一、抽象数据类型

抽象数据类型(abstract data type, ADT)是带有一组操作的一些对象的集合。抽象数据类型是数学的抽象;在ADT的定义中没有具体提到关于这组操作是如何实现。对于集合ADT，可以有像添(add) ,删除(remove)以及包含(contain)这样一些操作。当然，也可以只要两种操作并(union)和查找(find)，这两种操作又在这个集合上定义了一种不同的ADT。对于每种ADT并不存在什么法则来告诉我们必须有哪些操作。

二、数据的逻辑结构与物理结构

2.1 逻辑结构

逻辑结构表示数据之间的逻辑关系，有一对一，一对多，多对多的关系，有四种结构如下:
集合结构 : 集合结构中的元素关系，除了同属于一个集合这个关系以外，再无其他关系。
线性结构：线性结构中，元素间的关系就是一对一，顾名思义，一条线性的结构。
树形结构：树形结构中，元素间的关系就是一对多，一颗大叔，伸展出的枝叶，也是类金字塔形。
图形结构：图形结构中，元素间的关系就是多对多，举例：一个人可以通过6个人间接认识到世界上的每一个人。类蛛网形。

2.2 物理结构

物理结构就是讲究**内存的存储方式**:
顺序存储结构：是把数据元素存放在地址连续存储单元里。
链式存储结构：链式存储结构是把数据元素存放在任意的存储单元里，这组存储单元可以是连续的也可以是不连续的。这样的话链式存储结构的数据元素存储关系并不能反映其逻辑关系，因此需要用一个指针存放数据元素的地址，这样子通过地址就可以找到相关数据元素的位置。

2.3 存取结构

表示查询某种数据结构的某个元素的时间度量。
与该数据长度有关：**顺序存取结构**。如链表
与该数据长度无关：**随机存取结构**。如线性表的顺序存储结构

三、线性表ADT

线性表（List）：由零个或多个数据元素组成的有限序列。

1. 线性表是一个序列。
2. 0个元素构成的线性表是空表。
3. 线性表中的第一个元素无前驱，最后一个元素无后继，其他元素有且只有一个前驱和后继。

4. 线性表是有长度的，其长度就是元素个数，且线性表的元素个数是有限的，也就是说，线性表的长度是有限的。

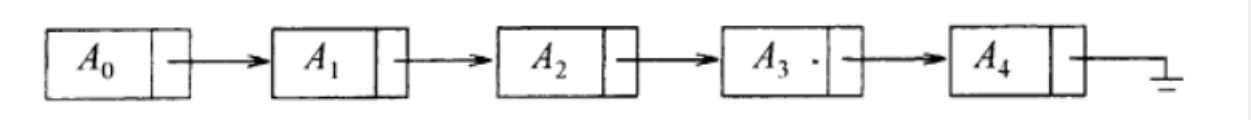
3.1 线性表的简单数组实现

Java中的数组根本不需要对表的大小进行估计，因为可以随时扩容。

```
int[] arr=new int[10];
...
//扩容arr
int[] newArr=new int[arr.length*2];
for(int i=0;i<arr.length;i++)
  newArr[i]=arr[i];
arr=newArr;
```

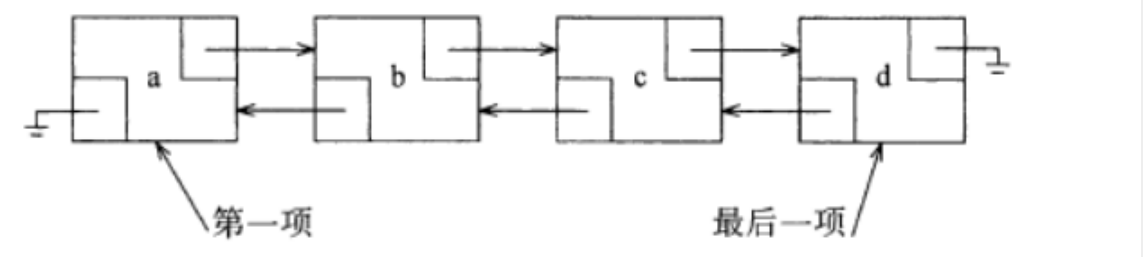
查询快，插入和删除慢

3.2 单链表



链表由一系列节点组成，这些节点不必在内存中相连。每一个节点均存储本节点的元素值和指向该元素后继元的节点的链(link)。我们称之为next链。最后一个单元的next链引用null。
查询需要找到头结点，时间复杂度为O(n),插入和删除也是O(n),因为都要遍历。但它适合大量的插入和删除操作。

