Массивы

Лекция 4

Структуры данных

- Элементарными единицами данных являются значения того или иного стандартного типа, связанные с литералами, поименованными константами или переменными
- Эти значения можно группировать и создавать более или менее сложные *структуры данных*
- Каждая такая структура может получить свое имя и рассматриваться как переменная *составного* или *агрегатного типа*

Доступ к элементам

- Таким образом, с переменной составного типа (структурой данных) в каждый момент времени связано некоторое множество значений
- Отдельные значения – *элементы структуры данных* – выделяются путем специальных *операций извлечения*

Определение массива

- Наиболее простой и часто используемой структурой данных является *массив*
- *Массив* – это набор некоторого числа однотипных данных, расположенных в последовательных ячейках памяти
- Количество элементов массива называется его *размером,* а тип элементов – *типом массива*

Объявление массивов

- Синтаксис объявления массива:

  <тип массива> <имя массива> [<размер массива>]

  <размер массива> – это литерал или константное выражение
- В соответствии с объявлением массива для его размещения будет выделена область памяти длиной

  <размер массива> * **sizeof** <тип массива>

  байт
- Например: **int** a[5]; **float** x[n+m]; **double** q[4];

Инициализация массива

- Объявление массива может сопровождаться его *инициализацией*
- Синтаксис объявления массива с инициализацией:
  <тип массива> <имя массива> [<размер массива>] = {<список значений>}
- В этом случае элементы массива получают значения из списка инициализации
- В список инициализации могут входить любые вычисляемые выражения

Примеры объявлений

- Одномерный массив:

```
int a[5] = { 3, 45, 11, -8, 74};
double q[4] = {1.7, 4.53};
```

- Во втором случае инициализируются только два первых элемента массива **x**, а оставшиеся два элемента получают нулевые значения
- При наличии списка инициализации размер массива можно не указывать, он определяется по числу инициализирующих значений:

```
int a[ ] = { 3, 45, 11, -8, 74};
```

Обращение к элементам массива

- Производится с помощью числовых индексов, причем индексация начинается с нуля
- В случае массива операция извлечения – это бинарная операция «квадратные скобки»
- Первым операндом является имя массива, вторым – целочисленное выражение, заключенное в квадратные скобки

```
a[0] = a[i] + a[2 * i +1];
```

- Отметим, что операция [] является *коммутативной*, т.е. допускающей обмен операндов местами:

```
0[a] = i[a] + (2 * i +1)[a];
```

Индексация элементов массива

- Индексация элементов массива начинается с нуля
- Таким образом, первому элементу массива соответствует значение индекса 0, второму – значение индекса 1, элементу с порядковым номером **k** – значение индекса **k-1**

Заполнение массивов

- Для массивов больших размеров инициализация, как правило, не производится и их заполнение выполняется в процессе работы программы
- Одним из способов решения проблемы заполнения массивов является использование псевдослучайных чисел
- Генерация таких чисел осуществляется функцией **rand()** из библиотеки **stdlib** (заголовочный файл **<stdlib.h>**)

Функция rand()

- Целочисленная функция **rand()** возвращает псевдослучайное число из диапазона

  0 .. **RAND_MAX**,

  где константа **RAND_MAX = 0x7fff (32535)**

- Для задания другого диапазона следует использовать формулу:

  rand() % (max-min+1)+min,

  где **min** и **max** – нижняя и верхняя границы требуемого диапазона

Функция rand()

- Для получения псевдослучайных вещественных значений в заданном диапазоне удобно использовать следующую формулу:

  (float) rand() / RAND_MAX * (max - min) + min

- В этом выражении целое значение, возвращаемое функцией **rand()** явным образом преобразуется в вещественное, т.к. в противном случае всегда будет получаться нулевое значение

Примеры программ

- Программа «Заполнение целыми числами»
- Листинг программы

- Программа «Заполнение вещественными числами»
- Листинг программы

Поиск в массиве

- Существует две основных формулировки задачи поиска:
  - найти элемент массива (первый или последний), удовлетворяющий заданному условию;
  - найти все элементы массива, удовлетворяющие некоторому условию;
- Любой поиск связан с последовательным просмотром элементов массива и проверкой их соответствия условию поиска

