

Java 容器

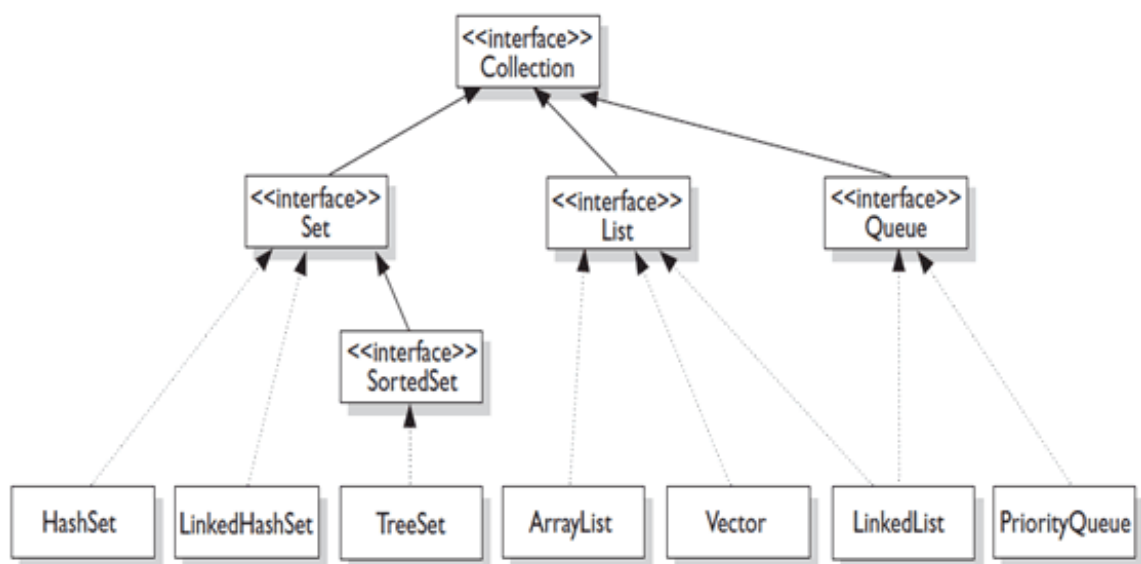
原作者github: <https://github.com/CyC2018/Interview-Notebook>

PDF制作github: <https://github.com/sjsdfg/Interview-Notebook-PDF>

一、概览

容器主要包括 Collection 和 Map 两种，Collection 又包含了 List、Set 以及 Queue。

Collection



1. Set

- HashSet：基于哈希实现，支持快速查找，但不支持有序性操作，例如根据一个范围查找元素的操作。并且失去了元素的插入顺序信息，也就是说使用 Iterator 遍历 HashSet 得到的结果是不确定的。
- TreeSet：基于红黑树实现，支持有序性操作，但是查找效率不如 HashSet，HashSet 查找时间复杂度为 $O(1)$ ，TreeSet 则为 $O(\log N)$ 。

- `LinkedHashSet` : 具有 `HashSet` 的查找效率，且内部使用链表维护元素的插入顺序。

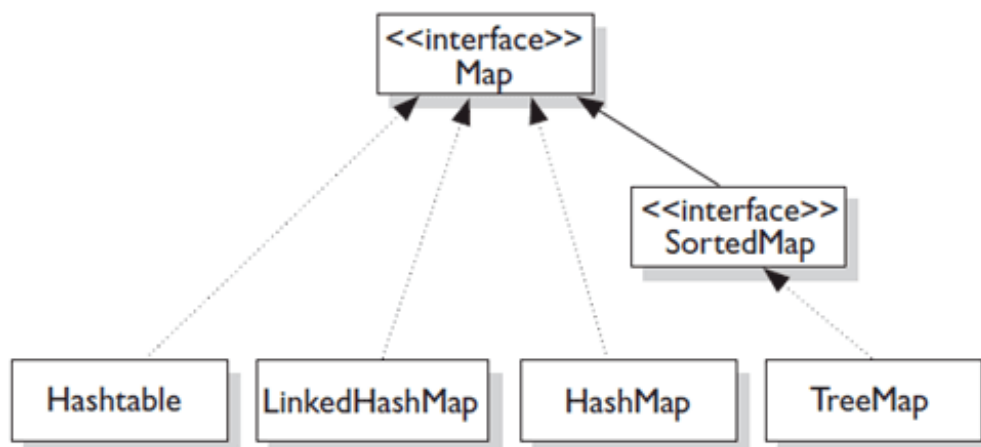
2. List

- `ArrayList` : 基于动态数组实现，支持随机访问。
- `Vector` : 和 `ArrayList` 类似，但它是线程安全的。
- `LinkedList` : 基于双向链表实现，只能顺序访问，但是可以快速地在链表中间插入和删除元素。不仅如此，`LinkedList` 还可以用作栈、队列和双向队列。

