二

05 ArrayList还是LinkedList？使用不当性能差千倍

你好，我是刘超。

集合作为一种存储数据的容器，是我们日常开发中使用最频繁的对象类型之一。JDK 为开发者提供了一系列的集合类型，这些集合类型使用不同的数据结构来实现。因此，不同的集合类型，使用场景也不同。

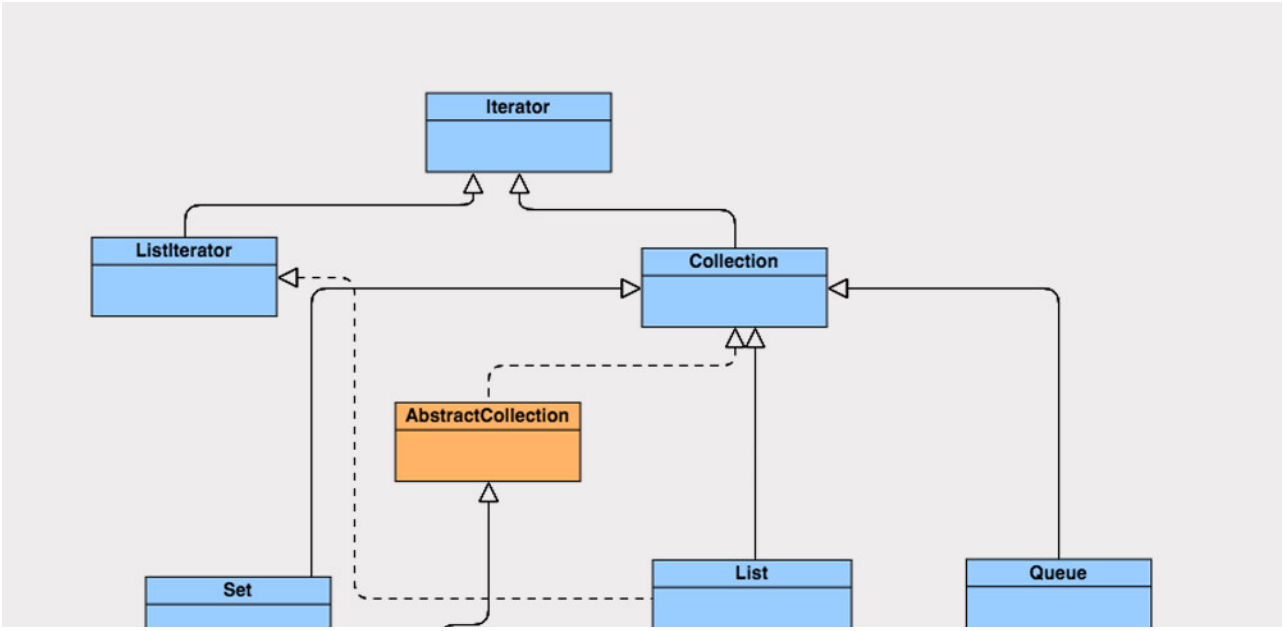
很多同学在面试的时候，经常会被问到集合的相关问题，比较常见的有 ArrayList 和 LinkedList 的区别。

