Алгоритмы поиска

Зариковская Наталья Вячеславовна

Лекция 4

Алгоритмы поиска в линейных структурах

- В лекции рассматриваются определение и классификация алгоритмов поиска в линейных структурах данных, описания и примеры реализаций алгоритмов последовательного поиска, поиска с барьером, бинарного поиска, приводится оценка трудоемкости алгоритмов поиска в линейных структурах.

- **Цель лекции**: изучить основные алгоритмы поиска в линейных структурах и научиться решать задачи поиска в линейных структурах на основе алгоритмов последовательного и *бинарного поиска*.

Алгоритмы поиска в линейных структурах

- Одним из важнейших действий со структурированной информацией является поиск. Поиск – процесс нахождения конкретной информации в ранее созданном множестве данных. Обычно данные представляют собой записи, каждая из которых имеет хотя бы один ключ. Ключ поиска – это поле записи, по значению которого происходит поиск. Ключи используются для отличия одних записей от других. Целью поиска является нахождение всех записей (если они есть) с данным значением ключа.

- Структуру данных, в которой проводится поиск, можно рассматривать как таблицу символов (таблицу имен или таблицу идентификаторов) – структуру, содержащую ключи и данные, и допускающую две операции – вставку нового элемента и возврат элемента с заданным ключом. Иногда таблицы символов называют словарями по аналогии с хорошо известной системой упорядочивания слов в алфавитном порядке: слово – ключ, его толкование – данные.

Алгоритмы поиска в линейных структурах

- *Поиск* является одним из наиболее часто встречаемых действий в программировании. Существует множество различных алгоритмов поиска, которые принципиально зависят от способа организации данных. У каждого алгоритма поиска есть свои преимущества и недостатки. Поэтому важно выбрать тот *алгоритм*, который лучше всего подходит для решения конкретной задачи.
- Поставим задачу поиска в линейных структурах. Пусть задано множество данных, которое описывается как *массив*, состоящий из некоторого количества элементов *(ключей)*. Проверим, входит ли заданный *ключ* в данный *массив*. Если входит, то найдем номер этого элемента массива, то есть, определим первое вхождение заданного ключа (элемента) в исходном массиве.

Алгоритмы поиска в линейных структурах

Таким образом, определим *общий алгоритм поиска* данных:

- Шаг 1. *Вычисление* элемента, что часто предполагает получение значения элемента, ключа элемента и т.д.
- Шаг 2. Сравнение элемента с эталоном или сравнение двух элементов (в зависимости от постановки задачи).
- Шаг 3. Перебор элементов *множества*, то есть прохождение по элементам массива.

Основные идеи различных алгоритмов поиска сосредоточены в *методах перебора* и стратегии поиска.

Последовательный (линейный) поиск

Последовательный (линейный) поиск – это простейший вид поиска заданного элемента на некотором множестве, осуществляемый путем последовательного сравнения очередного рассматриваемого значения с искомым до тех пор, пока эти значения не совпадут.

Идея этого метода заключается в следующем. Множество элементов просматривается последовательно в некотором порядке, гарантирующем, что будут просмотрены все элементы *множества* (например, слева направо). Если в ходе просмотра *множества* будет найден искомый элемент, просмотр прекращается с положительным результатом; если же будет просмотрено все множество, а элемент не будет найден, *алгоритм* должен выдать отрицательный результат.

Последовательный (линейный) поиск

Алгоритм последовательного поиска:

- Шаг 1. Полагаем, что значение переменной цикла i=0.
- Шаг 2. Если значение элемента массива x[i] равно значению ключа key, то возвращаем значение, равное номеру искомого элемента, и алгоритм завершает работу. В противном случае значение переменной цикла увеличивается на единицу i=i+1.
- Шаг 3. Если i<k, где k – число элементов массива x, то выполняется Шаг 2, в противном случае – работа алгоритма завершена и возвращается значение равное -1.

При наличии в массиве нескольких элементов со значением key данный алгоритм находит только первый из них (с наименьшим индексом).

```
int LinearSearch(int *x, int k, int key){
  int i = 0;
  for ( i = 0 ; i < k ; i++ )
    if ( x[i] == key )
      break;
  return i < k ? i : -1;
}
```

Последовательный (линейный) поиск

- Поиск на дискретном множестве из n элементов осуществляется в худшем случае за n итераций, а в среднем этот алгоритм требует n/2 итераций цикла. Следовательно, временная сложность последовательного поиска пропорциональна O(n). Никаких ограничений на порядок элементов в массиве данный алгоритм не накладывает.