3. Queue

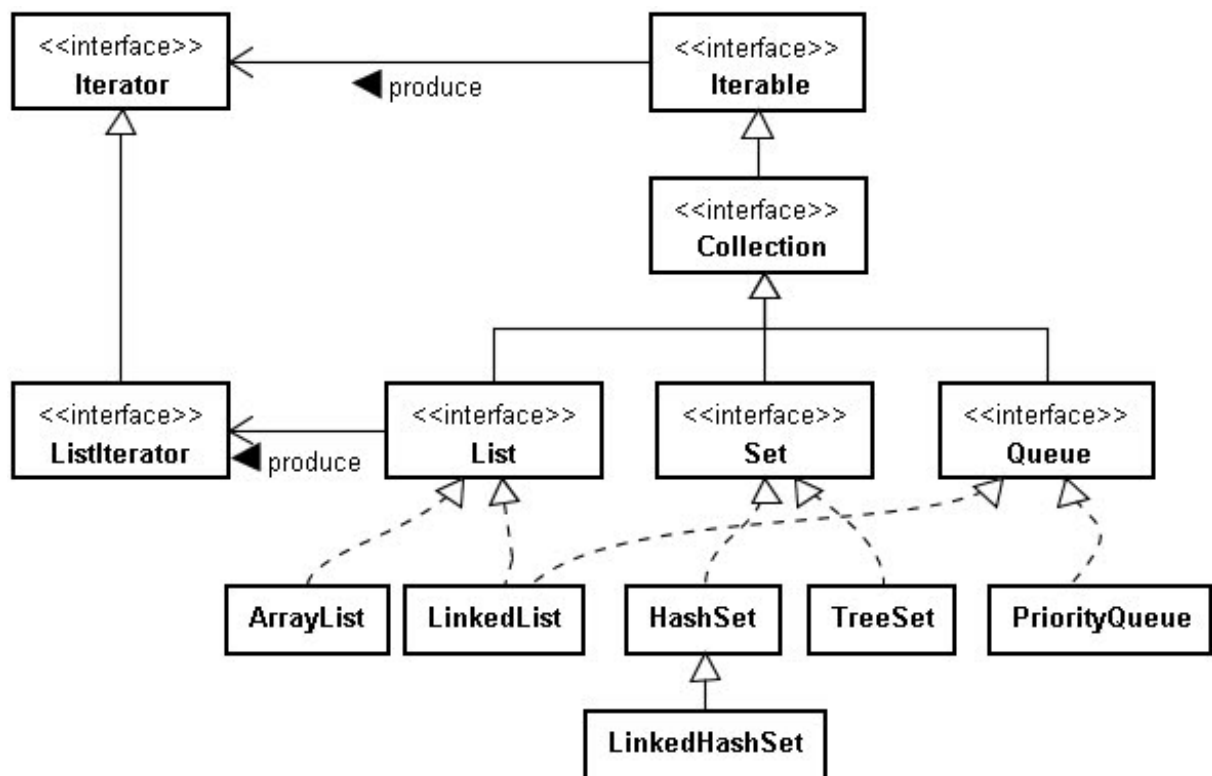
- `LinkedList` : 可以用它来实现双向队列。
- `PriorityQueue` : 基于堆结构实现，可以用它来实现优先队列。

Map



二、容器中的设计模式

迭代器模式



```
1. List<String> list = new ArrayList<>();
2. list.add("a");
3. list.add("b");
4. for (String item : list) {
5.     System.out.println(item);
6. }
```

适配器模式

`java.util.Arrays.asList()` 可以把数组类型转换为 `List` 类型。

```
1. @SafeVarargs
2. public static <T> List<T> asList(T... a)
```

应该注意的是 `asList()` 的参数为泛型的变长参数，不能使用基本类型数组作为参数，只能使用相应的包装类型数组。

```
1. Integer[] arr = {1, 2, 3};
2. List list = Arrays.asList(arr);
```

也可以使用以下方式使用 `asList()` :

```
1. List list = Arrays.asList(1,2,3);
```

三、源码分析

如果没有特别说明，以下源码分析基于 JDK 1.8。

在 IDEA 中 double shift 调出 Search Everywhere，查找源码文件，找到之后就可以阅读源码。

ArrayList

1. 概览

实现了 `RandomAccess` 接口，因此支持随机访问，这是理所当然的，因为 `ArrayList` 是基于数组实现的。

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

数组的默认大小为 10。

```
1. private static final int DEFAULT_CAPACITY = 10;
```

2. 序列化

基于数组实现，保存元素的数组使用 `transient` 修饰，该关键字声明数组默认不会被序列化。`ArrayList` 具有动态扩容特性，因此保存元素的数组不一定会被使用，那么就没必要全部进行序列化。`ArrayList` 重写了 `writeObject()` 和 `readObject()` 来控制只序列化数组中有元素填充那部分内容。

```
1. transient Object[] elementData; // non-private to simplify nested class access
```

3. 扩容

添加元素时使用 `ensureCapacityInternal()` 方法来保证容量足够，如果不够时，需要使用 `grow()` 方法进行扩容，新容量的大小为 `oldCapacity + (oldCapacity >> 1)`，也就是旧容量的 1.5 倍。

扩容操作需要调用 `Arrays.copyOf()` 把原数组整个复制到新数组中，这个操作代价很高，因此最好在创建 `ArrayList` 对象时就指定大概的容量大小，减少扩容操作的次数。

```
1. public boolean add(E e) {
2.     ensureCapacityInternal(size + 1); // Increments modCount!!
3.     elementData[size++] = e;
4.     return true;
5. }
6.
7. private void ensureCapacityInternal(int minCapacity) {
8.     if (elementData == DEFAULTCAPACITY_EMPTY_ELEMENTDATA) {
9.         minCapacity = Math.max(DEFAULT_CAPACITY, minCapacity);
10.    }
11.    ensureExplicitCapacity(minCapacity);
12. }
13.
14. private void ensureExplicitCapacity(int minCapacity) {
15.     modCount++;
16.     // overflow-conscious code
17.     if (minCapacity - elementData.length > 0)
18.         grow(minCapacity);
19. }
20.
21. private void grow(int minCapacity) {
22.     // overflow-conscious code
23.     int oldCapacity = elementData.length;
24.     int newCapacity = oldCapacity + (oldCapacity >> 1);
25.     if (newCapacity - minCapacity < 0)
26.         newCapacity = minCapacity;
27.     if (newCapacity - MAX_ARRAY_SIZE > 0)
28.         newCapacity = hugeCapacity(minCapacity);
29.     // minCapacity is usually close to size, so this is a win:
```

```
30.     elementData = Arrays.copyOf(elementData, newCapacity);
31. }
```

4. 删除元素

需要调用 `System.arraycopy()` 将 `index+1` 后面的元素都复制到 `index` 位置上。

```
1.  public E remove(int index) {
2.     rangeCheck(index);
3.     modCount++;
4.     E oldValue = elementData(index);
5.     int numMoved = size - index - 1;
6.     if (numMoved > 0)
7.         System.arraycopy(elementData, index+1, elementData, index, numM
oved);
8.     elementData[--size] = null; // clear to let GC do its work
9.     return oldValue;
10. }
```

5. Fail-Fast

`modCount` 用来记录 `ArrayList` 结构发生变化的次数。结构发生变化是指添加或者删除至少一个元素的所有操作，或者是调整内部数组的大小，仅仅只是设置元素的值不算结构发生变化。

