**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования**

**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им.В.И.Ульянова (Ленина)»**

**фАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАТИКИ**

**КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**Зачётная работа №1**

**по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»**

**на тему «Множества в памяти ЭВМ»**

Выполнили студенты группы 3312

Лебедев И.А.

Шарапов И.Д.

Принял старший преподаватель Колинько П.Г.

Санкт-Петербург

2024

**Содержание**

[Цель работы 3](#_Toc178345448)

[Описание задания 3](#_Toc178345449)

[Формула для вычисления пятого множества 3](#_Toc178345450)

[Контрольные тесты 3](#_Toc178345451)

[Временная сложность 4](#_Toc178345452)

[Результат измерения времени обработки для каждого из способов 4](#_Toc178345453)

[Выводы 6](#_Toc178345454)

[Список используемых источников 7](#_Toc178345455)

[Приложение 8](#_Toc178345456)

# Цель работы

Сравнительное исследование четырёх способов хранения множеств в памяти ЭВМ.

# Описание задания

Множество десятичных цифр, содержащее цифры, общие для множеств A и B, а также все цифры из множеств C и D.

# Формула для вычисления пятого множества

# Контрольные тесты

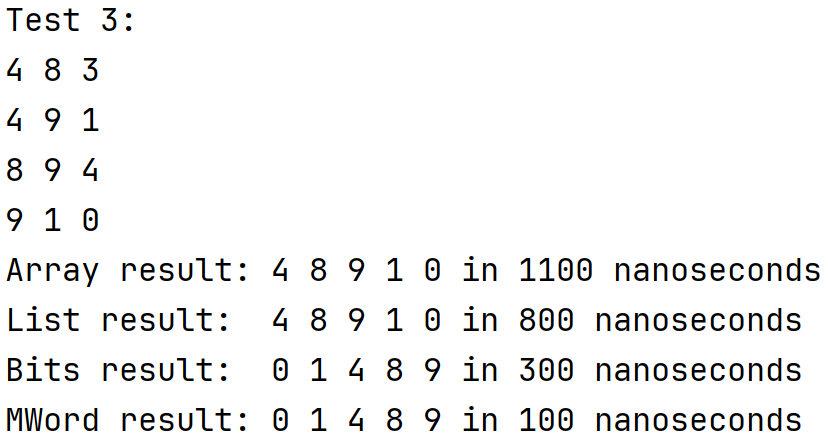