- Недостатком рассматриваемого алгоритма поиска является то, что в худшем случае осуществляется просмотр всего массива. Поэтому данный алгоритм используется, если множество содержит небольшое количество элементов.

- Достоинства последовательного поиска заключаются в том, что он прост в реализации, не требует сортировки значений множества, дополнительной памяти и дополнительного анализа функций. Следовательно, может работать в потоковом режиме при непосредственном получении данных из любого источника.

Последовательный (линейный) поиск

- Существует модификация алгоритма *последовательного поиска*, которая ускоряет *поиск*. Эта модификация является небольшим усовершенствованием рассмотренного алгоритма поиска.

- Идея *поиска с барьером* состоит в том, чтобы не проверять каждый раз в цикле условие, связанное с границами *множества*. Это можно обеспечить, установив в данном множестве так называемый *барьер*. Под барьером понимается любой элемент, который удовлетворяет *условию поиска*. Тем самым будет ограничено изменение индекса.

Последовательный (линейный) поиск

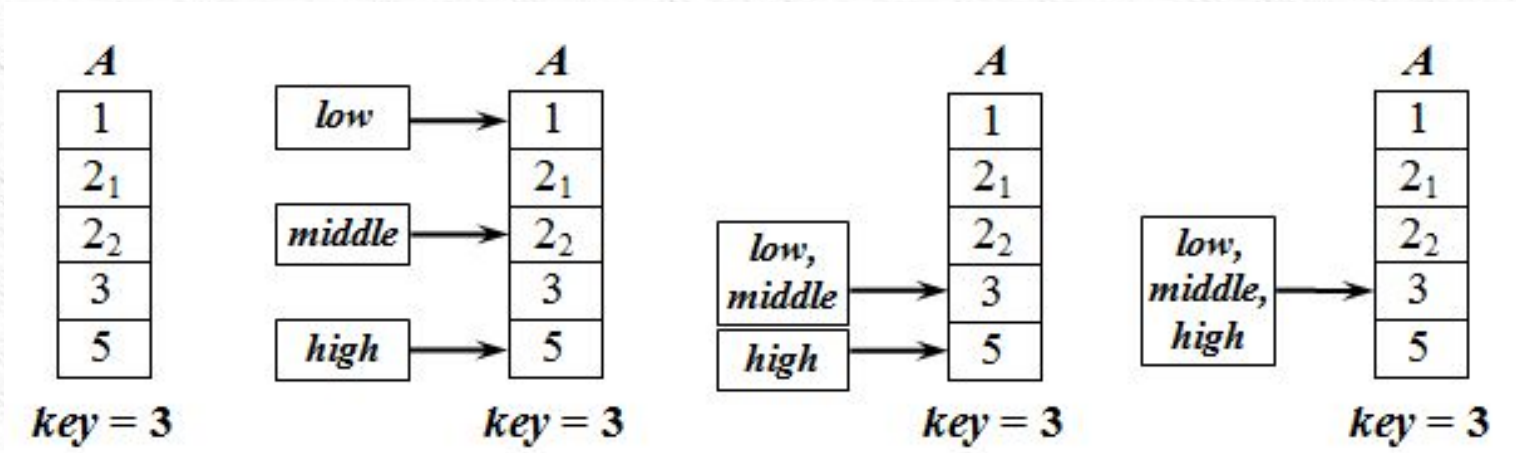
- Выход из цикла, в котором теперь остается только условие поиска, может произойти либо на найденном элементе, либо на барьере. Существует два способа установки барьера: дополнительным элементом или вместо крайнего элемента массива.

```
int LinearSearchWithBarrier(int *x, int k, int key){
    x = (int *)realloc(x,(k+1)*sizeof(int));
    x[k] = key;
    int i = 0;
    while ( x[i] != key )
        i++;
    return i < k ? i : -1;
}
```

- Заметим, что поиск с барьером работает быстрее, но временная сложность алгоритма остается такой же O(n), где n – количество элементов множества. Гораздо больший интерес представляют методы, не только работающие быстро, но и реализующие алгоритмы с меньшей сложностью.