在进行序列化或者迭代等操作时，需要比较操作前后 `modCount` 是否改变，如果改变了需要抛出 `ConcurrentModificationException`。

```
1.  private void writeObject(java.io.ObjectOutputStream s)
2.     throws java.io.IOException{
3.     // Write out element count, and any hidden stuff
4.     int expectedModCount = modCount;
5.     s.defaultWriteObject();
6.
7.     // Write out size as capacity for behavioural compatibility with c
lone()
8.     s.writeInt(size);
9.
10.    // Write out all elements in the proper order.
11.    for (int i=0; i<size; i++) {
12.        s.writeObject(elementData[i]);
```

```
13.     }
14.
15.     if (modCount != expectedModCount) {
16.         throw new ConcurrentModificationException();
17.     }
18. }
```

Vector

1. 同步

它的实现与 ArrayList 类似，但是使用了 synchronized 进行同步。

```
1.  public synchronized boolean add(E e) {
2.      modCount++;
3.      ensureCapacityHelper(elementCount + 1);
4.      elementData[elementCount++] = e;
5.      return true;
6.  }
7.
8.  public synchronized E get(int index) {
9.      if (index >= elementCount)
10.         throw new ArrayIndexOutOfBoundsException(index);
11.
12.      return elementData(index);
13.  }
```

2. 与 ArrayList 的区别

- Vector 是同步的，因此开销就比 ArrayList 要大，访问速度更慢。最好使用 ArrayList 而不是 Vector，因为同步操作完全可以由程序员自己来控制；
- Vector 每次扩容请求其大小的 2 倍空间，而 ArrayList 是 1.5 倍。

3. 替代方案

为了获得线程安全的 ArrayList，可以使用 `Collections.synchronizedList()` 得到一个线程安全的 ArrayList。

```
1. List<String> list = new ArrayList<>();
2. List<String> synList = Collections.synchronizedList(list);
```

也可以使用 concurrent 并发包下的 CopyOnWriteArrayList 类。

```
1. List<String> list = new CopyOnWriteArrayList<>();
```

CopyOnWriteArrayList

读写分离

写操作在一个复制的数组上进行，读操作还是在原始数组中进行，读写分离，互不影响。

写操作需要加锁，防止同时并发写入时导致的写入数据丢失。

写操作结束之后需要把原始数组指向新的复制数组。

```
1. public boolean add(E e) {
2.     final ReentrantLock lock = this.lock;
3.     lock.lock();
4.     try {
5.         Object[] elements = getArray();
6.         int len = elements.length;
7.         Object[] newElements = Arrays.copyOf(elements, len + 1);
8.         newElements[len] = e;
9.         setArray(newElements);
10.        return true;
11.    } finally {
12.        lock.unlock();
13.    }
14. }
15.
16. final void setArray(Object[] a) {
17.     array = a;
18. }
```

```
1. @SuppressWarnings("unchecked")
2. private E get(Object[] a, int index) {
```



```
3.     return (E) a[index];  
4. }
```

适用场景

CopyOnWriteArrayList 在写操作的同时允许读操作，大大提高了读操作的性能，因此很适合读多写少的应用场景。

但是 CopyOnWriteArrayList 有其缺陷：

- 内存占用：在写操作时需要复制一个新的数组，使得内存占用为原来的两倍左右；
- 数据不一致：读操作不能读取实时性的数据，因为部分写操作的数据还未同步到读数组中。

所以 CopyOnWriteArrayList 不适合内存敏感以及对实时性要求很高的场景。

LinkedList

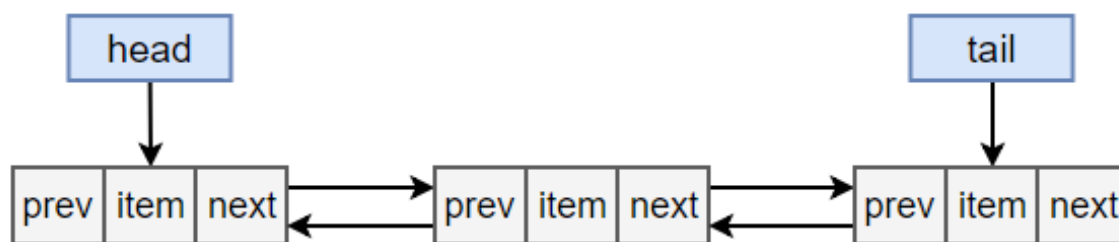
1. 概览

基于双向链表实现，内部使用 Node 来存储链表节点信息。

```
1.     private static class Node<E> {  
2.         E item;  
3.         Node<E> next;  
4.         Node<E> prev;  
5.     }
```

每个链表存储了 first 和 last 指针：

```
1.     transient Node<E> first;  
2.     transient Node<E> last;
```



2. ArrayList 与 LinkedList

- ArrayList 基于动态数组实现，LinkedList 基于双向链表实现；
- ArrayList 支持随机访问，LinkedList 不支持；
- LinkedList 在任意位置添加删除元素更快。