3.3 双向链表



四、Java Collections API中的线性表

4.1 Collection接口

Collections API位于java. util包中。集合(collection)的概念在Collection接口中得到抽象，它存储一组类型相同的对象。

Collection接口**扩展**了Iterable接口。实现Iterable接口的那些类可以拥有增强的for循环。

```
1   public interface Collection<AnyType> extends Iterable<AnyType>
2   {
3       int size( );
4       boolean isEmpty( );
5       void clear( );
6       boolean contains( AnyType x );
7       boolean add( AnyType x );
8       boolean remove( AnyType x );
9       java.util.Iterator<AnyType> iterator( );
10  }
```

4.2 Iterator接口

实现Iterable接口的集合必须提供一个称为iterator的方法，该方法返回一个类型的对象。

```
1   public interface Iterator<AnyType>
2   {
3       boolean hasNext( );
4       AnyType next( );
5       void remove( );
6   }
```

Iterator 的 remove 方法的主要优点在于，Collection 的 remove 方法必须首先找出要被删除的项。如果知道所要删除的项的准确位置，那么删除它的开销很可能要小得多。

4.3 List接口

```
public interface List<AnyType> extends Collection<AnyType>{
    AnyType get(int idx);
    AnyType set(int idx,AnyType newVal);
    void add(int idx,AnyType x);
    void remove(int idx);

    ListIterator<AnyType> listIterator(int pos);
}
```

List ADT的两种流行实现方式：

ArrayList类：提供**可增长数组**的实现方式，是线性表的**顺序存储结构**。优点：get和set方法花费常数时间，**插入和删除代价昂贵**。

LinkedList类：双链表结构实现，在**指定位置**插入和删除很容易，缺点是不容易作索引，**调用get**

方法昂贵。

```
1       public static void removeEvensVer3( List<Integer> lst )
2       {
3           Iterator<Integer> itr = lst.iterator( );
4
5           while( itr.hasNext( ) )
6               if( itr.next( ) % 2 == 0 )
7                   itr.remove( );
8       }
```

删除表中的偶数：对 ArrayList 是二次的，但对 LinkedList 是线性的

4.4 ListIterator接口

```
public interface ListIterator<AnyType> extends Iterator<AnyType>{
    boolean hasPrevious();
    AnyType previous();

    void add(AnyType x);
    void set(AnyType newVal);
}
```

五、链表

5.1 ArrayList

5.2 LinkedList（JDK1.6：双向链表）

```
public class LinkedList<E>
    extends AbstractSequentialList<E>
    implements List<E>, Deque<E>, Cloneable, java.io.Serializable
```

从这段代码中我们可以清晰地看出**LinkedList**继承**AbstractSequentialList**，实现**List**、**Deque**、**Cloneable**、**Serializable**。

其中**AbstractSequentialList**提供了 **List** 接口的骨干实现，从而最大限度地减少了实现受“连续访问”数据存储（如链接列表）

支持的此接口所需的工作，从而以减少实现**List**接口的复杂度。

Deque一个线性 **collection**，支持在两端插入和移除元素，定义了双端队列的操作。

5.2.1 属性

在LinkedList中提供了两个基本属性size、header。

```
private transient Entry header = new Entry(null, null, null);
private transient int size = 0;
```

其中size表示的LinkedList的大小，header表示链表的表头，Entry为节点对象。

```
private static class Entry<E> {
    E element;        //元素节点
    Entry<E> next;    //下一个元素
    Entry<E> previous;  //上一个元素

    Entry(E element, Entry<E> next, Entry<E> previous) {
        this.element = element;
        this.next = next;
        this.previous = previous;
    }
}
```

