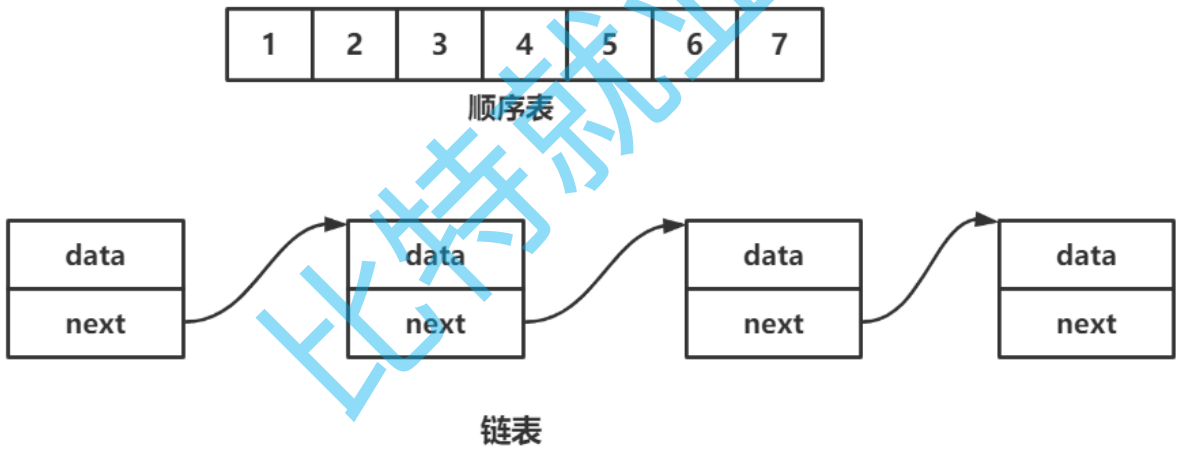
ArrayList与顺序表

【本节目标】

1. **线性表**
2. **顺序表**
3. **ArrayList的简介**
4. **ArrayList使用**
5. **ArrayList的扩容机制**
6. **ArrayList的模拟实现**
7. **扑克牌**

1.线性表

> 线性表 *(linear list)* 是n个具有相同特性的数据元素的有限序列。 线性表是一种在实际中广泛使用的数据结构，常见的线性表：顺序表、链表、栈、队列、字符串...
>
> 线性表在逻辑上是线性结构，也就说是连续的一条直线。但是在物理结构上并不一定是连续的，线性表在物理上存储时，通常以数组和链式结构的形式存储。