HashMap

为了便于理解，以下源码分析以 JDK 1.7 为主。

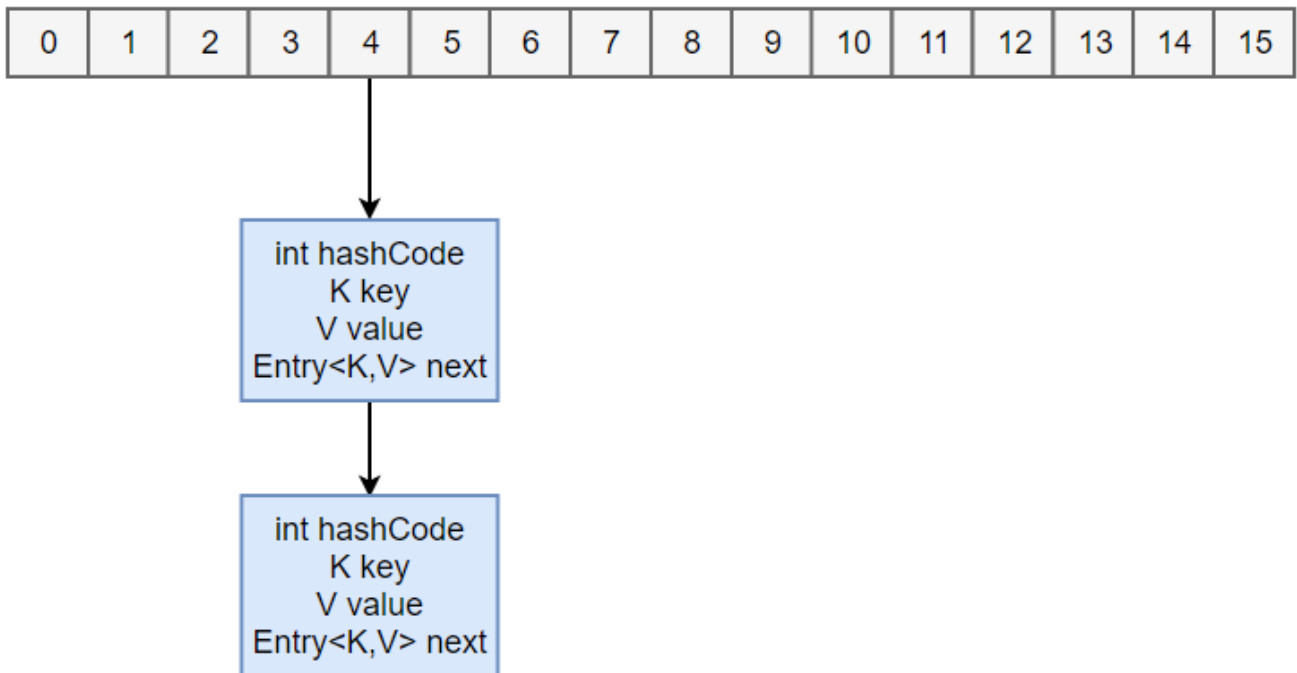
1. 存储结构

内部包含了一个 Entry 类型的数组 table。

```
1. transient Entry[] table;
```

其中，Entry 就是存储数据的键值对，它包含了四个字段。从 next 字段我们可以看出 Entry 是一个链表，即数组中的每个位置被当成一个桶，一个桶存放一个链表，链表中存放哈希值相同的 Entry。也就是说，HashMap 使用拉链法来解决冲突。

Entry<K,V>[] table



```
1. static class Entry<K,V> implements Map.Entry<K,V> {
2.     final K key;
3.     V value;
4.     Entry<K,V> next;
5.     int hash;
6.
7.     Entry(int h, K k, V v, Entry<K,V> n) {
8.         value = v;
9.         next = n;
10.        key = k;
11.        hash = h;
12.    }
13.
14.    public final K getKey() {
15.        return key;
16.    }
17.
18.    public final V getValue() {
19.        return value;
20.    }
21.
22.    public final V setValue(V newValue) {
23.        V oldValue = value;
```

```

24.         value = newValue;
25.         return oldValue;
26.     }
27.
28.     public final boolean equals(Object o) {
29.         if (!(o instanceof Map.Entry))
30.             return false;
31.         Map.Entry e = (Map.Entry)o;
32.         Object k1 = getKey();
33.         Object k2 = e.getKey();
34.         if (k1 == k2 || (k1 != null && k1.equals(k2))) {
35.             Object v1 = getValue();
36.             Object v2 = e.getValue();
37.             if (v1 == v2 || (v1 != null && v1.equals(v2)))
38.                 return true;
39.         }
40.         return false;
41.     }
42.
43.     public final int hashCode() {
44.         return Objects.hashCode(getKey()) ^ Objects.hashCode(getValue()
45.     );
46.     }
47.
48.     public final String toString() {
49.         return getKey() + "=" + getValue();
50.     }
51.
52.     /**
53.      * This method is invoked whenever the value in an entry is
54.      * overwritten by an invocation of put(k,v) for a key k that's alr
55.      eady
56.      * in the HashMap.
57.      */
58.
59.     void recordAccess(HashMap<K,V> m) {
60.     }
61.
62.     /**
63.      * This method is invoked whenever the entry is
64.      * removed from the table.
65.      */
66.
67.     void recordRemoval(HashMap<K,V> m) {
68.     }

```

2. 拉链法的工作原理

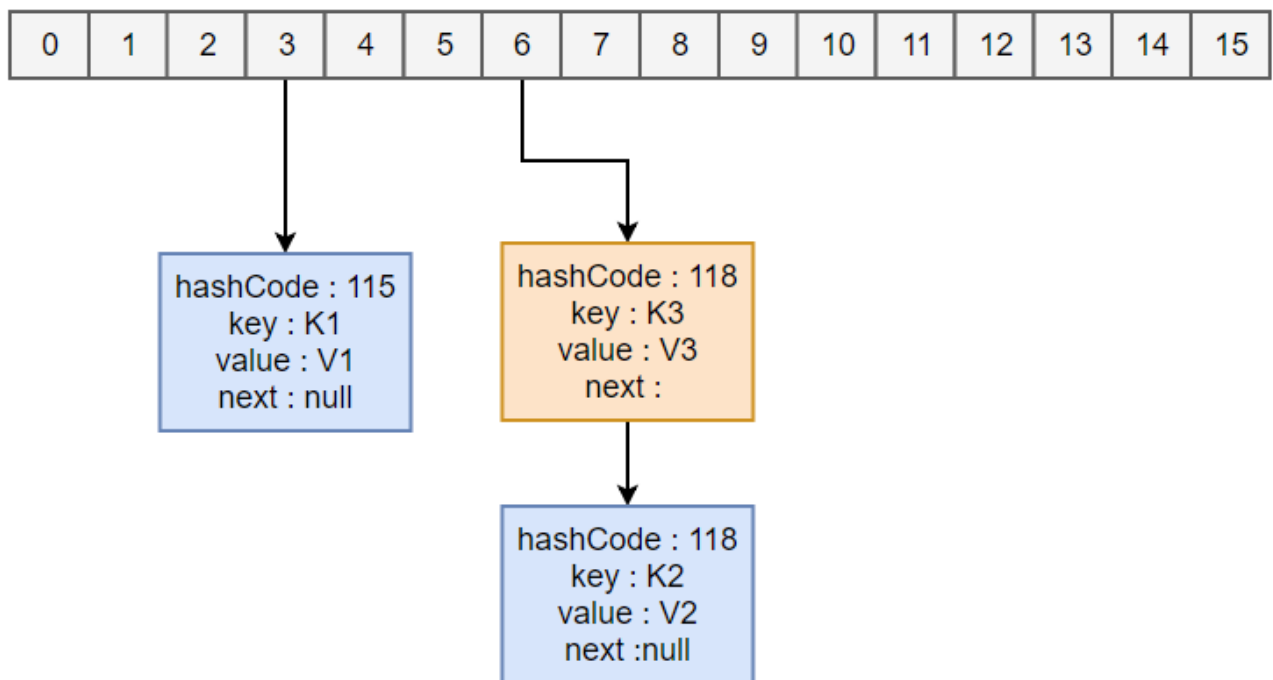
```
1.  HashMap<String, String> map = new HashMap<>();
2.  map.put("K1", "V1");
3.  map.put("K2", "V2");
4.  map.put("K3", "V3");
```