Рис. 1

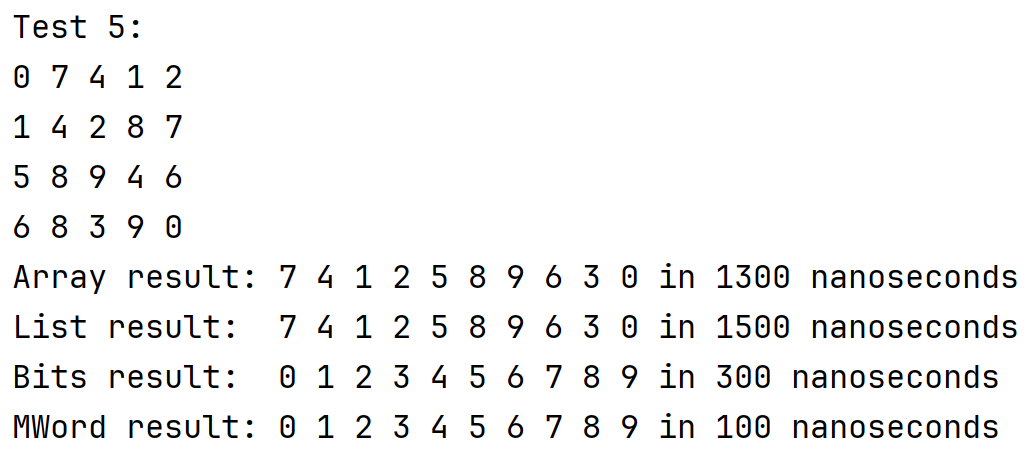


Рис. 2

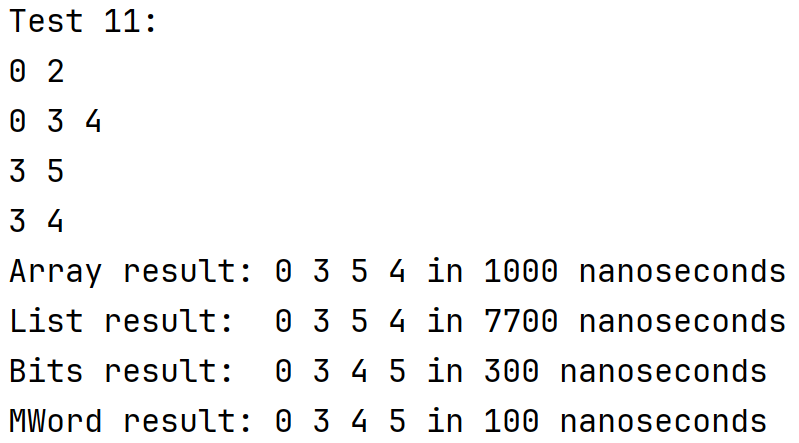


Рис. 3

# Временная сложность

Таблица 1. Способы представления и временная сложность обработки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способ представления | Временная сложность | |
| Ожидаемая | Фактическая |
| Массив символов |  |  |
| Список |  |  |
| Универсум |  |  |
| Машинное слово |  |  |

Пояснения: Для множества, представленного как массив символов или список, выполнение двуместной операции требует проверки всех возможных пар элементов, что для множества размера даёт сложность . Если вычисление выражения сводится к последовательности таких операций, общая сложность будет аналогичной.

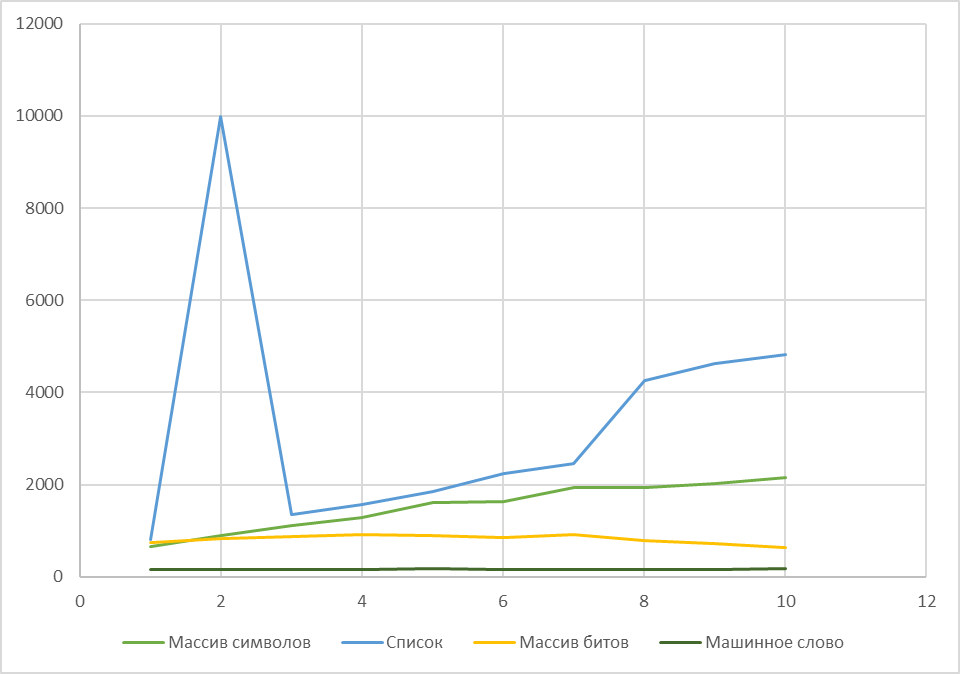
Для множеств, представленных как отображение на универсум, ожидаемое количество шагов для выполнения каждой двуместной операции соответствует мощности универсума. Поскольку вычисление выражения выполняется как последовательность двуместных операций, каждая из которых реализуется циклом, проходящим по всему множеству, фактическая временная сложность алгоритма совпадает с ожидаемой. Если мощность универсума фиксирована, сложность вычислений можно считать постоянной (константной).

