LinkedHashMap 源码解析 | MrBird

> HashMap 元素插入是无序的，为了让遍历顺序和插入顺序一致，我们可以使用 LinkedHashMap，其内部维护了一个双向链表来存储元素顺序，并且可以通过 accessOrder 属性控制遍顺序为插入顺序或者为访问顺序。

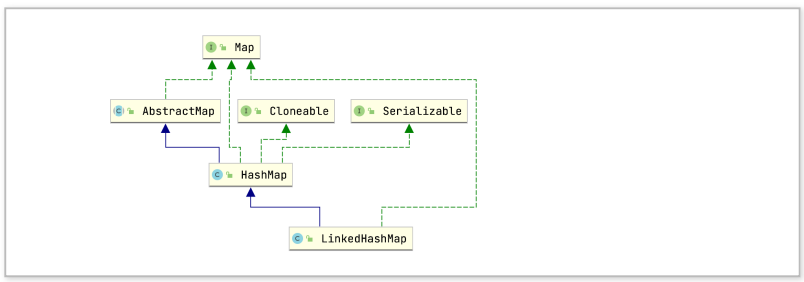
LinkedHashMap 源码解析

2020-09-02 | Visit count 1058058

HashMap 元素插入是无序的，为了让遍历顺序和插入顺序一致，我们可以使用 LinkedHashMap，其内部维护了一个双向链表来存储元素顺序，并且可以通过 accessOrder 属性控制遍顺序为插入顺序或者为访问顺序。本节将记录 LinkedHashMap 的内部实现原理，基于 JDK1.8，并且用 LinkedHashMap 实现一个简单的 LRU。

类结构

LinkedHashMap 类层级关系图：



LinkedHashMap 继承自 HashMap，大部分方法都是直接使用 HashMap 的。接着查看成员变量：

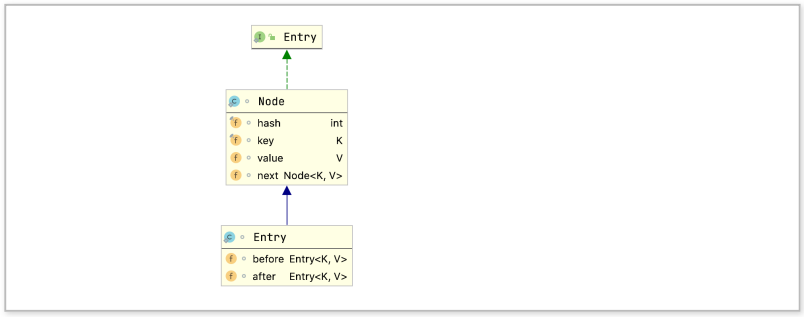
```
// 双向链表的头部节点（最早插入的，年纪最大的节点）
transient LinkedHashMap.Entry<K,V> head;

// 双向链表的尾部节点（最新插入的，年纪最小的节点）
transient LinkedHashMap.Entry<K,V> tail;

// 用于控制访问顺序，为true时，按插入顺序；为false时，按访问
final boolean accessOrder;
```

head 和 tail 使用 transient 修饰，原因在介绍 HashMap 源码的时候分析过。

LinkedHashMap 继承自 HashMap，所以内部存储数据的方式和 HashMap 一样，使用数组加链表（红黑树）的结构存储数据，LinkedHashMap 和 HashMap 相比，额外的维护了一个双向链表，用于存储节点的顺序。这个双向链表的类型为 LinkedHashMap.Entry：

```
static class Entry<K,V> extends HashMap.Node<K,V> {
    Entry<K,V> before, after;
    Entry(int hash, K key, V value, Node<K,V> next) {
        super(hash, key, value, next);
    }
}
```

LinkedHashMap.Entry 类层级关系图：



LinkedHashMap.Entry 继承自 HashMap 的 Node 类，新增了 before 和 after 属性，用于维护前继和后继节点，以此形成双向链表。

构造函数

LinkedHashMap 的构造函数其实没什么特别的，就是调用父类的构造器初始化 HashMap 的过程，只不过额外多了初始化 LinkedHashMap 的 accessOrder 属性的操作：

```
public LinkedHashMap(int initialCapacity, float loadFa
    super(initialCapacity, loadFactor);
    accessOrder = false;
}

public LinkedHashMap(int initialCapacity) {
    super(initialCapacity);
    accessOrder = false;
}

public LinkedHashMap() {
    super();
    accessOrder = false;
}

public LinkedHashMap(Map<? extends K, ? extends V> m) {
    super();
    accessOrder = false;
    putMapEntries(m, false);
}

public LinkedHashMap(int initialCapacity,
                     float loadFactor,
                     boolean accessOrder) {
    super(initialCapacity, loadFactor);
    this.accessOrder = accessOrder;
}
```