- 新建一个 HashMap，默认大小为 16；
- 插入 <K1,V1> 键值对，先计算 K1 的 hashCode 为 115，使用除留余数法得到所在的桶下标 $115\%16=3$ 。
- 插入 <K2,V2> 键值对，先计算 K2 的 hashCode 为 118，使用除留余数法得到所在的桶下标 $118\%16=6$ 。
- 插入 <K3,V3> 键值对，先计算 K3 的 hashCode 为 118，使用除留余数法得到所在的桶下标 $118\%16=6$ ，插在 <K2,V2> 前面。

应该注意到链表的插入是以头插法方式进行的，例如上面的 <K3,V3> 不是插在 <K2,V2> 后面，而是插入在链表头部。

查找需要分成两步进行：

- 计算键值对所在的桶；
- 在链表上顺序查找，时间复杂度显然和链表的长度成正比。



3. put 操作

```
1. public V put(K key, V value) {
2.     if (table == EMPTY_TABLE) {
3.         inflateTable(threshold);
4.     }
5.     // 键为 null 单独处理
6.     if (key == null)
7.         return putForNullKey(value);
8.     int hash = hash(key);
9.     // 确定桶下标
10.    int i = indexFor(hash, table.length);
11.    // 先找出是否已经存在键为 key 的键值对, 如果存在的话就更新这个键值对的值为 value
12.    for (Entry<K,V> e = table[i]; e != null; e = e.next) {
13.        Object k;
14.        if (e.hash == hash && ((k = e.key) == key || key.equals(k))) {
15.            V oldValue = e.value;
16.            e.value = value;
17.            e.recordAccess(this);
18.            return oldValue;
19.        }
20.    }
```

```

20.     }
21.
22.     modCount++;
23.     // 插入新键值对
24.     addEntry(hash, key, value, i);
25.     return null;
26. }

```

HashMap 允许插入键为 null 的键值对。因为无法调用 null 的 hashCode(), 也就无法确定该键值对的桶下标, 只能通过强制指定一个桶下标来存放。HashMap 使用第 0 个桶存放键为 null 的键值对。

```

1.  private V putForNullKey(V value) {
2.      for (Entry<K,V> e = table[0]; e != null; e = e.next) {
3.          if (e.key == null) {
4.              V oldValue = e.value;
5.              e.value = value;
6.              e.recordAccess(this);
7.              return oldValue;
8.          }
9.      }
10.     modCount++;
11.     addEntry(0, null, value, 0);
12.     return null;
13. }

```

使用链表的头插法, 也就是新的键值对插在链表的头部, 而不是链表的尾部。

```

1.  void addEntry(int hash, K key, V value, int bucketIndex) {
2.      if ((size >= threshold) && (null != table[bucketIndex])) {
3.          resize(2 * table.length);
4.          hash = (null != key) ? hash(key) : 0;
5.          bucketIndex = indexFor(hash, table.length);
6.      }
7.
8.      createEntry(hash, key, value, bucketIndex);
9.  }
10.
11. void createEntry(int hash, K key, V value, int bucketIndex) {
12.     Entry<K,V> e = table[bucketIndex];
13.     // 头插法, 链表头部指向新的键值对
14.     table[bucketIndex] = new Entry<>(hash, key, value, e);

```

```
15.     size++;
16. }
```

```
1.  Entry(int h, K k, V v, Entry<K,V> n) {
2.     value = v;
3.     next = n;
4.     key = k;
5.     hash = h;
6. }
```

4. 确定桶下标

很多操作都需要先确定一个键值对所在的桶下标。

```
1.  int hash = hash(key);
2.  int i = indexFor(hash, table.length);
```

(一) 计算 hash 值

```
1.  final int hash(Object k) {
2.     int h = hashSeed;
3.     if (0 != h && k instanceof String) {
4.         return sun.misc.Hashing.stringHash32((String) k);
5.     }
6.
7.     h ^= k.hashCode();
8.
9.     // This function ensures that hashCodes that differ only by
10.    // constant multiples at each bit position have a bounded
11.    // number of collisions (approximately 8 at default load factor).
12.    h ^= (h >>> 20) ^ (h >>> 12);
13.    return h ^ (h >>> 7) ^ (h >>> 4);
14. }
```

```
1.  public final int hashCode() {
2.     return Objects.hashCode(key) ^ Objects.hashCode(value);
3. }
```

(二) 取模

令 $x = 1 < 4$ ，即 x 为 2 的 4 次方，它具有以下性质：

```
1.   x       : 00010000
2.   x-1     : 00001111
```

令一个数 y 与 $x-1$ 做与运算，可以去除 y 位级表示的第 4 位以上数：

```
1.   y       : 10110010
2.   x-1     : 00001111
3.   y&(x-1) : 00000010
```

这个性质和 y 对 x 取模效果是一样的：

```
1.   x       : 00010000
2.   y       : 10110010
3.   y%x     : 00000010
```

我们知道，位运算的代价比求模运算小的多，因此在进行这种计算时用位运算的话能带来更高的性能。

确定桶下标的最后一步是将 key 的 $hash$ 值对桶个数取模： $hash \% capacity$ ，如果能保证 $capacity$ 为 2 的 n 次方，那么就可以将这个操作转换为位运算。

```
1.   static int indexFor(int h, int length) {
2.       return h & (length-1);
3.   }
```

5. 扩容-基本原理

设 $HashMap$ 的 $table$ 长度为 M ，需要存储的键值对数量为 N ，如果哈希函数满足均匀性的要求，那么每条链表的长度大约为 N/M ，因此平均查找次数的复杂度为 $O(N/M)$ 。

为了让查找的成本降低，应该尽可能使得 N/M 尽可能小，因此需要保证 M 尽可能大，也就是说 $table$ 要尽可能大。 $HashMap$ 采用动态扩容来根据当前的 N 值来调整 M 值，使得空间效率和时间效率都能得到保证。