Поиск единственного элемента

- В этом случае основу алгоритма решения задачи составляет цикл, содержащий в качестве условия продолжения отрицание условия поиска
- Например, требуется проверить, есть ли среди элементов массива **A** длиной **n** элемент со значением, равным заданному значению **x**

Результаты поиска

- Возможны две ситуации:
  - такой элемент существует, тогда при некотором значении индекса **i** выполняется условие **A[i]=x**;
  - такого элемента в массиве нет
- В первом случае поиск нужно завершать при обнаружении искомого элемента, во втором – при достижении конца массива

Условие завершения

- Формально такое условие завершения поиска записывается в виде:

  A[i] = x ИЛИ **i=n**

- Отрицание этого условия, в соответствии с правилом де Моргана, имеет вид:

  A[i] ≠ x И **i<n**

- Поскольку основная задача поиска решается при проверке условия, то тело цикла должно содержать только инкремент индексной переменной

Цикл поиска

- Цикл поиска в нотации **C++** принимает вид:

```
i=0;
while  (A[i] != x &&  i<n) i++;
```

- Условие **i≤n** заменено на **i<n**, чтобы не допустить выхода за границу массива

Результат поиска

- Поскольку условие цикла является конъюнкцией двух простых условий, то после завершения цикла необходимо проверить основное из них:

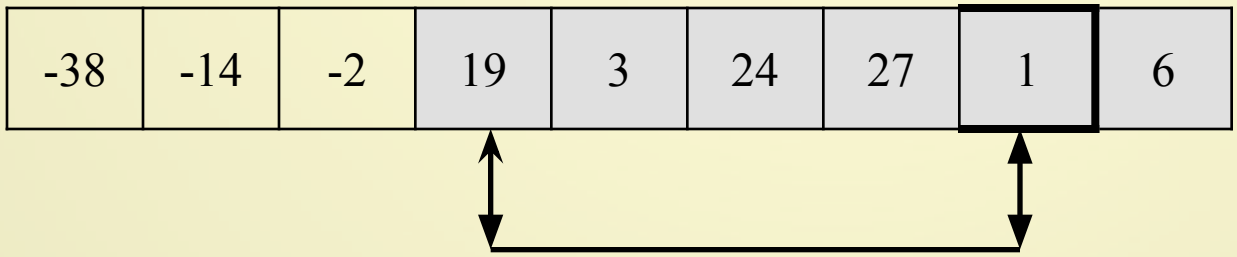
```
if (i < n)  printf("Элемент найден");
else  printf("Элемент не найден");
```

Сортировка массива

- Сортировкой массива называется упорядочение значений его элементов по возрастанию или убыванию
- Рассмотрим три простых алгоритма сортировки:
  - сортировка методом выбора,
  - сортировка методом включения,
  - сортировка методом обмена

Сортировка методом выбора

- Основная идея этого метода заключается в последовательном формировании отсортированной части массива путем добавления в ее конец очередного элемента, выбранного в его неотсортированной части



Текст программы

```
const int  N = 10;
void main()
{  int i, j, nMin, A[N], c;
   // здесь нужно ввести массив A
   for ( i = 0; i < N-1; i ++ )   // i – индекс  первого элемента в неотсорт. части
   {   nMin = i;      // ищем минимальный элемент в неотсортированной части
       for ( j = i+1; j < N; j ++ ) ;
           if ( A[j] < A[nMin] )   nMin = j;
        if ( nMin != i )           // перемещаем минимальный элемент в начало
       {   c = A[i]; A[i] = A[nMin];   A[nMin] = c; } // неотсортированной части
   }
   printf("\n Отсортированный массив:\n");
   for ( i = 0; i < N; i ++ )
      printf("%d ", A[i]);
}
```