简单使用

在分析 LinkedHashMap 方法实现之前，我们先通过例子感受下 LinkedHashMap 的特性：

```
LinkedHashMap<String, Object> map = new LinkedHashMap<
map.put("1", "a");
map.put("6", "b");
map.put("3", "c");
System.out.println(map);

map.get("6");
System.out.println(map);

map.put("4", "d");
System.out.println(map);
```

输出：

```
{1=a, 6=b, 3=c}
{1=a, 6=b, 3=c}
{1=a, 6=b, 3=c, 4=d}
```

可以看到元素的输出顺序就是我们插入的顺序。

将 accessOrder 属性改为 true：

```
{1=a, 6=b, 3=c}
{1=a, 3=c, 6=b}
{1=a, 3=c, 6=b, 4=d}
```

可以看到，一开始输出 *{1=a, 6=b, 3=c}* 。当我们通过 get 方法访问 key 为 6 的键值对后，程序输出 *{1=a, 3=c, 6=b}* 。也就是说，当 accessOrder 属性为 true 时，元素按访问顺序排列，即最近访问的元素会被移动到双向列表的末尾。所谓的 “访问” 并不是只有 get 方法，符合 “访问” 一词的操作有 put、putIfAbsent、get、getOrDefault、compute、computeIfAbsent、computeIfPresent 和 merge 方法。

下面我们通过方法源码的分析就能清楚地知道 LinkedHashMap 是如何控制元素访问顺序的。

方法解析

put(K key, V value)

LinkedHashMap 并没有重写 put(K key, V value) 方法，直接使用 HashMap 的 put(K key, V value) 方法。那么问题就来了，既然 LinkedHashMap 没有重写 put(K key, V value)，那它是如何通过内部的双向链表维护元素顺序的？我们查看 put(K key, V value) 方法源码就能发现原因（因为 put(K key, V value) 源码在 Java-HashMap 底层实现原理 一节中已经剖析过，所以下面我们只在和 LinkedHashMap 功能相关的代码上添加注释）：

```
public V put(K key, V value) {
    return putVal(hash(key), key, value, false, true);
}

final V putVal(int hash, K key, V value, boolean onlyI
```

```
                boolean evict) {
    Node<K,V>[] tab; Node<K,V> p; int n, i;
    if ((tab = table) == null || (n = tab.length) == 0)
        n = (tab = resize()).length;
    if ((p = tab[i = (n - 1) & hash]) == null)
        // 创建节点
        tab[i] = newNode(hash, key, value, null);
    else {
        Node<K,V> e; K k;
        if (p.hash == hash &&
            ((k = p.key) == key || (key != null && key
            e = p;
        else if (p instanceof TreeNode)
            // 方法内部包含newTreeNode的操作
            e = ((TreeNode<K,V>)p).putTreeVal(this, tab
        else {
            for (int binCount = 0; ; ++binCount) {
                if ((e = p.next) == null) {
                    // 创建节点
                    p.next = newNode(hash, key, value,
                    if (binCount >= TREEIFY_THRESHOLD -
                        treeifyBin(tab, hash);
                    break;
                }
                if (e.hash == hash &&
                    ((k = e.key) == key || (key != null
                    break;
                p = e;
            }
        }
        if (e != null) { // existing mapping for key
            V oldValue = e.value;
            if (!onlyIfAbsent || oldValue == null)
                e.value = value;
            // 节点访问后续操作
            afterNodeAccess(e);
            return oldValue;
        }
    }
    ++modCount;
    if (++size > threshold)
        resize();
    // 节点插入后续操作
    afterNodeInsertion(evict);
    return null;
}
```

newNode 方法用于创建链表节点，LinkedHashMap 重写了 newNode 方法：

```
Node<K,V> newNode(int hash, K key, V value, Node<K,V> e
    // 创建LinkedHashMap.Entry实例
    LinkedHashMap.Entry<K,V> p =
        new LinkedHashMap.Entry<K,V>(hash, key, value,
    // 将新节点放入LinkedHashMap维护的双向链表尾部
    linkNodeLast(p);
    return p;
```

```
}

private void linkNodeLast(LinkedHashMap.Entry<K,V> p) {
    LinkedHashMap.Entry<K,V> last = tail;
    tail = p;
    // 如果尾节点为空，说明双向链表是空的，所以将该节点赋值
    if (last == null)
        head = p;
    else {
        // 否则将该节点放到双向链表的尾部
        p.before = last;
        last.after = p;
    }
}
```