和扩容相关的参数主要有：capacity、size、threshold 和 load_factor。

参数	含义
capacity	table 的容量大小，默认为 16，需要注意的是 capacity 必须保证为 2 的 n 次方。
size	table 的实际使用量。
threshold	size 的临界值，size 必须小于 threshold，如果大于等于，就必须进行扩容操作。

load_factor 装载因子，table 能够使用的比例， $\text{threshold} = \text{capacity} * \text{load_factor}$ 。

```
1.  static final int DEFAULT_INITIAL_CAPACITY = 16;
2.
3.  static final int MAXIMUM_CAPACITY = 1 << 30;
4.
5.  static final float DEFAULT_LOAD_FACTOR = 0.75f;
6.
7.  transient Entry[] table;
8.
9.  transient int size;
10.
11.  int threshold;
12.
13.  final float loadFactor;
14.
15.  transient int modCount;
```

从下面的添加元素代码中可以看出，当需要扩容时，令 capacity 为原来的两倍。

```
1.  void addEntry(int hash, K key, V value, int bucketIndex) {
2.      Entry<K,V> e = table[bucketIndex];
3.      table[bucketIndex] = new Entry<>(hash, key, value, e);
4.      if (size++ >= threshold)
5.          resize(2 * table.length);
6.  }
```

扩容使用 resize() 实现，需要注意的是，扩容操作同样需要把旧 table 的所有键值对重新插入新的 table 中，因此这一步是很费时的。

```
1.  void resize(int newCapacity) {
2.      Entry[] oldTable = table;
```

```

3.     int oldCapacity = oldTable.length;
4.     if (oldCapacity == MAXIMUM_CAPACITY) {
5.         threshold = Integer.MAX_VALUE;
6.         return;
7.     }
8.     Entry[] newTable = new Entry[newCapacity];
9.     transfer(newTable);
10.    table = newTable;
11.    threshold = (int) (newCapacity * loadFactor);
12. }
13.
14. void transfer(Entry[] newTable) {
15.     Entry[] src = table;
16.     int newCapacity = newTable.length;
17.     for (int j = 0; j < src.length; j++) {
18.         Entry<K,V> e = src[j];
19.         if (e != null) {
20.             src[j] = null;
21.             do {
22.                 Entry<K,V> next = e.next;
23.                 int i = indexFor(e.hash, newCapacity);
24.                 e.next = newTable[i];
25.                 newTable[i] = e;
26.                 e = next;
27.             } while (e != null);
28.         }
29.     }
30. }

```

6. 扩容-重新计算桶下标

在进行扩容时，需要把键值对重新放到对应的桶上。HashMap 使用了一个特殊的机制，可以降低重新计算桶下标的操作。

假设原数组长度 capacity 为 8，扩容之后 new capacity 为 16：

```

1.    capacity      : 00010000
2.    new capacity : 00100000

```

对于一个 Key，它的哈希值如果在第 6 位上为 0，那么取模得到的结果和之前一样；如果为 1，那么得到的结果为原来的结果 + 8。

7. 扩容-计算数组容量

HashMap 构造函数允许用户传入的容量不是 2 的 n 次方，因为它可以自动地将传入的容量转换为 2 的 n 次方。

先考虑如何求一个数的掩码，对于 10010000，它的掩码为 11111111，可以使用以下方法得到：

```
1.  mask |= mask >> 1    11011000
2.  mask |= mask >> 2    11111100
3.  mask |= mask >> 4    11111111
```

mask+1 是大于原始数字的最小的 2 的 n 次方。

```
1.  num      10010000
2.  mask+1 100000000
```

以下是 HashMap 中计算数组容量的代码：

```
1.  static final int tableSizeFor(int cap) {
2.      int n = cap - 1;
3.      n |= n >>> 1;
4.      n |= n >>> 2;
5.      n |= n >>> 4;
6.      n |= n >>> 8;
7.      n |= n >>> 16;
8.      return (n < 0) ? 1 : (n >= MAXIMUM_CAPACITY) ? MAXIMUM_CAPACITY : n
9.      + 1;
}
```

8. 链表转红黑树

从 JDK 1.8 开始，一个桶存储的链表长度大于 8 时会将链表转换为红黑树。

9. HashMap 与 HashTable

- HashTable 使用 synchronized 来进行同步。

- HashMap 可以插入键为 null 的 Entry。
- HashMap 的迭代器是 fail-fast 迭代器。
- HashMap 不能保证随着时间的推移 Map 中的元素次序是不变的。

ConcurrentHashMap

1. 存储结构

```
1. static final class HashEntry<K,V> {  
2.     final int hash;  
3.     final K key;  
4.     volatile V value;  
5.     volatile HashEntry<K,V> next;  
6. }
```

ConcurrentHashMap 和 HashMap 实现上类似，最主要的差别是 ConcurrentHashMap 采用了分段锁（Segment），每个分段锁维护着几个桶（HashEntry），多个线程可以同时访问不同分段锁上的桶，从而使其并发度更高（并发度就是 Segment 的个数）。