Бинарный (двоичный) поиск

- Таким образом, идея этого метода заключается в следующем. *Поиск* нужного значения среди элементов упорядоченного массива (по возрастанию или по убыванию) начинается с определения значения центрального элемента этого массива. *Значение* данного элемента сравнивается с искомым значением и в зависимости от результатов сравнения предпринимаются определенные действия. Если искомое и центральное значения оказываются равны, то *поиск* завершается успешно. Если искомое *значение* меньше центрального или больше, то формируется *массив*, состоящий из элементов, находящихся слева или справа от центрального соответственно. Затем *поиск* повторяется в новом массиве



Бинарный (двоичный) поиск

Алгоритм бинарного поиска:

- Шаг 1. Определить номер среднего элемента массива middle=(high+*low*)/2.
- Шаг 2. Если *значение* среднего элемента массива равно искомому, то возвращаем *значение*, равное номеру искомого элемента, и *алгоритм* завершает работу.
- Шаг 3. Если искомое *значение* больше значения среднего элемента, то возьмем в качестве массива все элементы справа от среднего, иначе возьмем в качестве массива все элементы слева от среднего (в зависимости от характера упорядоченности). Перейдем к Шагу 1.

Бинарный (двоичный) поиск

- В массиве может встречаться несколько элементов со значениями, равными ключу. Данный *алгоритм* находит первый совпавший с ключом элемент, который в порядке следования в массиве может быть ни первым, ни последним среди равных ключу. Например, в массиве чисел 1, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 7, 8 с ключом key =5 совпадет элемент с порядковым номером 4, который не относится ни к первому, ни к последнему.
- Существуют две модификации рассматриваемого алгоритма для поиска первого и последнего вхождения. Все зависит от того, как выбирается средний элемент: округлением в меньшую или большую сторону. В первом случае средний элемент относится к левой части массива, а во втором – к правой.

Бинарный (двоичный) поиск

```
int BinarySearch(int *x, int k, int key){
  bool found = false;
  int high = k - 1, low = 0;
  int middle = (high + low) / 2;
  while ( !found && high >= low ){
    if (key == x[middle])
      found = true;
    else if (key < x[middle])
      high = middle - 1;
    else
      low = middle + 1;
    middle = (high + low) / 2;
  }
  return found ? middle : -1 ;
}
```

Ключевые термины

- **Поиск** – это процесс нахождения конкретной информации в ранее созданном множестве данных.
- **Ключ поиска** – это *поле* записи, по значению которого происходит *поиск*
- **Поиск с барьером** – это модификация алгоритма *последовательного поиска*, ускоряющая процесс путем определения граничного элемента.
- **Последовательный (линейный) поиск** – это простейший вид поиска заданного элемента на некотором множестве, осуществляемый путем последовательного сравнения очередного рассматриваемого значения с искомым до тех пор, пока эти значения не совпадут.
- **Бинарный (двоичный, дихотомический) поиск** – это *поиск* заданного элемента на упорядоченном множестве, осуществляемый путем неоднократного деления этого *множества* на две части таким образом, что искомый элемент попадает в одну из этих частей.

Краткие итоги

- Одним из важнейших действий со структурированной информацией является поиск.
- Существует множество различных алгоритмов поиска, которые принципиально зависят от способа организации данных. У каждого алгоритма поиска есть свои преимущества и недостатки.
- Последовательный (линейный) поиск является простейшим видом поиска заданного элемента на некотором множестве, осуществляемым путем последовательного сравнения очередного рассматриваемого значения с искомым до тех пор, пока эти значения не совпадут.
- Существует модификация алгоритма *последовательного поиска*, которая ускоряет поиск путем установки в рассматриваемом множестве барьера.
- Бинарный (двоичный, дихотомический) поиск является поиском заданного элемента на упорядоченном множестве, осуществляемым путем неоднократного деления этого множества на две части таким образом, что искомый элемент попадает в одну из этих частей. *Бинарный поиск* применяется к отсортированным множествам.
- Преимуществом *бинарного поиска* является более низкая трудоемкость по сравнению с последовательным поиском. Недостаток *бинарного поиска* состоит в том, что он применим только на отсортированных множествах.