

15. Шаблон Итератор (Iterator)

ЛЕКЦИОНЕН КУРС: ШАБЛОНИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ

ДОЦ. Д-Р ЕМИЛ ДОЙЧЕВ

Общи сведения

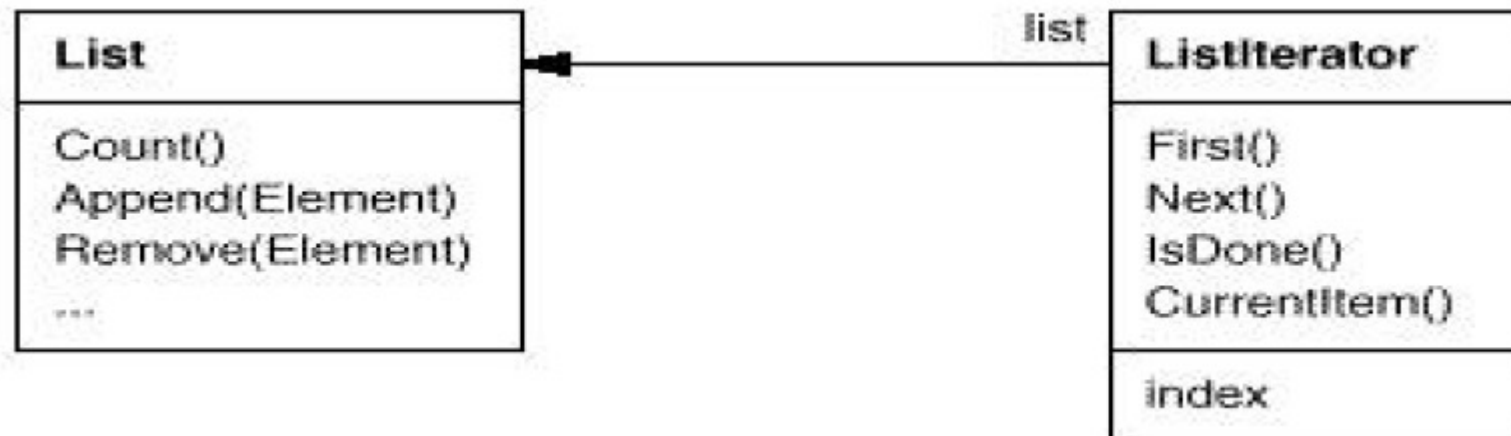
- ✓ **Вид:** Поведенчески за обекти
- ✓ **Цел:** Предоставя начин за последователен достъп до елементи на съставен обект, без да се разкрива същинското му представяне.
 - Под съставен обект се разбира такъв, който съдържа други обекти с цел да ги групира в общ компонент.
 - Нарича се още контейнер или колекция.
 - Примери: хеш-таблица или свързан списък.
- ✓ **Известен и като:** Курсор (Cursor)

Мотивация

- ✓ Сложен обект, като списък, който съдържа други обекти, трябва да позволява елементите му да бъдат обхождани без да разкрива вътрешната си структура.
- ✓ Освен това трябва да позволява:
 - обхождане с различни методи;
 - паралелно обхождане от няколко нишки;
- ✓ Не трябва да се добавят тези методи към интерфейса на съставния обект (коллекцията)!

Пример 1

- ✓ Списък с итератор



Пример 1 (продължение)