2.顺序表

顺序表是用一段**物理地址连续**的存储单元依次存储数据元素的线性结构，一般情况下采用数组存储。在数组上完成数据的增删查改。

2.1 接口的实现

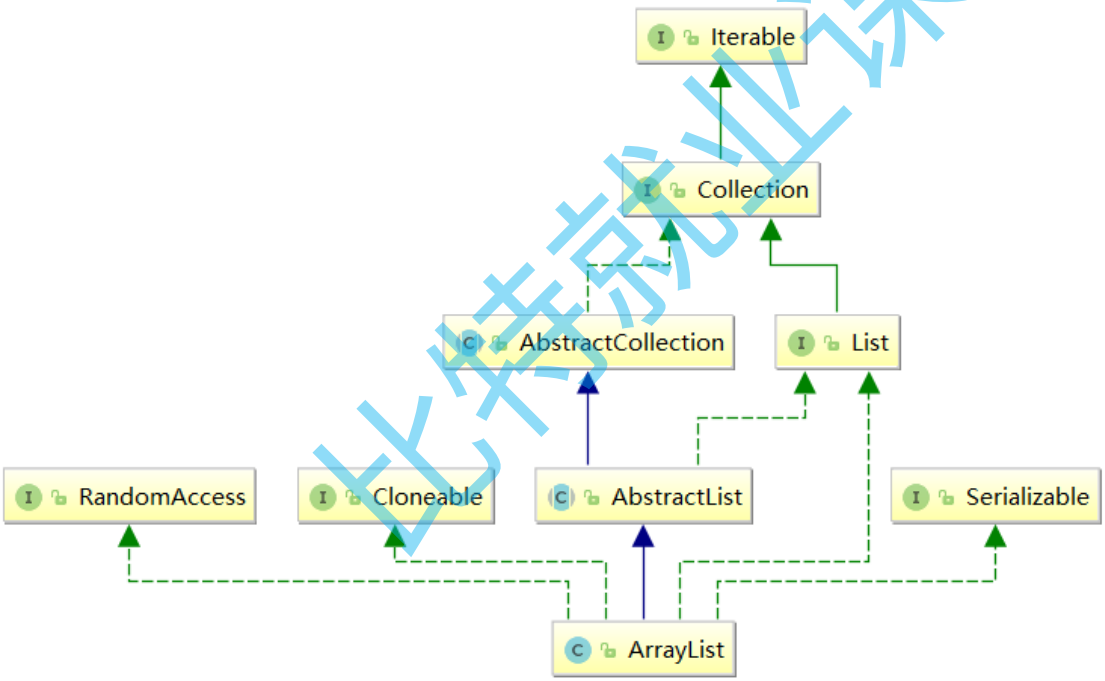
```
public class SeqList {
    // 打印顺序表
    public void display() {   }
     // 新增元素,默认在数组最后新增
    public void add(int data) { }
    // 在 pos 位置新增元素

    public void add(int pos, int data) { }
```

```
    // 判定是否包含某个元素
    public boolean contains(int toFind) { return true; }
    // 查找某个元素对应的位置
    public int indexOf(int toFind) { return -1; }
    // 获取 pos 位置的元素
    public int get(int pos) { return -1; }
    // 给 pos 位置的元素设为 value
    public void set(int pos, int value) {    }
    //删除第一次出现的关键字key
    public void remove(int toRemove) {    }
    // 获取顺序表长度
    public int size() { return 0; }
    // 清空顺序表
    public void clear() {    }
}
```

3. ArrayList简介

在集合框架中，ArrayList是一个普通的类，实现了List接口，具体框架图如下：



【说明】

1. ArrayList实现了RandomAccess接口，表明ArrayList支持随机访问
2. ArrayList实现了Cloneable接口，表明ArrayList是可以clone的
3. ArrayList实现了Serializable接口，表明ArrayList是支持序列化的
4. 和Vector不同，ArrayList不是线程安全的，在单线程下可以使用，在多线程中可以选择Vector或者CopyOnWriteArrayList
5. ArrayList底层是一段连续的空间，并且可以动态扩容，是一个动态类型的顺序表

4. ArrayList使用

4.1 ArrayList的构造

方法	解释
ArrayList()	无参构造
ArrayList(Collection<? extends E> c)	利用其他 Collection 构建 ArrayList
ArrayList(int initialCapacity)	指定顺序表初始容量

```
public static void main(String[] args) {
    // ArrayList创建，推荐写法
    // 构造一个空的列表
    List<Integer> list1 = new ArrayList<>();

    // 构造一个具有10个容量的列表
    List<Integer> list2 = new ArrayList<>(10);
    list2.add(1);
    list2.add(2);
    list2.add(3);
    // list2.add("hello"); // 编译失败，List<Integer>已经限定了，list2中只能存储整形元素

    // list3构造好之后，与list中的元素一致
    ArrayList<Integer> list3 = new ArrayList<>(list2);

    // 避免省略类型，否则：任意类型的元素都可以存放，使用时将是一场灾难
    List list4 = new ArrayList();
    list4.add("111");
    list4.add(100);
}
```