上面为Entry对象的源代码，Entry为LinkedList的内部类，它定义了存储的元素。
该元素的前一个元素、后一个元素，这是典型的双向链表定义方式

5.2.2 构造方法

```
/**
     *  构造一个空列表。
     */
    public LinkedList() {
        header.next = header.previous = header;
    }

    /**
     *  构造一个包含指定 collection 中的元素的列表，这些元素按其 collection 的
迭代器返回的顺序排列。
     */
    public LinkedList(Collection<? extends E> c) {
        this();
        addAll(c);
    }
```

LinkedList()构造一个空列表。里面没有任何元素，仅仅只是将header节点的前一个元素、后一个元素都指向自身。

LinkedList(Collection<? extends E> c)： 构造一个包含指定 collection 中的元素的列表，这些元素按其 collection 的迭代器返回的顺序排列 。该构造函数首先会调用LinkedList()，构造一个空列表，然后调用了addAll()方法将Collection中的所有元素添加到列表中。以下是addAll()的源代码：

```
/**
     *  添加指定 collection 中的所有元素到此列表的结尾，顺序是指定 collection
 的迭代器返回这些元素的顺序。
     */
    public boolean addAll(Collection<? extends E> c) {
        return addAll(size, c);
    }

/**
 * 将指定 collection 中的所有元素从指定位置开始插入此列表。其中index表示在其中插
入指定collection中第一个元素的索引
 */
public boolean addAll(int index, Collection<? extends E> c) {
    //若插入的位置小于0或者大于链表长度，则抛出IndexOutOfBoundsException异常
    if (index < 0 || index > size)
        throw new IndexOutOfBoundsException("Index: " + index + ", Size: "
+ size);
    Object[] a = c.toArray();
    int numNew = a.length;    //插入元素的个数
    //若插入的元素为空，则返回false
    if (numNew == 0)
        return false;
    //modCount:在AbstractList中定义的，表示从结构上修改列表的次数
    modCount++;
    //获取插入位置的节点，若插入的位置在size处，则是头节点，否则获取index位置处的
节点
    Entry<E> successor = (index == size ? header : entry(index));
    //插入位置的前一个节点，在插入过程中需要修改该节点的next引用：指向插入的节点元
素
    Entry<E> predecessor = successor.previous;
    //执行插入动作
    for (int i = 0; i < numNew; i++) {
        //构造一个节点e，这里已经执行了插入节点动作同时修改了相邻节点的指向引用
        //
        Entry<E> e = new Entry<E>((E) a[i], successor, predecessor);
        //将插入位置前一个节点的下一个元素引用指向当前元素
        predecessor.next = e;
        //修改插入位置的前一个节点，这样做的目的是将插入位置右移一位，保证后续的元
素是插在该元素的后面，确保这些元素的顺序
        predecessor = e;
    }
    successor.previous = predecessor;
```

```
    //修改容量大小
    size += numNew;
    return true;
}
```

在addAll()方法中，涉及到了两个方法，一个是entry(int index)，该方法为LinkedList的私有方法，

主要是用来查找index位置的节点元素。

```
/**
     * 返回指定位置(若存在)的节点元素
     */
    private Entry<E> entry(int index) {
        if (index < 0 || index >= size)
            throw new IndexOutOfBoundsException("Index: " + index + ", Size: "
                    + size);
        //头部节点
        Entry<E> e = header;
        //判断遍历的方向
        if (index < (size >> 1)) {
            for (int i = 0; i <= index; i++)
                e = e.next;
        } else {
            for (int i = size; i > index; i--)
                e = e.previous;
        }
        return e;
    }
```

5.2.3 增加方法

add(E e): 将指定元素添加到此列表的结尾。

```
public boolean add(E e) {
    addBefore(e, header);
        return true;
    }
```

