

Блок описания кода и использованных алгоритмов

\*/

/\*

Блок скриншотов работы программы

\*/

/\*

Блок таблицы с тестовыми данными

\*/

**Выводы**.

В этой практической работе мы изучили свойства и организацию динамических массивов и двусвязных списков; получили практических навыков в работе с динамическими массивами и двусвязными списками; провели сравнительную характеристики скорости вставки, получения и удаления элементов из них.

Приложение А

**КОД ПРОГРАММЫ**

**#include <iostream>**

**#include <ctime>**

**#include <cstdlib>**

**#include <vector>**

**#include <algorithm>**

**#include <chrono>**

**#include <windows.h>**

**using namespace std;**

**//Класс, представляющий узел двусвязного списка**

**class Node {**

**public:**

**int data;**

**Node\* prev;**

**Node\* next;**

**Node(int value) {**

**data = value;**

**prev = nullptr;**

**next = nullptr;**

**}**

**};**

**//Класс, представляющий двусвязный список**

**class LinkedList {**

**private:**

**Node\* head;**

**Node\* tail;**

**int size;**

**public:**

**LinkedList() {**

**head = nullptr;**

**tail = nullptr;**

**size = 0;**

**}**

**//костыль**

**Node\* getNode(int index) {**

**if (index < 0 || index >= size) {**

**return nullptr;**

**}**

**Node\* current = head;**

**for (int i = 0; i < index; i++) {**

**current = current->next;**

**}**

**return current;**

**}**

**//Вывод списка**

**void ShowList() {**

**Node\* curr = head;**

**HANDLE handle = GetStdHandle(STD\_OUTPUT\_HANDLE);**

**SetConsoleTextAttribute(handle, FOREGROUND\_GREEN);**

**while (curr) {**

**cout << curr->data << " ";**

**curr = curr->next;**

**}**

**cout << endl;**

**SetConsoleTextAttribute(handle, FOREGROUND\_INTENSITY | FOREGROUND\_RED | FOREGROUND\_GREEN | FOREGROUND\_BLUE);**

**}**

**//Функция обмена элементов списка**

**void swapElements(int index1, int index2) {**

**if (index1 < 0 || index1 >= size || index2 < 0 || index2 >= size) {**

**cout << "Некорректные индексы элементов." << endl;**

**return;**

**}**

**Node\* node1 = getNode(index1);**

**Node\* node2 = getNode(index2);**

**int temp = node1->data;**

**node1->data = node2->data;**

**node2->data = temp;**

**cout << "Элементы успешно обменяны." << endl;**

**}**

**//Метод для добавления элемента в конец списка**

**void append(int value) {**

**Node\* newNode = new Node(value);**

**if (head == nullptr) {**

**head = newNode;**

**tail = newNode;**

**}**

**else {**

**newNode->prev = tail;**

**tail->next = newNode;**

**tail = newNode;**

**}**

**size++;**

**}**

**//Метод для вставки элемента по индексу**

**void insert(int value, int index) {**

**if (index < 0 || index > size) {**

**cout << "Некорректный индекс!" << endl;**

**return;**

**}**

**Node\* newNode = new Node(value);**

**if (index == 0) {**

**newNode->next = head;**

**if (head != nullptr) {**

**head->prev = newNode;**

**}**

**else {**

**tail = newNode;**

**}**

**head = newNode;**

**}**

**else if (index == size) {**

**newNode->prev = tail;**

**tail->next = newNode;**

**tail = newNode;**

**}**

**else {**

**Node\* current = head;**

**for (int i = 0; i < index - 1; i++) {**

**current = current->next;**

**}**

**newNode->prev = current;**

**newNode->next = current->next;**

**current->next->prev = newNode;**

**current->next = newNode;**

**}**

**size++;**

**}**

**//Метод для удаления элемента по индексу**

**void removeAt(int index) {**

**if (index < 0 || index >= size) {**

**cout << "Некорректный индекс!" << endl;**

**return;**

**}**

**if (index == 0) {**

**Node\* temp = head;**

**head = head->next;**

**if (head != nullptr) {**

**head->prev = nullptr;**

**}**

**else {**

**tail = nullptr;**

**}**

**delete temp;**

**}**

**else if (index == size - 1) {**

**Node\* temp = tail;**

**tail = tail->prev;**

**tail->next = nullptr;**

**delete temp;**

**}**

**else {**

**Node\* current = head;**

**for (int i = 0; i < index; i++) {**

**current = current->next;**

**}**

**current->prev->next = current->next;**

**current->next->prev = current->prev;**

**delete current;**

**}**

**size--;**

**}**

**//Метод для удаления элемента по значению (первого вхождения)**

**void removeValue(int value) {**

**Node\* current = head;**

**while (current != nullptr) {**

**if (current->data == value) {**

**if (current == head) {**

**head = head->next;**

**if (head != nullptr) {**

**head->prev = nullptr;**

**}**

**else {**

**tail = nullptr;**

**}**

**}**

**else if (current == tail) {**

**tail = tail->prev;**

**tail->next = nullptr;**

**}**

**else {**

**current->prev->next = current->next;**

**current->next->prev = current->prev;**

**}**

**delete current;**

**size--;**

**return;**

**}**

**current = current->next;**

**}**

**cout << "Элемент не найден!" << endl;**

**}**

**//Метод для получения элемента по индексу**

**int get(int index) {**

**if (index < 0 || index >= size) {**

**cout << "Некорректный индекс!" << endl;**

**return -1; //Возвращаем значение по умолчанию или можно выбрать другое действие**

**}**

**Node\* current = head;**

**for (int i = 0; i < index; i++) {**

**current = current->next;**

**}**

**return current->data;**

**}**

**//Метод для получения индекса первого вхождения элемента по значению**

**int getIndex(int value) {**

**Node\* current = head;**

**int index = 0;**

**while (current != nullptr) {**

**if (current->data == value) {**

**return index;**

**}**

**current = current->next;**

**index++;**

**}**

**return -1; //Элемент не найден**

**}**

**//Метод для вывода содержимого списка**

**void display() {**

**Node\* current = head;**

**while (current != nullptr) {**

**cout << current->data << " ";**

**current = current->next;**

**}**

**cout << endl;**

**}**

**//Метод для освобождения памяти, занимаемой списком**

**void clear() {**

**Node\* current = head;**

**while (current != nullptr) {**

**Node\* next = current->next;**

**delete current;**

**current = next;**

**}**

**head = nullptr;**

**tail = nullptr;**

**size = 0;**

**}**

**//Метод для получения размера списка**

**int getSize() {**

**return size;**

**}**

**};**

**//Функция для генерации случайных чисел в заданном диапазоне**

**int generateRandomNumber(int min, int max) {**

**return min + rand() % (max - min + 1);**

**}**

**//Функция для заполнения списка случайными числами**

**void fillListRandomly(LinkedList& list, int count, vector<int>& arr) {**

**srand(time(nullptr));**

**for (int i = 0; i < count; i++) {**

**int randomNumber = generateRandomNumber(0, 99);**

**list.append(randomNumber);**

**arr.push\_back(randomNumber);**

**}**

**}**

**int main() {**

**LinkedList list;**

**int choice;**

**int count;**

**int index;**

**int value;**

**vector<int> arr;**

**chrono::high\_resolution\_clock::time\_point startTime;**

**chrono::high\_resolution\_clock::time\_point endTime;**

**chrono::duration<double> timeTaken;**

**setlocale(0, "");**

**do {**

**cout << "Выберите действие:" << endl;**

**cout << "1. Формирование двусвязного списка" << endl;**

**cout << "2. Определение скорости создания двусвязного списка" << endl;**

**cout << "3. Вставка, удаление, обмен и получение элемента двусвязного списка" << endl;**

**cout << "4. Определение скорости вставки, удаления и получения элемента двусвязного списка" << endl;**

**cout << "5. Удаление всех узлов и значений" << endl;**

**cout << "0. Выход" << endl;**

**cout << "Ваш выбор: ";**

**cin >> choice;**

**switch (choice) {**

**case 1:**

**//Формирование двусвязного списка**

**list.clear();**

**cout << "Введите количество элементов в списке: ";**

**cin >> count;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**fillListRandomly(list, count, arr);**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**cout << "Список успешно сформирован." << endl;**