4.2 ArrayList常见操作

ArrayList虽然提供的方法比较多，但是常用方法如下所示，需要用到其他方法时，同学们自行查看ArrayList的帮助文档。

方法	解释
boolean add(E e)	尾插 e
void add(int index, E element)	将 e 插入到 index 位置
boolean addAll(Collection<? extends E> c)	尾插 c 中的元素
E remove(int index)	删除 index 位置元素
boolean remove(Object o)	删除遇到的第一个 o
E get(int index)	获取下标 index 位置元素
E set(int index, E element)	将下标 index 位置元素设置为 element
void clear()	清空
boolean contains(Object o)	判断 o 是否在线性表中
int indexOf(Object o)	返回第一个 o 所在下标
int lastIndexOf(Object o)	返回最后一个 o 的下标
List<E> subList(int fromIndex, int toIndex)	截取部分 list


```
public static void main(String[] args) {
    List<String> list = new ArrayList<>();
    list.add("JavaSE");
    list.add("JavaWeb");
    list.add("JavaEE");
    list.add("JVM");
    list.add("测试课程");
    System.out.println(list);

    // 获取list中有效元素个数
    System.out.println(list.size());

    // 获取和设置index位置上的元素，注意index必须介于[0, size)间
    System.out.println(list.get(1));
    list.set(1, "JavaWEB");
    System.out.println(list.get(1));

    // 在list的index位置插入指定元素，index及后续的元素统一往后搬移一个位置
    list.add(1, "Java数据结构");
    System.out.println(list);
    // 删除指定元素，找到了就删除，该元素之后的元素统一往前搬移一个位置
    list.remove("JVM");
    System.out.println(list);
    // 删除list中index位置上的元素，注意index不要超过list中有效元素个数,否则会抛出下标越界异常
    list.remove(list.size()-1);

    System.out.println(list);
```

```
    // 检测list中是否包含指定元素，包含返回true，否则返回false
    if(list.contains("测试课程")){
        list.add("测试课程");
    }

    // 查找指定元素第一次出现的位置：indexOf从前往后找，lastIndexOf从后往前找
    list.add("JavaSE");
    System.out.println(list.indexOf("JavaSE"));
    System.out.println(list.lastIndexOf("JavaSE"));

    // 使用list中[0, 4)之间的元素构成一个新的ArrayList返回
    List<String> ret = list.subList(0, 4);
    System.out.println(ret);

    list.clear();
    System.out.println(list.size());
}
```

4.3 ArrayList的遍历

ArrayList 可以使用三方方式遍历：for循环+下标、foreach、使用迭代器

```
public static void main(String[] args) {
    List<Integer> list = new ArrayList<>();
    list.add(1);
    list.add(2);
    list.add(3);
    list.add(4);
    list.add(5);
    // 使用下标+for遍历
    for (int i = 0; i < list.size(); i++) {
        System.out.print(list.get(i) + " ");
    }
    System.out.println();
    // 借助foreach遍历
    for (Integer integer : list) {
        System.out.print(integer + " ");
    }
    System.out.println();
    Iterator<Integer> it = list.listIterator();
    while(it.hasNext()){
        System.out.print(it.next() + " ");
    }
    System.out.println();
}
```

4.4 ArrayList的扩容机制

下面代码有缺陷吗？为什么？

```
public static void main(String[] args) {
    List<Integer> list = new ArrayList<>();
    for (int i = 0; i < 100; i++) {
        list.add(i);
    }
}
```

ArrayList是一个动态类型的顺序表，即：在插入元素的过程中会自动扩容：以下是ArrayList源码中扩容方式

```
Object[] elementData;  // 存放元素的空间
private static final Object[] DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA = {};  // 默认空间
private static final int DEFAULT_CAPACITY = 10;  // 默认容量大小

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

private void ensureCapacityInternal(int minCapacity) {
    ensureExplicitCapacity(calculateCapacity(elementData, minCapacity));
}

private static int calculateCapacity(Object[] elementData, int minCapacity) {
    if (elementData == DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA) {
        return Math.max(DEFAULT_CAPACITY, minCapacity);
    }
    return minCapacity;
}

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) {
    // 获取旧空间大小
    int oldCapacity = elementData.length;

    // 预计按照1.5倍方式扩容
    int newCapacity = oldCapacity + (oldCapacity >> 1);

    // 如果用户需要扩容大小 超过 原空间1.5倍，按照用户所需大小扩容
    if (newCapacity - minCapacity < 0)
        newCapacity = minCapacity;

    // 如果需要扩容大小超过MAX_ARRAY_SIZE，重新计算容量大小
    if (newCapacity - MAX_ARRAY_SIZE > 0)
```

```
        newCapacity = hugeCapacity(minCapacity);

    // 调用copyOf扩容
    elementData = Arrays.copyOf(elementData, newCapacity);
}

private static int hugeCapacity(int minCapacity) {
    // 如果minCapacity小于0，抛出OutOfMemoryError异常
    if (minCapacity < 0)
        throw new OutOfMemoryError();

    return (minCapacity > MAX_ARRAY_SIZE) ? Integer.MAX_VALUE : MAX_ARRAY_SIZE;
}
```