可以看到，对于 LinkedHashMap 实例，put 操作内部创建的的节点类型为 LinkedHashMap.Entry，除了往 HashMap 内部 table 插入数据外，还往 LinkedHashMap 的双向链表尾部插入了数据。

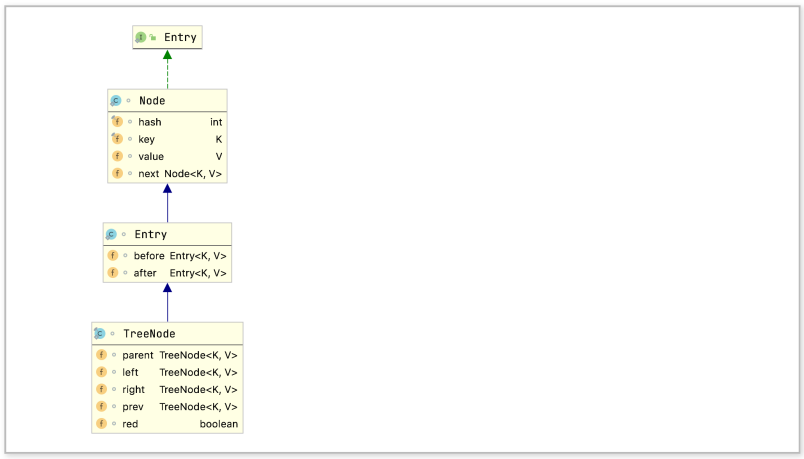
如果是往红黑树结构插入数据，那么 put 将调用 putTreeVal 方法往红黑树里插入节点，putTreeVal 方法内部通过 newTreeNode 方法创建树节点。LinkedHashMap 重写了 newTreeNode 方法：

```
TreeNode<K,V> newTreeNode(int hash, K key, V value, No
    // 创建TreeNode实例
    TreeNode<K,V> p = new TreeNode<K,V>(hash, key, valu
    // 将新节点放入LinkedHashMap维护的双向链表尾部
    linkNodeLast(p);
    return p;
}
```

节点类型为 TreeNode，那么这个类型是在哪里定义的呢？其实 TreeNode 为 HashMap 里定义的，查看其源码：

```
static final class TreeNode<K,V> extends LinkedHashMap
    TreeNode<K,V> parent;  // red-black tree links
    TreeNode<K,V> left;
    TreeNode<K,V> right;
    TreeNode<K,V> prev;    // needed to unlink next upo
    boolean red;
    TreeNode(int hash, K key, V val, Node<K,V> next) {
        super(hash, key, val, next);
    }

    ......
}
```

TreeNode 继承自 LinkedHashMap.Entry：



所以 TreeNode 也包含 before 和 after 属性，即使插入的节点类型为 TreeNode，依旧可以用 LinkedHashMap 双向链表维护节点顺序。

在 put 方法中，如果插入的 key 已经存在的话，还会执行 afterNodeAccess 操作，该方法在 HashMap 中为空方法：

```
void afterNodeAccess(Node<K,V> p) { }
```

afterNodeAccess 方法顾名思义，就是当节点被访问后执行某些操作。LinkedHashMap 重写了这个方法：

```
void afterNodeAccess(Node<K,V> e) { // move node to las
    LinkedHashMap.Entry<K,V> last;
    // 如果accessOrder属性为true，并且当前节点不是双向链表
    if (accessOrder && (last = tail) != e) {
        // 这部分逻辑也很好理解，就是将当前节点移动到双向链
        LinkedHashMap.Entry<K,V> p =
            (LinkedHashMap.Entry<K,V>)e, b = p.before,
        p.after = null;
        if (b == null)
            head = a;
        else
            b.after = a;
        if (a != null)
            a.before = b;
        else
            last = b;
        if (last == null)
            head = p;
        else {
            p.before = last;
            last.after = p;
        }
        tail = p;
        ++modCount;
```

```
    }
}
```

所以当 accessOrder 为 true 时候，调用 LinkedHashMap 的 put 方法，插入相同 key 值的键值对时，该键值对会被移动到尾部：

```
LinkedHashMap<String, Object> map = new LinkedHashMap<
map.put("1", "a");
map.put("6", "b");
map.put("3", "c");
System.out.println(map);
map.put("6", "b");
System.out.println(map);
```