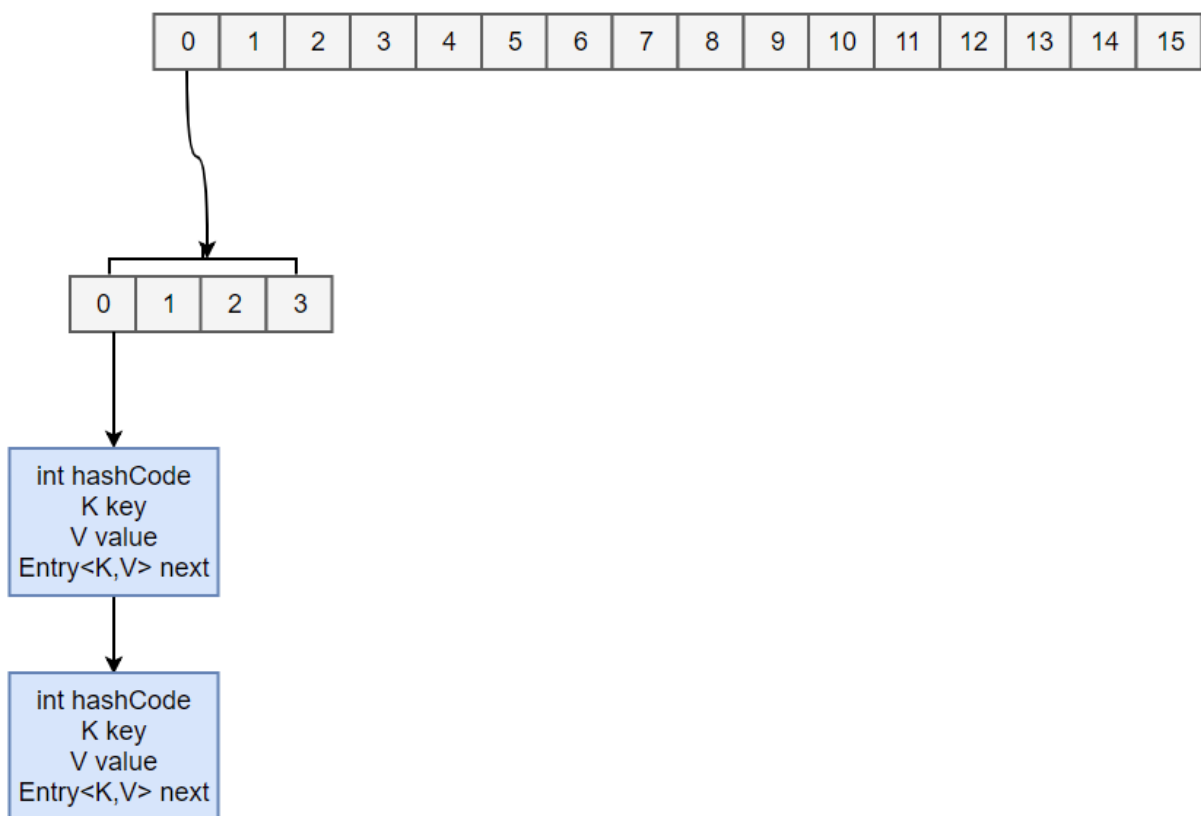
Segment 继承自 ReentrantLock。

```
1. static final class Segment<K,V> extends ReentrantLock implements Serial  
   izable {  
2.  
3.     private static final long serialVersionUID = 2249069246763182397L;  
4.  
5.     static final int MAX_SCAN_RETRIES =  
6.         Runtime.getRuntime().availableProcessors() > 1 ? 64 : 1;  
7.  
8.     transient volatile HashEntry<K,V>[] table;  
9.  
10.    transient int count;  
11.  
12.    transient int modCount;  
13.  
14.    transient int threshold;  
15.  
16.    final float loadFactor;  
17. }
```

```
1. final Segment<K,V>[] segments;
```

默认的并发级别为 16，也就是说默认创建 16 个 Segment。

```
1. static final int DEFAULT_CONCURRENCY_LEVEL = 16;
```



2. size 操作

每个 Segment 维护了一个 `count` 变量来统计该 Segment 中的键值对个数。

```
1. /**  
2.  * The number of elements. Accessed only either within locks  
3.  * or among other volatile reads that maintain visibility.  
4.  */
```

```
5. transient int count;
```

在执行 size 操作时，需要遍历所有 Segment 然后把 count 累计起来。

ConcurrentHashMap 在执行 size 操作时先尝试不加锁，如果连续两次不加锁操作得到的结果一致，那么可以认为这个结果是正确的。

尝试次数使用 RETRIES_BEFORE_LOCK 定义，该值为 2，retries 初始值为 -1，因此尝试次数为 3。

如果尝试的次数超过 3 次，就需要对每个 Segment 加锁。

```
1.
2. /**
3.  * Number of unsynchronized retries in size and containsValue
4.  * methods before resorting to locking. This is used to avoid
5.  * unbounded retries if tables undergo continuous modification
6.  * which would make it impossible to obtain an accurate result.
7.  */
8. static final int RETRIES_BEFORE_LOCK = 2;
9.
10. public int size() {
11.     // Try a few times to get accurate count. On failure due to
12.     // continuous async changes in table, resort to locking.
13.     final Segment<K,V>[] segments = this.segments;
14.     int size;
15.     boolean overflow; // true if size overflows 32 bits
16.     long sum;          // sum of modCounts
17.     long last = 0L;    // previous sum
18.     int retries = -1; // first iteration isn't retry
19.     try {
20.         for (;;) {
21.             // 超过尝试次数，则对每个 Segment 加锁
22.             if (retries++ == RETRIES_BEFORE_LOCK) {
23.                 for (int j = 0; j < segments.length; ++j)
24.                     ensureSegment(j).lock(); // force creation
25.             }
26.             sum = 0L;
27.             size = 0;
28.             overflow = false;
29.             for (int j = 0; j < segments.length; ++j) {
30.                 Segment<K,V> seg = segmentAt(segments, j);
```

```

31.         if (seg != null) {
32.             sum += seg.modCount;
33.             int c = seg.count;
34.             if (c < 0 || (size += c) < 0)
35.                 overflow = true;
36.         }
37.     }
38.     // 连续两次得到的结果一致，则认为这个结果是正确的
39.     if (sum == last)
40.         break;
41.     last = sum;
42. }
43. } finally {
44.     if (retries > RETRIES_BEFORE_LOCK) {
45.         for (int j = 0; j < segments.length; ++j)
46.             segmentAt(segments, j).unlock();
47.     }
48. }
49. return overflow ? Integer.MAX_VALUE : size;
50. }

```

3. JDK 1.8 的改动

JDK 1.7 使用分段锁机制来实现并发更新操作，核心类为 `Segment`，它继承自重入锁 `ReentrantLock`，并发程度与 `Segment` 数量相等。

JDK 1.8 使用了 CAS 操作来支持更高的并发度，在 CAS 操作失败时使用内置锁 `synchronized`。

并且 JDK 1.8 的实现也在链表过长时会转换为红黑树。

LinkedHashMap

存储结构

继承自 `HashMap`，因此具有和 `HashMap` 一样的快速查找特性。

```

1. public class LinkedHashMap<K,V> extends HashMap<K,V> implements Map<K,V>