【总结】

1. 检测是否真正需要扩容，如果是调用grow准备扩容
2. 预估需要库容的大小
    - 初步预估按照1.5倍大小扩容
    - 如果用户所需大小超过预估1.5倍大小，则按照用户所需大小扩容
    - 真正扩容之前检测是否能扩容成功，防止太大导致扩容失败
3. 使用copyOf进行扩容

5. ArrayList的模拟实现

5.1 模拟源码版本【了解即可】

该版本同学可以大概看一下

```
import java.util.*;

class MyArrayList<E> {
    private Object[] array;
    private int size;

    private static final Object[] DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA = {};
    //构造方法
    public MyArrayList() {
        this.array = DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA;
    }

    public MyArrayList(int initCapacity) {
        if (initCapacity > 0) {
            array = new Object[initCapacity];
        } else if (initCapacity == 0) {
            array = new Object[0];
        } else {
            throw new IllegalArgumentException("初始容量为负数");
        }
    }
```

```
public int size() {
    return size;
}

public boolean isEmpty() {
    return 0 == size;
}

// 尾插
public boolean add(E e) {
    //容量变为size + 1 后是否需要扩容，注意第一次size为0的时候
    ensureCapacityInternal(size + 1);
    array[size++] = e;
    return true;
}

/**
 * 存放元素之前，确定内部的容量
 * @param minCapacity
 */
private void ensureCapacityInternal(int minCapacity) {
    //1、先计算
    int capacity = calculateCapacity(array, minCapacity);
    //2、确保该容量是否可以分配
    ensureExplicitCapacity(capacity);
}

//默认容量
private static final int DEFAULT_CAPACITY = 10;

private static int calculateCapacity(Object[] elementData, int minCapacity) {
    //1、说明调用了不带参数的构造方法
    if (elementData == DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA) {
        //此时默认容量分配10
        return Math.max(DEFAULT_CAPACITY, minCapacity);
    }
    //2、给了参数，返回，你指定的参数
    return minCapacity;
}

private void ensureExplicitCapacity(int minCapacity) {
    //计算出来的容量大就要扩容，否则什么都不做
    if (minCapacity - array.length > 0)
        grow(minCapacity);
}

// 扩容
private static final int MAX_ARRAY_SIZE = Integer.MAX_VALUE - 8;

private void grow(int initCapacity) {
    int oldCapacity = array.length;
    int newCapacity = oldCapacity + (oldCapacity >> 1);

    //当第一次newCapacity==0的时候，大小为给定的容量
```

```
    if (newCapacity < initCapacity) {
        newCapacity = initCapacity;
    }
    if (newCapacity > MAX_ARRAY_SIZE) {
        newCapacity = MAX_ARRAY_SIZE;
    }
    array = Arrays.copyOf(array, newCapacity);
}

// 为指定位置插入元素e
public void add(int index, E e) {
    rangeCheckForAdd(index);
    ensureCapacityInternal(size + 1);

    // 将index及其以后的元素统一往后搬移一个位置
    for (int i = size - 1; i >= index; i--) {
        array[i + 1] = array[i];
    }

    array[index] = e;
    size++;
}

// 检测插入时下标是否异常
private void rangeCheckForAdd(int index) {
    if (index <0 || index > size) {
        throw new IllegalArgumentException("add下标越界");
    }
}

// 删除index位置上元素
public E remove(int index) {
    rangeCheck(index);

    E e = (E) array[index];
    // 将index之后的元素统一往前搬移一个位置
    for (int i = index; i < size-1; ++i) {
        array[i] = array[i+1];
    }
    array[size] = null;
    size--;
    return e;
}
// 检测下标是否异常
private void rangeCheck(int index) {
    if (index < 0 || index >= size) {
        throw new IndexOutOfBoundsException("下标越界");
    }
}


// 获取o第一次出现的位置

public int indexOf(Object o) {
```

```
        if (null == o) {
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                if (array[i] == null) {
                    return i;
                }
            }
        } else {
            for (int i = 0; i < size; i++) {
                if (array[i].equals(o)) {
                    return i;
                }
            }
        }
        return -1;
    }

    // 如果o存在，则删除
    public boolean remove(Object o) {
        int index = indexOf(o);
        if (index == -1) {
            return false;
        }
        remove(index);
        return true;
    }


    // 获取index位置上的元素
    public E get(int index) {
        rangeCheck(index);
        return (E) array[index];
    }

    // 将index位置上元素设置为e
    public E set(int index, E e) {
        rangeCheck(index);
        array[index] = e;
        return e;
    }

    // 清空
    public void clear() {
        for (int i = 0; i < size; i++) {
            array[i] = null;
        }
        size = 0;
    }

    @Override
    public String toString() {
        String s = "[";
        if (size > 0) {

            for (int i = 0; i < size - 1; i++) {
```

```
            s += array[i];
            s += ", ";
        }
        s += array[size - 1];
    }

    s += "]";
    return s;
  }
}

public class TestDemo {
  public static void main(String[] args) {
    MyArrayList<Integer> arrayList = new MyArrayList<>();
    arrayList.add(1);
    arrayList.add(2);
    arrayList.add(3);
    arrayList.add(4);
    System.out.println(arrayList.size());//4
    System.out.println(arrayList);

    arrayList.add(0,999999);

    arrayList.add(0);
    System.out.println(arrayList);
    System.out.println(arrayList.indexOf(0));

    arrayList.remove(0);
    System.out.println(arrayList);

    arrayList.clear();
    System.out.println(arrayList);
  }
}
```