# Результат измерения времени обработки для каждого из способов

Таблица 2. Результаты измерения времени обработки множеств.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Мощность множеств | Количество *наносекунд* при обработке множеств при различных способах представления | | | |
| Массив символов | Список | Массив битов | Машинное слово |
| 1 | *645* | *802* | *749* | *151* |
| 2 | *889* | *9986* | *823* | *148* |
| 3 | *1115* | *1352* | *873* | *151* |
| 4 | *1287* | *1568* | *905* | *157* |
| 5 | *1605* | *1840* | *897* | *171* |
| 6 | *1630* | *2233* | *858* | *165* |
| 7 | *1931* | *2456* | *917* | *148* |
| 8 | *1936* | *4264* | *795* | *160* |
| 9 | *2028* | *4616* | *721* | *161* |
| 10 | *2157* | *4815* | *638* | *182* |

Диаграмма 1. Оценка измерения времени обработки множеств.



Пояснения: Данные являются средним арифметическим полученным при запуске файла *AutoTest.cpp* на двух разных ПК. Данные занесли в табличку и построили диаграмму в программе MS Excel.

# Выводы

В ходе данной работы было установлено, что машинное слово является наиболее эффективным способом представления множеств для быстрой обработки. Этот метод рекомендуется применять, когда существует простая логическая функция, позволяющая сопоставить элемент множества с соответствующим порядковым номером бита, и размер универсума не превышает разрядности слова.

Аналогично, использование массива битов также подходит для представления множеств, однако в этом случае мощность универсума должна оставаться ограниченной.

Наиболее медленным методом представления оказались списки. Данный способ стоит использовать, когда изначально неизвестна мощность создаваемого множества и нет возможности выделить память под все элементы сразу.

Представление множества в виде массива элементов следует применять, если можно с достаточной точностью определить размер массива, а мощность универсума слишком велика для использования вектора битов или машинного слова.

# Список используемых источников

1. Колинько П. Г. Пользовательские структуры данных: Методические указания по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных, часть 1». –– СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2024. — 64 с. (вып.2408).
2. Алгоритмы и структуры данных. Лекции на сайте <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13286>.

# Приложение

Код Array.cpp

|  |
| --- |
| #include <iostream> #include <chrono>  #ifdef LOCAL  bool loc = true; #else  bool loc = false; #endif  using namespace std;  const int U = 10;  void scan\_set(char t[U + 1]) {  char x;  int cnt = 0;  do {  x = (char) getc(stdin);  if ('0' <= x && x <= '9') {  bool found = false;  for (int i = 0; i < cnt; ++i) {  if (t[i] == x) {  found = true;  break;  }  }  if (!found) {  t[cnt++] = x;  }  }  } while (x != '\n'); }  int main() {  char a[U + 1]{}, b[U + 1]{}, c[U + 1]{}, d[U + 1]{}, e[U + 1]{};  int cnt\_e = 0;  bool found;   // scan  if (loc) cout << "A: ";  scan\_set(a);  if (loc) cout << "B: ";  scan\_set(b);  if (loc) cout << "C: ";  scan\_set(c);  if (loc) cout << "D: ";  scan\_set(d);   auto start = chrono::high\_resolution\_clock::now();   // e = a & b  for (int i = 0; i <= U && a[i] != '\000'; ++i) {  for (int j = 0; j <= U && b[i] != '\000'; ++j) {  if (a[i] == b[j]) {  e[cnt\_e++] = a[i];  break;  }  }  }   // e |= c  for (int i = 0; i <= U && c[i] != '\000'; ++i) {  found = false;  for (int j = 0; j < cnt\_e; ++j) {  if (e[j] == c[i]) {  found = true;  break;  }  }  if (!found) {  e[cnt\_e++] = c[i];  }  }   // e |= d  for (int i = 0; i <= U && d[i] != '\000'; ++i) {  found = false;  for (int j = 0; j < cnt\_e; ++j) {  if (e[j] == d[i]) {  found = true;  break;  }  }  if (!found) {  e[cnt\_e++] = d[i];  }  }  auto stop = chrono::high\_resolution\_clock::now();   // print  if (loc) cout << "E: ";  for (int i = 0; i < cnt\_e; ++i) {  cout << e[i] << " ";  }  cout << "in " << chrono::duration\_cast<chrono::nanoseconds>(stop - start).count() << " nanoseconds";   return 0; } |