程序输出：

```
{1=a, 6=b, 3=c}
{1=a, 3=c, 6=b}
```

在 put 方法尾部，还调用了 afterNodeInsertion 方法，方法顾名思义，用于插入节点后执行某些操作，该方法在 HashMap 中也是空方法：

```
void afterNodeInsertion(boolean evict) { }
```

LinkedHashMap 重写了该方法：

```
// 这里evict为true
void afterNodeInsertion(boolean evict) { // possibly r
    LinkedHashMap.Entry<K,V> first;
    // 如果头部节点不为空并且removeEldestEntry返回true的
    if (evict && (first = head) != null && removeEldes
        // 获取头部节点的key
        K key = first.key;
        // 调用父类HashMap的removeNode方法，删除节点
        removeNode(hash(key), key, null, false, true);
    }
}

protected boolean removeEldestEntry(Map.Entry<K,V> eld
    // 在LinkedHashMap中，该方法永远返回false
    return false;
}
```

基于这个特性，我们可以通过继承 LinkedHashMap 的方式重写 removeEldestEntry 方法，以此实现 LRU，下面再做实现。

你可能会问，removeNode 删除的是 HashMap 的 table 中的节点，那么用于维护节点顺序的双向链表不是也应该删除头部节点吗？为什么上面代码没有看到这部分操作？其实当你查看 removeNode 方法的源码就能看到这部分操作了：

```
final Node<K,V> removeNode(int hash, Object key, Objec
                           boolean matchValue, boolean
    Node<K,V>[] tab; Node<K,V> p; int n, index;
    if ((tab = table) != null && (n = tab.length) > 0 &
        (p = tab[index = (n - 1) & hash]) != null) {
        Node<K,V> node = null, e; K k; V v;
        if (p.hash == hash &&
            ((k = p.key) == key || (key != null && key
            node = p;
        else if ((e = p.next) != null) {
            if (p instanceof TreeNode)
                node = ((TreeNode<K,V>)p).getTreeNode(h
            else {
                do {
                    if (e.hash == hash &&
                        ((k = e.key) == key ||
                         (key != null && key.equals(k)))
                        node = e;
                        break;
                    }
                    p = e;
                } while ((e = e.next) != null);
            }
        }
        if (node != null && (!matchValue || (v = node.v
                             (value != null && value.eq
            if (node instanceof TreeNode)
                ((TreeNode<K,V>)node).removeTreeNode(th
            else if (node == p)
                tab[index] = node.next;
            else
                p.next = node.next;
            ++modCount;
            --size;
            // 节点删除后，执行后续操作
            afterNodeRemoval(node);
            return node;
        }
    }
    return null;
}
```

afterNodeRemoval 方法顾名思义，用于节点删除后执行后续操作。该方法在 HashMap 中为空方法：

```
void afterNodeRemoval(Node<K,V> p) { }
```

LinkedHashMap 重写了该方法：

```
// 改变节点的前继后继引用
void afterNodeRemoval(Node<K,V> e) { // unlink
    LinkedHashMap.Entry<K,V> p =
        (LinkedHashMap.Entry<K,V>)e, b = p.before, a =
    p.before = p.after = null;
    if (b == null)
        head = a;
    else
        b.after = a;
    if (a == null)
        tail = b;
    else
        a.before = b;
}
```

通过该方法，我们就从 LinkedHashMap 的双向链表中删除了头部结点。

> 其实通过 put 方法我们就已经搞清楚了 LinkedHashMap 内部是如何通过双向链表维护键值对顺序的，但为了让文章更饱满一点，下面继续分析几个方法源码。

get(Object key)

LinkedHashMap 重写了 HashMap 的 get 方法：

```
public V get(Object key) {
    Node<K,V> e;
    if ((e = getNode(hash(key), key)) == null)
        return null;
    // 多了这一步操作，当accessOrder属性为true时，将key对
    if (accessOrder)
        afterNodeAccess(e);
    return e.value;
}
```

remove(Object key)

LinkedHashMap 没有重写 remove 方法，查看 HashMap 的 remove 方法：

```
public V remove(Object key) {
    Node<K,V> e;
    // 调用removeNode删除节点，removeNode方法内部调用了af
    // 方法时分析过了，所以不再赘述
    return (e = removeNode(hash(key), key, null, false,
        null : e.value;
}
```