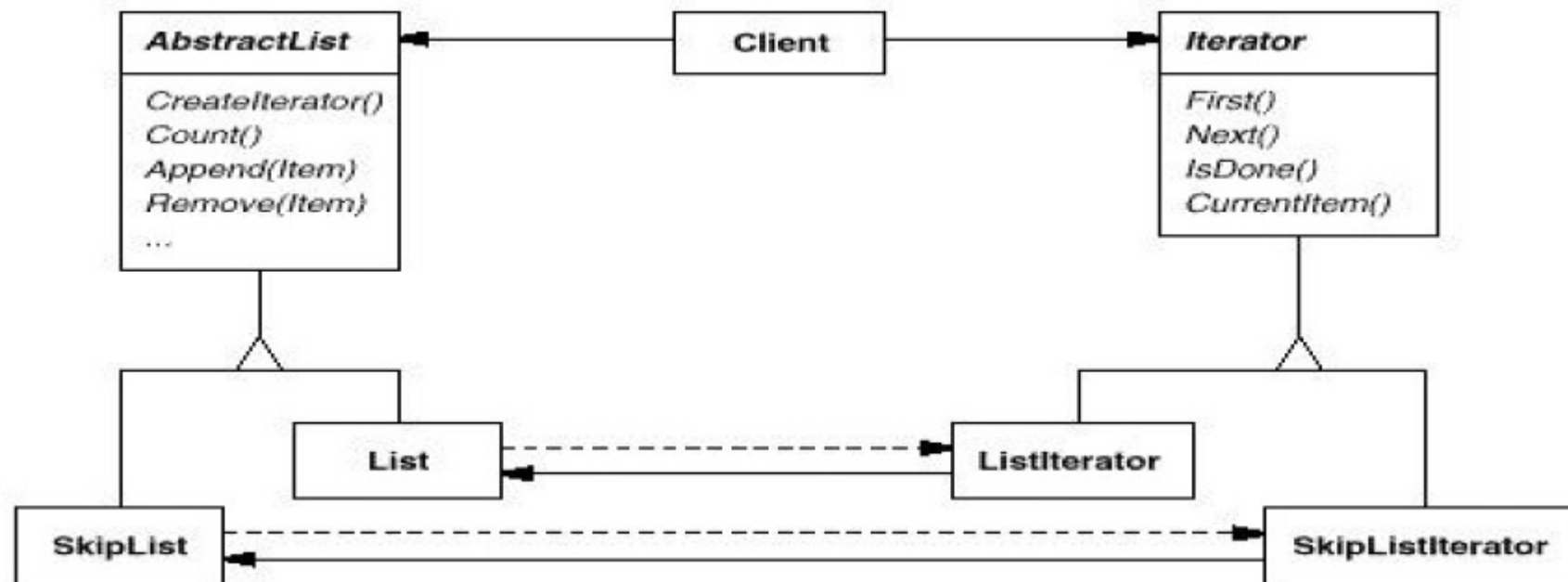
- ✓ Обичаен код в клиента

```
...
List list = new List();
...
ListIterator iterator = new ListIterator(list);

iterator.First();
while (!iterator.IsDone()) {
    Object item = iterator.CurrentItem();
    // Обработка на item
    iterator.Next();
}
...
```

Пример 2

✓ Полиморфен итератор



Пример 2 (продължение)