```


>

内存维护了一个双向循环链表，用来维护插入顺序或者 LRU 顺序。

```
1.  /**
2.   * The head (eldest) of the doubly linked list.
3.   */
4.  transient LinkedHashMap.Entry<K,V> head;
5.
6.  /**
7.   * The tail (youngest) of the doubly linked list.
8.   */
9.  transient LinkedHashMap.Entry<K,V> tail;
```

顺序使用 `accessOrder` 来决定，默认为 `false`，此时使用的是插入顺序。

```
1.  final boolean accessOrder;
```

`LinkedHashMap` 最重要的是以下用于记录顺序的函数，它们会在 `put`、`get` 等方法中调用。

```
1.  void afterNodeAccess(Node<K,V> p) { }
2.  void afterNodeInsertion(boolean evict) { }
```

afterNodeAccess()

当一个 `Node` 被访问时，如果 `accessOrder` 为 `true`，会将它移到链表尾部。也就是说指定为 LRU 顺序之后，在每次访问一个节点时，会将这个节点移到链表尾部，保证链表尾部是最近访问的节点，那么链表首部就是最近最久未使用的节点。

```
1.  void afterNodeAccess(Node<K,V> e) { // move node to last
2.      LinkedHashMap.Entry<K,V> last;
3.      if (accessOrder && (last = tail) != e) {
4.          LinkedHashMap.Entry<K,V> p =
5.              (LinkedHashMap.Entry<K,V>)e, b = p.before, a = p.after;
6.          p.after = null;
7.          if (b == null)
8.              head = a;
9.          else
10.             b.after = a;
```

```

11.         if (a != null)
12.             a.before = b;
13.         else
14.             last = b;
15.         if (last == null)
16.             head = p;
17.         else {
18.             p.before = last;
19.             last.after = p;
20.         }
21.         tail = p;
22.         ++modCount;
23.     }
24. }

```

afterNodeInsertion()

在 put 等操作之后执行，当 removeEldestEntry() 方法返回 true 时会移除最晚的节点，也就是链表首部节点 first。

evict 只有在构建 Map 的时候才为 false，在这里为 true。

```

1.     void afterNodeInsertion(boolean evict) { // possibly remove eldest
2.         LinkedHashMap.Entry<K,V> first;
3.         if (evict && (first = head) != null && removeEldestEntry(first)) {
4.             K key = first.key;
5.             removeNode(hash(key), key, null, false, true);
6.         }
7.     }

```

removeEldestEntry() 默认为 false，如果需要让它为 true，需要继承 LinkedHashMap 并且覆盖这个方法的实现，这在实现 LRU 的缓存中特别有用，通过移除最近最久未使用的节点，从而保证缓存空间足够，并且缓存的数据都是热点数据。

```

1.     protected boolean removeEldestEntry(Map.Entry<K,V> eldest) {
2.         return false;
3.     }

```

LRU 缓存

以下是使用 LinkedHashMap 实现的一个 LRU 缓存，设定最大缓存空间 MAX_ENTRIES 为 3。使用 LinkedHashMap 的构造函数将 accessOrder 设置为 true，开启 LUR 顺序。覆盖 removeEldestEntry() 方法实现，在节点多于 MAX_ENTRIES 就会将最近最久未使用的数据移除。

```
1. class LRUCache<K, V> extends LinkedHashMap<K, V> {
2.     private static final int MAX_ENTRIES = 3;
3.
4.     protected boolean removeEldestEntry(Map.Entry eldest) {
5.         return size() > MAX_ENTRIES;
6.     }
7.
8.     LRUCache() {
9.         super(MAX_ENTRIES, 0.75f, true);
10.    }
11. }
```

```
1. public static void main(String[] args) {
2.     LRUCache<Integer, String> cache = new LRUCache<>();
3.     cache.put(1, "a");
4.     cache.put(2, "b");
5.     cache.put(3, "c");
6.     cache.get(1);
7.     cache.put(4, "d");
8.     System.out.println(cache.keySet());
9. }
```

```
1. [3, 1, 4]
```

WeakHashMap

存储结构

WeakHashMap 的 Entry 继承自 WeakReference，被 WeakReference 关联的对象在下次垃圾回收时会被回收。

WeakHashMap 主要用来实现缓存，通过使用 WeakHashMap 来引用缓存对象，由 JVM 对

这部分缓存进行回收。

```
1. private static class Entry<K,V> extends WeakReference<Object> implements Map.Entry<K,V>
```

ConcurrentCache

Tomcat 中的 ConcurrentCache 就使用了 WeakHashMap 来实现缓存功能。

ConcurrentCache 采取的是分代缓存：

- 经常使用的对象放入 eden 中，eden 使用 ConcurrentHashMap 实现，不用担心会被回收（伊甸园）；
- 不常用的对象放入 longterm，longterm 使用 WeakHashMap 实现，用来存放比较老的对象，这些老对象会被垃圾收集器回收。

```
1. public final class ConcurrentCache<K, V> {
2.
3.     private final int size;
4.
5.     private final Map<K, V> eden;
6.
7.     private final Map<K, V> longterm;
8.
9.     public ConcurrentCache(int size) {
10.         this.size = size;
11.         this.eden = new ConcurrentHashMap<>(size);
12.         this.longterm = new WeakHashMap<>(size);
13.     }
14.
15.     public V get(K k) {
16.         V v = this.eden.get(k);
17.         if (v == null) {
18.             v = this.longterm.get(k);
19.             if (v != null)
20.                 this.eden.put(k, v);
21.         }
22.         return v;
23.     }
24.
25.     public void put(K k, V v) {
```

```
26.         if (this.eden.size() >= size) {
27.             this.longterm.putAll(this.eden);
28.             this.eden.clear();
29.         }
30.         this.eden.put(k, v);
31.     }
32. }
```

参考资料

- Eckel B. Java 编程思想 [M]. 机械工业出版社, 2002.
- [Java Collection Framework](#)
- [Iterator 模式](#)
- [Java 8 系列之重新认识 HashMap](#)
- [What is difference between HashMap and Hashtable in Java?](#)
- [Java 集合之 HashMap](#)
- [The principle of ConcurrentHashMap analysis](#)
- [探索 ConcurrentHashMap 高并发性的实现机制](#)
- [HashMap 相关面试题及其解答](#)
- [Java 集合细节（二）：asList 的缺陷](#)
- [Java Collection Framework – The LinkedList Class](#)

github: <https://github.com/sjsdfg/Interview-Notebook-PDF>