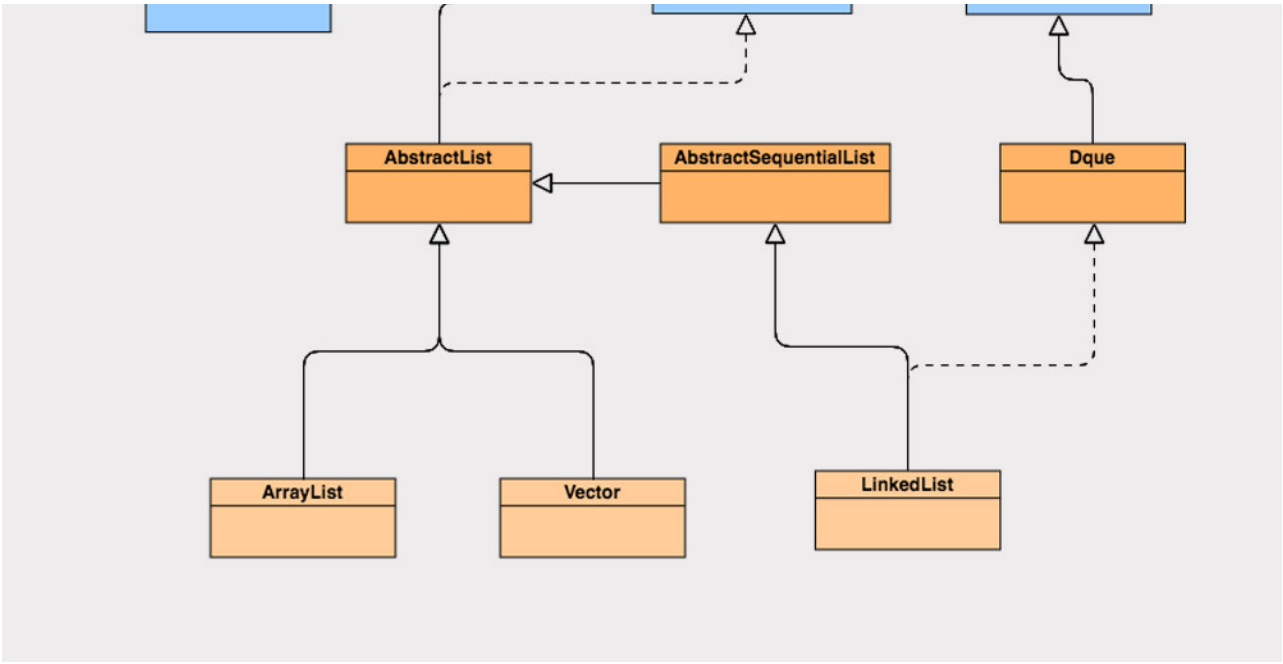
相信大部分同学都能回答上：“ArrayList 是基于数组实现，LinkedList 是基于链表实现。”

而在回答使用场景的时候，我发现大部分同学的答案是：“ArrayList 和 LinkedList 在新增、删除元素时，LinkedList 的效率要高于 ArrayList，而在遍历的时候，ArrayList 的效率要高于 LinkedList。”这个回答是否准确呢？今天这一讲就带你验证。

初识 List 接口

在学习 List 集合类之前，我们先来通过这张图，看下 List 集合类的接口和类的实现关系：





我们可以看到 ArrayList、Vector、LinkedList 集合类继承了 AbstractList 抽象类，而 AbstractList 实现了 List 接口，同时也继承了 AbstractCollection 抽象类。ArrayList、Vector、LinkedList 又根据自我定位，分别实现了各自的功能。

ArrayList 和 Vector 使用了数组实现，这两者的实现原理差不多，LinkedList 使用了双向链表实现。基础铺垫就到这里，接下来，我们就详细地分析下 ArrayList 和 LinkedList 的源码实现。

ArrayList 是如何实现的?

ArrayList 很常用，先来几道测试题，自检下你对 ArrayList 的了解程度。

问题 1：我们在查看 ArrayList 的实现类源码时，你会发现对象数组 elementData 使用了 transient 修饰，我们知道 transient 关键字修饰该属性，则表示该属性不会被序列化，然而我们并没有看到文档中说明 ArrayList 不能被序列化，这是为什么?

问题 2：我们在使用 ArrayList 进行新增、删除时，经常被提醒“使用 ArrayList 做新增删除操作会影响效率”。那是不是 ArrayList 在大量新增元素的场景下效率就一定会变慢呢?

问题 3：如果让你使用 for 循环以及迭代循环遍历一个 ArrayList，你会使用哪种方式呢？原因是什么?