Сортировка методом вставок

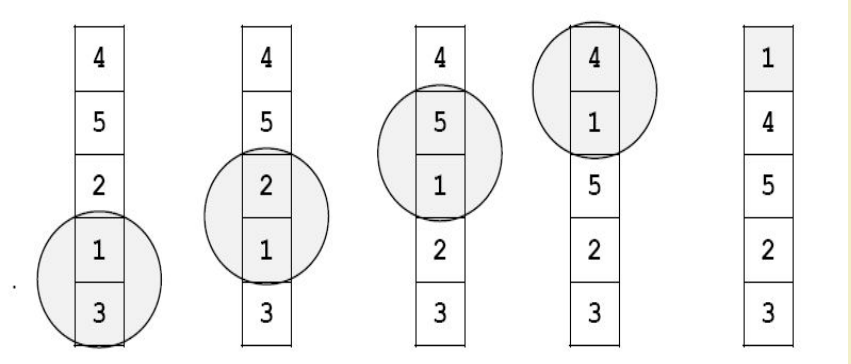
- Отсортированная часть массива также формируется путем последовательного добавления в нее элементов из его неотсортированной части
- Однако теперь в качестве очередного берется первый элемент неотсортированной части
- Место его размещения в отсортированной части выбирается так, чтобы сохранить уже имеющийся там порядок сортировки

Текст программы

```
const int  N = 10;
void main()
{  int i, j, nMin, A[N], c;
   // здесь нужно ввести массив A
   for ( i = 1; i < N; i ++ )
   {  c = A[i];
      j = i -1;   // ищем в отсортированной части место для размещения
       while (j > =0 && A[j] > c)  A[j+1] = A[j--];  // очередного злемента
     A[j+1] =  c;
   }
   printf("\n Отсортированный массив:\n");
   for ( i = 0; i < N; i ++ )
      printf("%d ", A[i]);
}
```

Сортировка методом обмена

- Этот метод сортировки имеет жаргонное наименование «метод пузырька» и заключается в многократном упорядочении пар соседних элементов



Текст программы

```
const int N = 10;
void main()
{
   int i, j, A[N], c;
  // здесь надо ввести массив A
  for ( i = 0; i < N-1; i ++ ) // цикл повторных проходов по массиву
     for ( j = N-2; j >= i; j -- ) // идем с конца массива в начало
        if ( A[j] > A[j+1] ) // если они стоят неправильно, ...
        {
           c = A[j]; A[j] = A[j+1]; A[j+1] = c; // переставить A[j] и A[j+1]
        }
  printf("\n Отсортированный массив:\n");
  for ( i = 0; i < N; i ++ )   printf("%d ", A[i]);
}
```

Сравнение методов

- Все три алгоритма имеют, в среднем, одинаковую эффективность и выбор одного из них может определяться особенностями задачи, а также личными пристрастиями программиста

Двумерные массивы

- В языке **C++** такие массивы рассматриваются как одномерные массивы одномерных массивов
- Поэтому такой массив может быть определен следующим образом:

```
int a[10] [5];
```

Инициализация массива

- Двумерный массив может инициализироваться как одномерный массив:

```
int a[2] [3] = { 3, 45, 11, -8, 74, -10};
```

или как массив массивов:

```
int a[2] [3] = { {3, 45, 11}, {-8, 74, -10}};
```

- При наличии инициализатора в определении двумерного массива можно не указывать размер по первому измерению, например:

```
int a[ ] [3] = { {3, 45, 11}, {-8, 74, -10}};
```

Обращение к элементу массива

- Для двумерных массивов каждый из индексов записывается в отдельных квадратных скобках:

```
a[0] [2] = a[1] [2] + 4;
```

- Поскольку элементы двумерного массива располагаются в оперативной памяти в виде непрерывной последовательности, то возможно обращение к элементу массива с использованием одного индексного выражения

Пример обращения

- Пусть определение массива имеет вид:

  int a [m] [n],

где **m, n –** константы

- Тогда эквивалентными являются два обращения: a [i] [j] и a[i*m+j]

Конец лекции