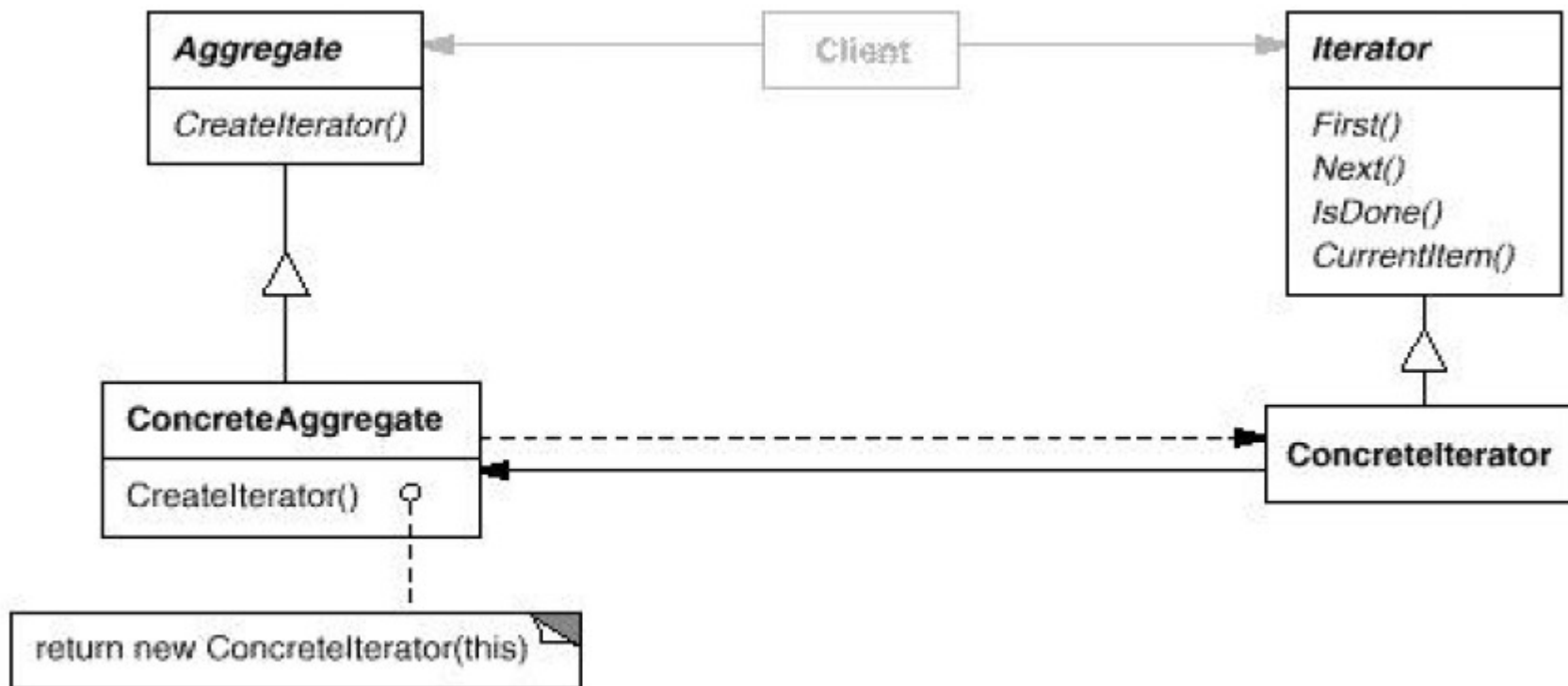
✓ Обичаен код в клиента

```
List list = new List();
SkipList skipList = new SkipList();
Iterator listIterator = list.CreateIterator();
Iterator skipListIterator = skipList.CreateIterator();
handleList(listIterator);
handleList(skipListIterator);
...
public void handleList(Iterator iterator) {
    iterator.First();
    while (!iterator.IsDone()) {
        Object item = iterator.CurrentItem();
        // Обработка на item
        iterator.Next();
    }
}
```

Приложимост

- ✓ За предоставяне на възможност за обхождане на елементите на съставен обект без да се разкрива вътрешната му структура.
- ✓ За поддържане на обхождане от множество паралелни процеси.
- ✓ За предоставяне на общ интерфейс за обхождане на различни съставни структури – т.е. полиморфични итерации.

Структура



Участници

- ✓ **Iterator** – Дефинира интерфейс за обхождане и достъп до елементи.
- ✓ **Concreteliterator**
 - Имплементира интерфейса Iterator.
 - Запазва текущата позиция в итерираната структура.
- ✓ **Aggregate** – Дефинира интерфейс за създаване на обект Iterator (метод фабрика!).
- ✓ **ConcreteAggregate** – имплементира интерфейса за създаване на Iterator и връща инстанция на правилния Concreteliterator

Следствия

✓ Предимства

- Опростява интерфейса на съставния обект (aggregate) като не го обременява с методи за обхождане.
- Поддържа множество паралелни обхождания.
- Дава възможност за промяна на алгоритъма на обхождане, чрез смяна на инстанцията на итератора.