该方法调用addBefore方法，然后直接返回true，对于addBefore()而已，它为LinkedList的私有方法。

```
private Entry<E> addBefore(E e, Entry<E> entry) {
```

```
        //利用Entry构造函数构建一个新节点 newEntry，
        Entry<E> newEntry = new Entry<E>(e, entry, entry.previous);
        //修改newEntry的前后节点的引用，确保其链表的引用关系是正确的
        newEntry.previous.next = newEntry;
        newEntry.next.previous = newEntry;
        //容量+1
        size++;
        //修改次数+1
        modCount++;
        return newEntry;
    }
```

add(int index, E element)：在此列表中指定的位置插入指定的元素。

addAll(Collection<? extends E> c)：添加指定 collection 中的所有元素到此列表的结尾，顺序是指定 collection 的迭代器返回这些元素的顺序。

addAll(int index, Collection<? extends E> c)：将指定 collection 中的所有元素从指定位置开始插入此列表。

AddFirst(E e)：将指定元素插入此列表的开头。

addLast(E e)：将指定元素添加到此列表的结尾。

5.2.4 移除方法

remove(Object o)：从此列表中移除首次出现的指定元素（如果存在）。该方法的源代码如下：

```
public boolean remove(Object o) {
        if (o==null) {
            for (Entry<E> e = header.next; e != header; e = e.next) {
                if (e.element==null) {
                    remove(e);
                    return true;
                }
            }
        } else {
            for (Entry<E> e = header.next; e != header; e = e.next) {
                if (o.equals(e.element)) {
                    remove(e);
```

```
                    return true;
                }
            }
        }
        return false;
    }
```

该方法首先会判断移除的元素是否为null，然后迭代这个链表找到该元素节点，最后调用remove(Entry e)，remove(Entry e)为私有方法，是LinkedList中所有移除方法的基础方法，如下：

```
private E remove(Entry<E> e) {
        if (e == header)
            throw new NoSuchElementException();

        //保留被移除的元素：要返回
        E result = e.element;

        //将该节点的前一节点的next指向该节点后节点
        e.previous.next = e.next;
        //将该节点的后一节点的previous指向该节点的前节点
        //这两步就可以将该节点从链表从除去：在该链表中是无法遍历到该节点的
        e.next.previous = e.previous;
        //将该节点归空
        e.next = e.previous = null;
        e.element = null;
        size--;
        modCount++;
        return result;
    }
```

六、栈

七、 队列

7.1 循环数组构造队列

7.1.1 构造队列及入队方法

```java
//自己实现数组队列，队列的特定就是先进先出
public class MyArrayQueue<E> {
    //用数组来保存
    private Object[] queue;  //数组保存

    //队列容量
    private int capacity;

    //队列中元素的个数
    private int size;  //容量和填充量

    //队列头部元素对应的下标
    private int head;

    //队列的尾部的下一个位置下标
    private int tail;  //队头和队尾

    public MyArrayQueue(int capacity){
        this.capacity = capacity;
        this.queue = new Object[capacity];
    } //构造方法，用一个数组实现
```

```java
//将元素加入到队列的队尾，如果队列空间不足，抛出异常
public boolean add(E e) throws Exception{
    //先确定空间是否足够,已经满了就抛出异常
    if(size == capacity){
        throw new Exception("queue full");
    }
    //没满就加入到队尾
    queue[tail] = e;//记住，队尾是最后一个元素的下一个位置
    //计算新的队尾
    tail = (tail+1) % capacity;//因为是循环数组，所以要用这个方法确定新队尾的位置
    size ++;
    return true;
}  //添加方法
```

```java
//将元素加入到队列，如果队列已经满了，返回false
public boolean offer(E e){
    //先确定空间是否足够,已经满了就返回false
    if(size == capacity){
        return false;
    }
    //没满就加入到队尾
    queue[tail] = e;
    //计算新的队尾
    tail = (tail+1) % capacity;
    size ++;
    return true;
}
```

7.1.2 出队方法

```java
//返回并删除队列头部的元素，如果队列为空，返回null
public E poll(){
    //判断是否为空,为空则返回null
    if(size == 0){
        return null;
    }
    E removed = elementData(head);
    //将头部元素设置为null
    queue[head] = null;
    //重新计算head的值
    head = (head+1) % capacity;
    size -- ;
    return removed;
}
```