如果你对这几道测试都没有一个全面的了解，那就跟我一起从数据结构、实现原理以及源码角度重新认识下 ArrayList 吧。

1.ArrayList 实现类

ArrayList 实现了 List 接口，继承了 AbstractList 抽象类，底层是数组实现的，并且实现了自增扩容数组大小。

ArrayList 还实现了 Cloneable 接口和 Serializable 接口，所以他可以实现克隆和序列化。

ArrayList 还实现了 RandomAccess 接口。你可能对这个接口比较陌生，不知道具体的用处。通过代码我们可以发现，这个接口其实是一个空接口，什么也没有实现，那 ArrayList 为什么要去实现它呢?

其实 RandomAccess 接口是一个标志接口，他标志着“只要实现该接口的 List 类，都能实现快速随机访问”。

```
public class ArrayList<E> extends AbstractList<E>
        implements List<E>, RandomAccess, Cloneable, java.io.Serializable
```

2.ArrayList 属性

ArrayList 属性主要由数组长度 size、对象数组 elementData、初始化容量 default_capacity 等组成， 其中初始化容量默认大小为 10。

```
// 默认初始化容量
  private static final int DEFAULT_CAPACITY = 10;
  // 对象数组
  transient Object[] elementData;
  // 数组长度
  private int size;
```

从 ArrayList 属性来看，它没有被任何的多线程关键字修饰，但 elementData 被关键字 transient 修饰了。这就是我在上面提到的第一道测试题：transient 关键字修饰该字段则表示该属性不会被序列化，但 ArrayList 其实是实现了序列化接口，这到底是怎么回事呢?

这还得从“ArrayList 是基于数组实现“开始说起，由于 ArrayList 的数组是基于动态扩增的，所以并不是所有被分配的内存空间都存储了数据。

如果采用外部序列化法实现数组的序列化，会序列化整个数组。ArrayList 为了避免这些没有存储数据的内存空间被序列化，内部提供了两个私有方法 writeObject 以及 readObject 来自我完成序列化与反序列化，从而在序列化与反序列化数组时节省了空间和时间。

因此使用 transient 修饰数组，是防止对象数组被其他外部方法序列化。

3.ArrayList 构造函数

ArrayList 类实现了三个构造函数，第一个是创建 ArrayList 对象时，传入一个初始化值；第二个是默认创建一个空数组对象；第三个是传入一个集合类型进行初始化。

当 ArrayList 新增元素时，如果所存储的元素已经超过其已有大小，它会计算元素大小后再进行动态扩容，数组的扩容会导致整个数组进行一次内存复制。因此，我们在初始化 ArrayList 时，可以通过第一个构造函数合理指定数组初始大小，这样有助于减少数组的扩容次数，从而提高系统性能。

```
public ArrayList(int initialCapacity) {
        // 初始化容量不为零时，将根据初始化值创建数组大小
        if (initialCapacity > 0) {
            this.elementData = new Object[initialCapacity];
        } else if (initialCapacity == 0) {// 初始化容量为零时，使用默认的空数组
            this.elementData = EMPTY_ELEMENTDATA;
        } else {
            throw new IllegalArgumentException("Illegal Capacity: "+
                                               initialCapacity);
        }
    }

    public ArrayList() {
        // 初始化默认为空数组
        this.elementData = DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA;
    }
```

4.ArrayList 新增元素

ArrayList 新增元素的方法有两种，一种是直接将元素加到数组的末尾，另外一种是添加元素到任意位置。

```
public boolean add(E e) {
        ensureCapacityInternal(size + 1);  // Increments modCount!!
        elementData[size++] = e;
        return true;
    }

    public void add(int index, E element) {
        rangeCheckForAdd(index);

        ensureCapacityInternal(size + 1);  // Increments modCount!!
        System.arraycopy(elementData, index, elementData, index + 1,
                         size - index);
        elementData[index] = element;
        size++;
    }
```