**list.ShowList();**

**break;**

**case 2:**

**//Определение скорости создания двусвязного списка**

**cout << "Время cоздания списка: " << timeTaken.count() << " секунд" << endl;**

**break;**

**case 3:**

**//Вставка, удаление, обмен и получение элемента двусвязного списка**

**cout << "Выберите действие:" << endl;**

**cout << "1. Вставка элемента" << endl;**

**cout << "2. Удаление элемента по индексу" << endl;**

**cout << "3. Удаление элемента по значению" << endl;**

**cout << "4. Получение элемента по индексу" << endl;**

**cout << "5. Получение индекса элемента по значению" << endl;**

**cout << "6. Обмен элементов" << endl;**

**cout << "0. Выход" << endl;**

**cout << "Выберите операцию: ";**

**cin >> choice;**

**switch (choice) {**

**case 1:**

**//Вставка элемента**

**cout << "Введите значение элемента: ";**

**cin >> value;**

**cout << "Введите индекс для вставки: ";**

**cin >> index;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**list.insert(value, index);**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**cout << "Элемент успешно вставлен." << endl;**

**list.ShowList();**

**break;**

**case 2:**

**//Удаление элемента по индексу**

**cout << "Введите индекс элемента для удаления: ";**

**cin >> index;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**list.removeAt(index);**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**cout << "Элемент успешно удален." << endl;**

**list.ShowList();**

**break;**

**case 3:**

**//Удаление элемента по значению**

**cout << "Введите значение элемента для удаления: ";**

**cin >> value;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**list.removeValue(value);**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**list.ShowList();**

**break;**

**case 4:**

**//Получение элемента по индексу**

**cout << "Введите индекс элемента: ";**

**cin >> index;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**cout << "Элемент: " << list.get(index) << endl;**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**break;**

**case 5:**

**//Получение индекса элемента по значению**

**cout << "Введите значение элемента: ";**

**cin >> value;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**index = list.getIndex(value);**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**if (index != -1) {**

**cout << "Индекс: " << index << endl;**

**}**

**else {**

**cout << "Элемент не найден!" << endl;**

**}**

**break;**

**case 6:**

**//Обмен элементов**

**cout << "Введите индексы элементов для обмена: ";**

**cin >> index;**

**int index2;**

**cin >> index2;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**list.swapElements(index, index2);**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**list.ShowList();**

**break;**

**case 0:**

**//Вернуться в главное меню**

**break;**

**default:**

**cout << "Некорректный выбор!" << endl;**

**break;**

**}**

**break;**

**case 4:**

**//Определение скорости вставки, удаления и получения элемента двусвязного списка**

**cout << "Время последнего действия: " << timeTaken.count() << " секунд" << endl;**

**break;**

**case 5:**

**//Удаление всех узлов и значений**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**list.clear();**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**cout << "Время удаления списка: " << timeTaken.count() << " секунд" << endl;**

**startTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**arr.clear();**

**endTime = chrono::high\_resolution\_clock::now();**

**timeTaken = endTime - startTime;**

**cout << "Время удаления массива: " << timeTaken.count() << " секунд" << endl;**

**break;**

**case 0:**

**//Выход из программы**

**return 0;**

**break;**

**default:**

**cout << "Некорректный выбор!" << endl;**

**break;**

**}**

**cout << endl;**

**} while (choice != 8);**

**return 0;**

**}**