Код List.cpp

|  |
| --- |
| #include <iostream> #include <chrono>  #ifdef LOCAL  bool loc = true; #else  bool loc = false; #endif  using namespace std;  struct Node {  char data;  Node \*next; };  Node \*createNode(char data) {  Node \*newNode = new Node();  newNode->data = data;  newNode->next = nullptr;  return newNode; }  void insertNode(Node \*\*head, char data) {  for (Node \*cur = \*head; cur != nullptr; cur = cur->next) {  if (cur->data == data) {  return; // Node already exists  }  }  Node \*newNode = createNode(data);  newNode->next = \*head;  \*head = newNode; }  void scanSet(Node \*\*head) {  char x;  do {  x = (char) getc(stdin);  if ('0' <= x && x <= '9') {  insertNode(head, x);  }  } while (x != '\n'); }  void bitwiseAnd(Node \*headA, Node \*headB, Node \*\*result) {  for (Node \*curA = headA; curA != nullptr; curA = curA->next) {  bool found = false;  for (Node \*curB = headB; curB != nullptr; curB = curB->next) {  if (curA->data == curB->data) {  found = true;  break;  }  }  if (found) {  insertNode(result, curA->data);  }  } }  void bitwiseOr(Node \*headA, Node \*\*result) {  for (Node \*cur = headA; cur != nullptr; cur = cur->next) {  insertNode(result, cur->data);  } }  void deleteList(Node \*\*head) {  Node \*cur = \*head;  while (cur != nullptr) {  Node \*next = cur->next;  delete cur;  cur = next;  }  \*head = nullptr; }  int main() {  Node \*headA = nullptr, \*headB = nullptr, \*headC = nullptr, \*headD = nullptr, \*headE = nullptr;   // scan  if (loc) cout << "A: ";  scanSet(&headA);  if (loc) cout << "B: ";  scanSet(&headB);  if (loc) cout << "C: ";  scanSet(&headC);  if (loc) cout << "D: ";  scanSet(&headD);   auto start = chrono::high\_resolution\_clock::now();  // e = a & b  bitwiseAnd(headA, headB, &headE);  // e |= c  bitwiseOr(headC, &headE);  // e |= d  bitwiseOr(headD, &headE);  auto stop = chrono::high\_resolution\_clock::now();   // print  if (loc) cout << "E: ";  Node \*cur = headE;  while (cur != nullptr) {  cout << cur->data << " ";  cur = cur->next;  }  cout << "in " << chrono::duration\_cast<chrono::nanoseconds>(stop - start).count() << " nanoseconds";   // deleting lists  deleteList(&headA);  deleteList(&headB);  deleteList(&headC);  deleteList(&headD);  deleteList(&headE);   return 0; } |

Код Bits.cpp

|  |
| --- |
| #include <iostream> #include <chrono>  #ifdef LOCAL  bool loc = true; #else  bool loc = false; #endif  using namespace std;  const int U = 10;  void scan\_set(bool t[U]) {  char x;  do {  x = (char) getc(stdin);  if ('0' <= x && x <= '9') {  t[x - '0'] = true;  }  } while (x != '\n'); }  int main() {  bool a[U]{}, b[U]{}, c[U]{}, d[U]{}, e[U]{};   // scan  if (loc) cout << "A: ";  scan\_set(a);  if (loc) cout << "B: ";  scan\_set(b);  if (loc) cout << "C: ";  scan\_set(c);  if (loc) cout << "D: ";  scan\_set(d);   auto start = chrono::high\_resolution\_clock::now();  // e = a & b  for (int i = 0; i < U; ++i) {  e[i] = a[i] && b[i];  }   // e |= c  for (int i = 0; i < U; ++i) {  e[i] = e[i] || c[i];  }   // e |= d  for (int i = 0; i < U; ++i) {  e[i] = e[i] || d[i];  }  auto stop = chrono::high\_resolution\_clock::now();   // print  if (loc) cout << "E: ";  for (int i = 0; i < U; ++i) {  if (e[i]) cout << i << " ";  }  cout << "in " << chrono::duration\_cast<chrono::nanoseconds>(stop - start).count() << " nanoseconds";   return 0; } |