出队

//不管出队或者入队，头尾相应的标识都+1

```java
//返回并删除队列头部的元素，如果队列为空，抛出异常
public E remove() throws NoSuchElementException{
    //判断是否为空,为空则报错
    if(size == 0){
        throw new NoSuchElementException();
    }
    E removed = elementData(head);
    //将头部元素设置为null
    queue[head] = null;
    //重新计算head的值
    head = (head+1) % capacity;
    size -- ;
    return removed;
}
```

7.1.3 获得队头元素值的方法

```java
//返回队列头部的元素，如果队列为空，抛出异常
public E element(){
    //判断是否为空,为空则报错
    if(size == 0){
        throw new NoSuchElementException();
    }
    E e = elementData(head);
    return e;
}

//返回队列头部的元素，如果队列为空，返回null
public E peek(){
    //判断是否为空,为空则返回null
    if(size == 0){
        return null;
    }
    E e = elementData(head);
    return e;
}
```

7.1.4 获取任意位置元素

```java
107     @SuppressWarnings("unchecked")
108     private E elementData(int index) {
109         return (E) queue[index];
110     }
```

7.2 单链表实现队列

7.2.1 构造方法和入队方法

```java
//使用链表来实现队列
public class MyLinkedQueue<E> {

    //节点，保存元素信息，通过next指向下一个节点，形成单链表
    private static class Node<E>{
        E item;
        Node<E> next;//下一个节点

        Node(E e, Node<E> next){
            this.item = e;
            this.next = next;
        }
    }
    //容量
    private int capacity;
    //元素个数
    private int size;
    //头节点
    private Node<E>  head;
    //尾节点
    private Node<E> tail;

    //构造函数
    public MyLinkedQueue(int capacity){
        this.capacity = capacity;
    }
```

```java
//将元素加入到队列的队尾，如果队列空间不足，抛出异常
public boolean add(E e) throws Exception{
    //先确定空间是否足够,已经满了就抛出异常
    if(size == capacity){
        throw new Exception("queue full");
    }
    //创建一个新的节点，然后添加到队列尾部
    Node<E> node = new Node<E>(e,null);
    if(size == 0){//如果队列为空
        head = tail = node;
    }else{//如果队列中已经有节点了
        tail.next = node;
        tail = node;
    }
    size ++;
    return true;
}
```

入队操作

```java
//将元素加入到队尾，如果队列已经满了，返回false
public boolean offer(E e){
    //先确定空间是否足够,已经满了就返回false
    if(size == capacity){
        return false;
    }
    //创建一个新的节点，然后添加到队列尾部
    Node<E> node = new Node<E>(e,null);
    if(size == 0){//如果队列为空
        head = tail = node;
    }else{//如果队列中已经有节点了
        tail.next = node;
        tail = node;
    }
    size ++;
    return true;
}
```

7.2.2 出队方法

```java
//返回并删除队列头部的元素，如果队列为空，返回null
public E poll(){
    //判断是否为空,为空则返回null
    if(size == 0){
        return null;
    }
    E e = head.item;
    head.item = null; //方便GC
    //将head指向下一个节点
    head = head.next;
    if(head == null){//删除后队列为空，头节点和尾节点都为null
        tail = null;
    }
    size -- ;
    return e ;
}
```

//出队

//将head的值得到就行啦，并将head指向后面

```java
//返回并删除队列头部的元素，如果队列为空，抛出异常
public E remove() throws NoSuchElementException{
    //判断是否为空,为空则报错
    if(size == 0){
        throw new NoSuchElementException();
    }
    E e = head.item;
    head.item = null; //方便GC
    //将head指向下一个节点
    head = head.next;
    if(head == null){//删除后队列为空，头节点和尾节点都为null
        tail = null;
    }
    size -- ;
    return e ;
}
```

7.2.3 返回头部元素的方法

```java
//返回队列头部的元素，如果队列为空，抛出异常
public E element(){
    //判断是否为空,为空则报错
    if(size == 0){
        throw new NoSuchElementException();
    }
    E e = head.item;
    return e;
}

//返回队列头部的元素，如果队列为空，返回null
public E peek(){
    //判断是否为空,为空则返回null
    if(size == 0){
        return null;
    }
    E e = head.item ;
    return e;
}
```