6. 使用示例

6.1 扑克牌

```
public class Card {
  public int rank;   // 牌面值
  public String suit; // 花色

  @Override
  public String toString() {
    return String.format("[%s %d]", suit, rank);
  }
}
```

```
import java.util.List;

import java.util.ArrayList;
```

```java
import java.util.Random;

public class CardDemo {
    public static final String[] SUITS = {"♠", "♥", "♣", "♦"};
    // 买一副牌
    private static List<Card> buyDeck() {
        List<Card> deck = new ArrayList<>(52);
        for (int i = 0; i < 4; i++) {
            for (int j = 1; j <= 13; j++) {
                String suit = SUITS[i];
                int rank = j;
                Card card = new Card();
                card.rank = rank;
                card.suit = suit;

                deck.add(card);
            }
        }

        return deck;
    }

    private static void swap(List<Card> deck, int i, int j) {
        Card t = deck.get(i);
        deck.set(i, deck.get(j));
        deck.set(j, t);
    }

    private static void shuffle(List<Card> deck) {
        Random random = new Random(20190905);
        for (int i = deck.size() - 1; i > 0; i--) {
            int r = random.nextInt(i);
            swap(deck, i, r);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        List<Card> deck = buyDeck();
        System.out.println("刚买回来的牌:");
        System.out.println(deck);
        shuffle(deck);
        System.out.println("洗过的牌:");
        System.out.println(deck);
        // 三个人，每个人轮流抓 5 张牌
        List<List<Card>> hands = new ArrayList<>();
        hands.add(new ArrayList<>());
        hands.add(new ArrayList<>());
        hands.add(new ArrayList<>());

        for (int i = 0; i < 5; i++) {
            for (int j = 0; j < 3; j++) {
                hands.get(j).add(deck.remove(0));

            }
```

```
        }

        System.out.println("剩余的牌:");
        System.out.println(deck);
        System.out.println("A 手中的牌:");
        System.out.println(hands.get(0));
        System.out.println("B 手中的牌:");
        System.out.println(hands.get(1));
        System.out.println("C 手中的牌:");
        System.out.println(hands.get(2));
    }
}
```