Код MWord.cpp

|  |
| --- |
| #include <iostream> #include <chrono>  #ifdef LOCAL  bool loc = true; #else  bool loc = false; #endif  using namespace std;  unsigned short scan\_set() {  unsigned short t = 0;  char x;  do {  x = (char) getc(stdin);  if ('0' <= x && x <= '9') {  t |= 1 << (int) (x - '0');  }  } while (x != '\n');  return t; }  int main() {  unsigned short a = 0, b = 0, c = 0, d = 0, e;   // scan  if (loc) cout << "A: ";  a = scan\_set();  if (loc) cout << "B: ";  b = scan\_set();  if (loc) cout << "C: ";  c = scan\_set();  if (loc) cout << "D: ";  d = scan\_set();   auto start = chrono::high\_resolution\_clock::now();  e = a & b | c | d;  auto stop = chrono::high\_resolution\_clock::now();   //print  if (loc) cout << "E: ";  for (int i = 0; i < 10; ++i) {  if ((e >> i) & 1) cout << i << " ";  }  cout << "in " << chrono::duration\_cast<chrono::nanoseconds>(stop - start).count() << " nanoseconds";   return 0; } |

Код Generator.cpp

|  |
| --- |
| #include <iostream> #include <algorithm> #include <random>  #ifdef LOCAL  bool loc = true; #else  bool loc = false; #endif  using namespace std;  void generator(char a[], int &len) {  mt19937 rnd(random\_device{}());  len = uniform\_int\_distribution(1, 10)(rnd);   char digits[10] = {'0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9'};   for (int i = 0; i < len; ++i) {  if (uniform\_int\_distribution<int>(0, 1)(rnd)) {  a[i] = digits[i];  } else {  a[i] = '\0';  }  }   shuffle(a, a + len, rnd); }  void generatorWithFixedLen(char a[], int len) {  mt19937 rnd(random\_device{}());   char digits[10] = {'0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9'};   for (int i = 9; i > 0; --i) {  int j = uniform\_int\_distribution<int>(0, i)(rnd);  swap(digits[i], digits[j]);  }   for (int i = 0; i < len; ++i) {  a[i] = digits[i];  } }  int main(int argc, char \*argv[]) {  int len = 0;   if (loc) {  cout << "Enter length of generated sets (from 0 to 10):\n";  cin >> len;  } else {  if (argc > 1) {  len = atoi(argv[1]);  }  }   for (int i = 0; i < 4; ++i) {  char a[10];  if (!loc && argc <= 1) {  generator(a, len);  } else {  generatorWithFixedLen(a, len);  }   for (int j = 0; j < len; ++j) {  if (a[j] != '\0') {  cout << a[j] << " ";  }  }  cout << "\n";  }  return 0; } |

Код AutoTest.cpp

|  |
| --- |
| #include <cstdlib> #include <chrono> #include <iostream> #include <fstream>  using namespace std;  void out\_print(const char name[]) {  string line;  ifstream file(name);  getline(file, line);  file.close();  cout << line; }  int main() {   // compile #ifdef LOCAL  system("g++ ../Generator.cpp -o Generator");  system("g++ ../Array.cpp -o Array");  system("g++ ../List.cpp -o List");  system("g++ ../Bits.cpp -o Bits");  system("g++ ../MWord.cpp -o MWord"); #else  system("g++ Generator.cpp -o Generator");  system("g++ Array.cpp -o Array");  system("g++ List.cpp -o List");  system("g++ Bits.cpp -o Bits");  system("g++ MWord.cpp -o MWord"); #endif   // running  for (int i = 1; i <= 11; ++i) {  if (i < 11) system(format("Generator {} > input.txt", i).c\_str());  else system("Generator > input.txt");   cout << "Test " << i << ":\n";  ifstream file("input.txt");  string line;  while (getline(file, line)) {  cout << line << "\n";  }  file.close();   system("Array < input.txt > out\_array.txt");  cout << "Array result: ";  out\_print("out\_array.txt");   system("List < input.txt > out\_list.txt");  cout << "\nList result: ";  out\_print("out\_list.txt");   system("Bits < input.txt > out\_bits.txt");  cout << "\nBits result: ";  out\_print("out\_bits.txt");   system("MWord < input.txt > out\_mword.txt");  cout << "\nMWord result: ";  out\_print("out\_mword.txt");  cout << "\n\n";  }   return 0; } |