两个方法的相同之处是在添加元素之前，都会先确认容量大小，如果容量够大，就不用进行扩容；如果容量不够大，就会按照原来数组的 1.5 倍大小进行扩容，在扩容之后需要将数组复制到新分配的内存地址。

```
    private void ensureExplicitCapacity(int minCapacity) {
          modCount++;

          // overflow-conscious code
          if (minCapacity - elementData.length > 0)
              grow(minCapacity);
      }
      private static final int MAX_ARRAY_SIZE = Integer.MAX_VALUE - 8;

      private void grow(int minCapacity) {
          // overflow-conscious code
          int oldCapacity = elementData.length;
          int newCapacity = oldCapacity + (oldCapacity >> 1);
          if (newCapacity - minCapacity < 0)
              newCapacity = minCapacity;
          if (newCapacity - MAX_ARRAY_SIZE > 0)
              newCapacity = hugeCapacity(minCapacity);
          // minCapacity is usually close to size, so this is a win:
          elementData = Arrays.copyOf(elementData, newCapacity);
      }
```

当然，两个方法也有不同之处，添加元素到任意位置，会导致在该位置后的所有元素都需要重新排列，而将元素添加到数组的末尾，在没有发生扩容的前提下，是不会有元素复制排序过程的。

这里你就可以找到第二道测试题的答案了。如果我们在初始化时就比较清楚存储数据的大小，就可以在 ArrayList 初始化时指定数组容量大小，并且在添加元素时，只在数组末尾添加元素，那么 ArrayList 在大量新增元素的场景下，性能并不会变差，反而比其他 List 集合的性能要好。

5.ArrayList 删除元素

ArrayList 的删除方法和添加任意位置元素的方法是有些相同的。ArrayList 在每一次有效的删除元素操作之后，都要进行数组的重组，并且删除的元素位置越靠前，数组重组的开销就越大。

```
  public E remove(int index) {
          rangeCheck(index);

          modCount++;
          E oldValue = elementData(index);

          int numMoved = size - index - 1;
```

```
        if (numMoved > 0)
            System.arraycopy(elementData, index+1, elementData, index,
                             numMoved);
        elementData[--size] = null; // clear to let GC do its work

        return oldValue;
    }
```

6.ArrayList 遍历元素

由于 ArrayList 是基于数组实现的，所以在获取元素的时候是非常快捷的。

```
   public E get(int index) {
        rangeCheck(index);

        return elementData(index);
    }

    E elementData(int index) {
        return (E) elementData[index];
    }
```

LinkedList 是如何实现的?

虽然 LinkedList 与 ArrayList 都是 List 类型的集合，但 LinkedList 的实现原理却和 ArrayList 大相径庭，使用场景也不太一样。

LinkedList 是基于双向链表数据结构实现的，LinkedList 定义了一个 Node 结构，Node 结构中包含了 3 个部分：元素内容 item、前指针 prev 以及后指针 next，代码如下。

```
  private static class Node<E> {
        E item;
        Node<E> next;
        Node<E> prev;

        Node(Node<E> prev, E element, Node<E> next) {
            this.item = element;
            this.next = next;
            this.prev = prev;
        }
    }
```

总结一下，LinkedList 就是由 Node 结构对象连接而成的一个双向链表。在 JDK1.7 之前，LinkedList 中只包含了一个 Entry 结构的 header 属性，并在初始化的时候默认创建一个空的 Entry，用来做 header，前后指针指向自己，形成一个循环双向链表。

在 JDK1.7 之后，LinkedList 做了很大的改动，对链表进行了优化。链表的 Entry 结构换成了 Node，内部组成基本没有改变，但 LinkedList 里面的 header 属性去掉了，新增了一个 Node 结构的 first 属性和一个 Node 结构的 last 属性。这样做有以下几点好处：

- first/last 属性能更清晰地表达链表的链头和链尾概念；
- first/last 方式可以在初始化 LinkedList 的时候节省 new 一个 Entry；
- first/last 方式最重要的性能优化是链头和链尾的插入删除操作更加快捷了。

这里同 ArrayList 的讲解一样，我将从数据结构、实现原理以及源码分析等几个角度带你深入了解 LinkedList。

1.LinkedList 实现类

LinkedList 类实现了 List 接口、Deque 接口，同时继承了 AbstractSequentialList 抽象类，LinkedList 既实现了 List 类型又有 Queue 类型的特点；LinkedList 也实现了 Cloneable 和 Serializable 接口，同 ArrayList 一样，可以实现克隆和序列化。