运行结果

```
刚买回来的牌:
[[♠ 1], [♠ 2], [♠ 3], [♠ 4], [♠ 5], [♠ 6], [♠ 7], [♠ 8], [♠ 9], [♠ 10], [♠ 11], [♠ 12], [♠ 13], [♥ 1], [♥ 2], [♥ 3], [♥ 4], [♥ 5], [♥ 6], [♥ 7], [♥ 8], [♥ 9], [♥ 10], [♥ 11], [♥ 12], [♥ 13], [♣ 1], [♣ 2], [♣ 3], [♣ 4], [♣ 5], [♣ 6], [♣ 7], [♣ 8], [♣ 9], [♣ 10], [♣ 11], [♣ 12], [♣ 13], [♦ 1], [♦ 2], [♦ 3], [♦ 4], [♦ 5], [♦ 6], [♦ 7], [♦ 8], [♦ 9], [♦ 10], [♦ 11], [♦ 12], [♦ 13]]
洗过的牌:
[[♥ 11], [♥ 6], [♣ 13], [♣ 10], [♥ 13], [♠ 2], [♦ 1], [♥ 9], [♥ 12], [♦ 5], [♥ 8], [♠ 6], [♠ 3], [♥ 5], [♥ 1], [♦ 6], [♦ 13], [♣ 12], [♦ 12], [♣ 5], [♠ 4], [♣ 3], [♥ 7], [♦ 3], [♣ 2], [♠ 1], [♦ 2], [♥ 4], [♦ 8], [♠ 10], [♦ 11], [♥ 10], [♦ 7], [♣ 9], [♦ 4], [♣ 8], [♣ 7], [♠ 8], [♦ 9], [♠ 12], [♠ 11], [♣ 11], [♦ 10], [♠ 5], [♠ 13], [♠ 9], [♠ 7], [♣ 6], [♣ 4], [♥ 2], [♣ 1], [♥ 3]]
剩余的牌:
[[♦ 6], [♦ 13], [♣ 12], [♦ 12], [♣ 5], [♠ 4], [♣ 3], [♥ 7], [♦ 3], [♣ 2], [♠ 1], [♦ 2], [♥ 4], [♦ 8], [♠ 10], [♦ 11], [♥ 10], [♦ 7], [♣ 9], [♦ 4], [♣ 8], [♣ 7], [♠ 8], [♦ 9], [♠ 12], [♠ 11], [♣ 11], [♦ 10], [♠ 5], [♠ 13], [♠ 9], [♠ 7], [♣ 6], [♣ 4], [♥ 2], [♣ 1], [♥ 3]]
A 手中的牌:
[[♥ 11], [♣ 10], [♦ 1], [♦ 5], [♠ 3]]
B 手中的牌:
[[♥ 6], [♥ 13], [♥ 9], [♥ 8], [♥ 5]]
C 手中的牌:
[[♣ 13], [♠ 2], [♥ 12], [♠ 6], [♥ 1]]
```

6.2 杨辉三角

杨辉三角

7.顺序表的问题及思考

1. 顺序表中间/头部的插入删除，时间复杂度为O(N)
2. 增容需要申请新空间，拷贝数据，释放旧空间。会有不小的消耗。
3. 增容一般是呈2倍的增长，势必会有一定的空间浪费。例如当前容量为100，满了以后增容到200，我们再继续插入了5个数据，后面没有数据插入了，那么就浪费了95个数据空间。

思考： 如何解决以上问题呢?