迭代器

既然 LinkedHashMap 内部通过双向链表维护键值对顺序的话，那么我们可以猜测遍历 LinkedHashMap 实际就是遍历 LinkedHashMap 维护的双向链表：

查看 LinkedHashMap 类 entrySet 方法的实现：

```
public Set<Map.Entry<K,V>> entrySet() {
    Set<Map.Entry<K,V>> es;
    // 创建LinkedEntrySet
    return (es = entrySet) == null ? (entrySet = new L
}

final class LinkedEntrySet extends AbstractSet<Map.Entr
    public final int size()                 { return s
    public final void clear()               { LinkedHa
    public final Iterator<Map.Entry<K,V>> iterator() {
        // 迭代器类型为LinkedEntryIterator
        return new LinkedEntryIterator();
    }
    ......
}

// LinkedEntryIterator继承自LinkedHashIterator
final class LinkedEntryIterator extends LinkedHashIter
    implements Iterator<Map.Entry<K,V>> {
    // next方法内部调用LinkedHashIterator的nextNode方法
    public final Map.Entry<K,V> next() { return nextNo
}

abstract class LinkedHashIterator {
    LinkedHashMap.Entry<K,V> next;
    LinkedHashMap.Entry<K,V> current;
    int expectedModCount;

    LinkedHashIterator() {
        // 初始化时，将双向链表的头部节点赋值给next，说明遍
        // LinkedHashMap的双向链表头部开始的
        next = head;
```

```
            // 同样也有快速失败的特性
            expectedModCount = modCount;
            current = null;
        }

        public final boolean hasNext() {
            return next != null;
        }

        final LinkedHashMap.Entry<K,V> nextNode() {
            LinkedHashMap.Entry<K,V> e = next;
            if (modCount != expectedModCount)
                throw new ConcurrentModificationException(
            if (e == null)
                throw new NoSuchElementException();
            current = e;
            // 不断获取当前节点的after节点，遍历
            next = e.after;
            return e;
        }
        ......
    }
```

上述代码符合我们的猜测。

LRU 简单实现

LRU（Least Recently Used）指的是最近最少使用，是一种缓存淘汰算法，哪个最近不怎么用了就淘汰掉。

我们知道 LinkedHashMap 内的 removeEldestEntry 方法固定返回 false，并不会执行元素删除操作，所以我们可以通过继承 LinkedHashMap，重写 removeEldestEntry 方法来实现 LRU。

假如我们现在有如下需求：

用 LinkedHashMap 实现缓存，缓存最多只能存储 5 个元素，当元素个数超过 5 的时候，删除（淘汰）那些最近最少使用的数据，仅保存热点数据。

新建 LRUCache 类，继承 LinkedHashMap：

```
public class LRUCache<K, V> extends LinkedHashMap<K, V>

    /**
     * 缓存允许的最大容量
     */
```

```
    private final int maxSize;

    public LRUCache(int initialCapacity, int maxSize) {
        // accessOrder必须为true
        super(initialCapacity, 0.75f, true);
        this.maxSize = maxSize;
    }

    @Override
    protected boolean removeEldestEntry(Map.Entry<K, V>
        // 当键值对个数超过最大容量时，返回true，触发删除操
        return size() > maxSize;
    }

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

}
```

程序输出如下：

```
{2=b, 3=c, 4=d, 5=e, 6=f}
```

可以看到最早插入的 1=a 已经被删除了。

通过 LinkedHashMap 实现 LRU 还是挺常见的，比如 logback 框架的 LRUMessageCache：

```
class LRUMessageCache extends LinkedHashMap<String, Int

    private static final long serialVersionUID = 1L;
    final int cacheSize;

    LRUMessageCache(int cacheSize) {
        super((int) (cacheSize * (4.0f / 3)), 0.75f, tr
        if (cacheSize < 1) {
            throw new IllegalArgumentException("Cache s
        }
        this.cacheSize = cacheSize;
    }

    int getMessageCountAndThenIncrement(String msg) {
        // don't insert null elements
        if (msg == null) {
            return 0;
        }
```

```
            Integer i;
            // LinkedHashMap is not LinkedHashMap. See also
            synchronized (this) {
                i = super.get(msg);
                if (i == null) {
                    i = 0;
                } else {
                    i = i + 1;
                }
                super.put(msg, i);
            }
            return i;
        }

        // called indirectly by get() or put() which are al
        // called from within a synchronized block
        protected boolean removeEldestEntry(Map.Entry elde
            return (size() > cacheSize);
        }

        @Override
        synchronized public void clear() {
            super.clear();
        }
    }
```

全文完