由于 LinkedList 存储数据的内存地址是不连续的，而是通过指针来定位不连续地址，因此，LinkedList 不支持随机快速访问，LinkedList 也就不能实现 RandomAccess 接口。

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

2.LinkedList 属性

我们前面讲到了 LinkedList 的两个重要属性 first/last 属性，其实还有一个 size 属性。我们可以看到这三个属性都被 transient 修饰了，原因很简单，我们在序列化的时候不会只对头尾进行序列化，所以 LinkedList 也是自行实现 readObject 和 writeObject 进行序列化与反序列化。

```
  transient int size = 0;
    transient Node<E> first;
    transient Node<E> last;
```

3.LinkedList 新增元素

LinkedList 添加元素的实现很简洁，但添加的方式却有很多种。默认的 add (Ee) 方法是将添加的元素加到队尾，首先是将 last 元素置换到临时变量中，生成一个新的 Node 节点对

象，然后将 last 引用指向新节点对象，之前的 last 对象的前指针指向新节点对象。

```
public boolean add(E e) {
        linkLast(e);
        return true;
    }

    void linkLast(E e) {
        final Node<E> l = last;
        final Node<E> newNode = new Node<>(l, e, null);
        last = newNode;
        if (l == null)
            first = newNode;
        else
            l.next = newNode;
        size++;
        modCount++;
    }
```

LinkedList 也有添加元素到任意位置的方法，如果我们是将元素添加到任意两个元素的中间位置，添加元素操作只会改变前后元素的前后指针，指针将会指向添加的新元素，所以相比 ArrayList 的添加操作来说，LinkedList 的性能优势明显。

```
public void add(int index, E element) {
        checkPositionIndex(index);

        if (index == size)
            linkLast(element);
        else
            linkBefore(element, node(index));
    }

    void linkBefore(E e, Node<E> succ) {
        // assert succ != null;
        final Node<E> pred = succ.prev;
        final Node<E> newNode = new Node<>(pred, e, succ);
        succ.prev = newNode;
        if (pred == null)
            first = newNode;
        else
            pred.next = newNode;
        size++;
        modCount++;
    }
```

4.LinkedList 删除元素

在 LinkedList 删除元素的操作中，我们首先要通过循环找到要删除的元素，如果要删除的位置处于 List 的前半段，就从前往后找；若其位置处于后半段，就从后往前找。

这样做的话，无论要删除较为靠前或较为靠后的元素都是非常高效的，但如果 List 拥有大量元素，移除的元素又在 List 的中间段，那效率相对来说会很低。

5.LinkedList 遍历元素

LinkedList 的获取元素操作实现跟 LinkedList 的删除元素操作基本类似，通过分前后半段来循环查找到对应的元素。但是通过这种方式来查询元素是非常低效的，特别是在 for 循环遍历的情况下，每一次循环都会去遍历半个 List。

所以在 LinkedList 循环遍历时，我们可以使用 iterator 方式迭代循环，直接拿到我们的元素，而不需要通过循环查找 List。

总结

前面我们已经从源码的实现角度深入了解了 ArrayList 和 LinkedList 的实现原理以及各自的特点。如果你能充分理解这些内容，很多实际应用中的相关性能问题也就迎刃而解了。

就像如果现在还有人跟你说，“ArrayList 和 LinkedList 在新增、删除元素时，LinkedList 的效率要高于 ArrayList，而在遍历的时候，ArrayList 的效率要高于 LinkedList”，你还会表示赞同吗?

现在我们不妨通过几组测试来验证一下。这里因为篇幅限制，所以我就直接给出测试结果了，对应的测试代码你可以访问Github查看和下载。

1.ArrayList 和 LinkedList 新增元素操作测试

- 从集合头部位置新增元素
- 从集合中间位置新增元素
- 从集合尾部位置新增元素

测试结果 (花费时间):

- ArrayList>LinkedList
- ArrayList<LinkedList
- ArrayList<LinkedList

通过这组测试，我们可以知道 LinkedList 添加元素的效率未必要高于 ArrayList。

由于 ArrayList 是数组实现的，而数组是一块连续的内存空间，在添加元素到数组头部的时

候，需要对头部以后的数据进行复制重排，所以效率很低；而 LinkedList 是基于链表实现，在添加元素的时候，首先会通过循环查找到添加元素的位置，如果要添加的位置处于 List 的前半段，就从前往后找；若其位置处于后半段，就从后往前找。因此 LinkedList 添加元素到头部是非常高效的。

同上可知，ArrayList 在添加元素到数组中间时，同样有部分数据需要复制重排，效率也不是很高；LinkedList 将元素添加到中间位置，是添加元素最低效率的，因为靠近中间位置，在添加元素之前的循环查找是遍历元素最多的操作。

而在添加元素到尾部的操作中，我们发现，在没有扩容的情况下，ArrayList 的效率要高于 LinkedList。这是因为 ArrayList 在添加元素到尾部的时候，不需要复制重排数据，效率非常高。而 LinkedList 虽然也不用循环查找元素，但 LinkedList 中多了 new 对象以及变换指针指向对象的过程，所以效率要低于 ArrayList。

说明一下，这里我是基于 ArrayList 初始化容量足够，排除动态扩容数组容量的情况下进行的测试，如果有动态扩容的情况，ArrayList 的效率也会降低。

2.ArrayList 和 LinkedList 删除元素操作测试

- 从集合头部位置删除元素
- 从集合中间位置删除元素
- 从集合尾部位置删除元素

测试结果 (花费时间)：

- ArrayList>LinkedList
- ArrayList<LinkedList
- ArrayList<LinkedList

ArrayList 和 LinkedList 删除元素操作测试的结果和添加元素操作测试的结果很接近，这是一样的原理，我在这里就不重复讲解了。

3.ArrayList 和 LinkedList 遍历元素操作测试

- for(;;) 循环
- 迭代器迭代循环

测试结果 (花费时间)：

- ArrayList<LinkedList

- ArrayList≈LinkedList

我们可以看到，LinkedList 的 for 循环性能是最差的，而 ArrayList 的 for 循环性能是最好的。

这是因为 LinkedList 基于链表实现的，在使用 for 循环的时候，每一次 for 循环都会去遍历半个 List，所以严重影响了遍历的效率；ArrayList 则是基于数组实现的，并且实现了 RandomAccess 接口标志，意味着 ArrayList 可以实现快速随机访问，所以 for 循环效率非常高。

LinkedList 的迭代循环遍历和 ArrayList 的迭代循环遍历性能相当，也不会太差，所以在遍历 LinkedList 时，我们要切忌使用 for 循环遍历。

思考题

我们通过一个使用 for 循环遍历删除操作 ArrayList 数组的例子，思考下 ArrayList 数组的删除操作应该注意的一些问题。

```
public static void main(String[] args)
    {
        ArrayList<String> list = new ArrayList<String>();
        list.add("a");
        list.add("a");
        list.add("b");
        list.add("b");
        list.add("c");
        list.add("c");
        remove(list);// 删除指定的“b”元素

        for(int i=0; i<list.size(); i++)("c")()()(s : list)
        {
            System.out.println("element : " + s)list.get(i)
        }
    }
```

从上面的代码来看，我定义了一个 ArrayList 数组，里面添加了一些元素，然后我通过 remove 删除指定的元素。请问以下两种写法，哪种是正确的？

写法 1：

```
public static void remove(ArrayList<String> list)
    {
        Iterator<String> it = list.iterator();

        while (it.hasNext()) {
```

```
            String str = it.next();

            if (str.equals("b")) {
                it.remove();
            }
        }

    }
```

写法 2:

```
public static void remove(ArrayList<String> list)
    {
        for (String s : list)
        {
            if (s.equals("b"))
            {
                list.remove(s);
            }
        }
    }
```

上一页 下一页