✓ Недостатъци

- Няма

Имплементация

- ✓ Кой контролира итерацията?
 - Клиента => повече гъвкавост, нарича се външен итератор;
 - Самият итератор – нарича се вътрешен итератор.
- ✓ Кой дефинира алгоритъма за обхождане?
 - Итератора – най-често срещания случай; възможност за поддържане на различни варианти на обхождане;
 - Съставния обект – итератора само пази информация за текущото състояние на итерацията.
- ✓ Може ли съставния обект да бъде модифициран докато е активно обхождане на елементите му?
 - Итератор, който позволява добавяне и премахване на елементи без да се засегне процеса на обхождане и без да се прави копие на съставния обект, се нарича *стабилен (robust) итератор*.
- ✓ Трябва ли да разширим интерфейса на итератора чрез добавяне на допълнителни операции (напр. previous)?

Известни употреби

- ✓ Известни употреби
 - `java.util Enumeration` interface
 - Java 2 Collections Framework `Iterator` interface
- ✓ Свързани шаблони
 - Метод фабрика – полиморфните итератори използват метод фабрика за инстанциране на правилния подклас на итератор.
 - Композиция – итераторите се използват често за рекурсивно обхождане на композиции.

Имплементация на итератор в Java

- ✓ Възможно е да се имплементира шаблона Итератор от самото начало.
- ✓ Както при шаблона Наблюдател Java предоставя вградена поддръжка на шаблона Итератор
 - Интерфейса `java.util.Enumeration` действа като интерфейс на итератор.
- ✓ Класовете, реализиращи съставни (aggregation) обекти, предоставят методи, които връщат референция към обект от тип `Enumeration`.
- ✓ Този обект имплементира `Enumeration` интерфейса, който позволява обхождане на съставния (aggregation) обект.
- ✓ Java 1.1 има ограничен брой класове, имплементиращи съставни обекти – `Vector` и `Hashtable`.
- ✓ Java 1.2 въвежда нов `collections` пакет с поддръжка на повече такива класове – `set`, `list`, `map` и интерфейса `Iterator`.

Интерфейса Enumeration

✓ СЪОТВЕТСТВИЯ:

- `hasMoreElements()` \Rightarrow `IsDone()`.
- `nextElement()` \Rightarrow `Next()`
ПОСЛЕДВАНО ОТ `CurrentItem()`.
- Няма `First()` – това се извършва автоматично когато се създаде `Enumeration` обекта.

Method Detail

hasMoreElements

`boolean hasMoreElements()`

Tests if this enumeration contains more elements.

Returns:

true if and only if this enumeration object contains at least one more element to provide; false otherwise.

nextElement

`E nextElement()`

Returns the next element of this enumeration if this enumeration object has at least one more element to provide.

Returns:

the next element of this enumeration.

Throws:

`NoSuchElementException` - if no more elements exist.

Пример с Enumeration

```
import java.util.*;

public class TestEnumeration {

    public static void main(String args[]) {
        // Create a Vector and add some items to it.
        Vector v = new Vector();
        v.addElement(new Integer(5));
        v.addElement(new Integer(9));
        v.addElement(new String("Hi, There!"));

        // Traverse the vector using an Enumeration.
        Enumeration ev = v.elements();
        System.out.println("\nVector values are:");
        traverse(ev);
    }
}
```


Пример с Enumeration (продължение)

```
// Now create a hash table and add some items to it.
Hashtable h = new Hashtable();
h.put("Bob", new Double(6.0));
h.put("Joe", new Double(18.5));
h.put("Fred", new Double(32.0));

// Traverse the hash table keys using an Enumeration.
Enumeration ekeys = h.keys();
System.out.println("\nHash keys are:");
traverse(ekeys);

// Traverse the hash table values using an Enumeration.
Enumeration evalues = h.elements();
System.out.println("\nHash values are:");
traverse(evalues);
}
```

Пример с Enumeration (продължение)

```
private static void traverse(Enumeration e) {  
    while (e.hasMoreElements()) {  
        System.out.println(e.nextElement());  
    }  
}  
  
}
```

Пример с Enumeration (продължение)

✓ Изход на тестовата програма

Vector values are:

5

9

Hi, There!

Hash keys are:

Joe

Fred

Bob

Hash values are:

18.5

32.0

6.0

Vector Enumeration

✓ Поглед към `Vector.java`

```
public class Vector implements Cloneable, java.io.Serializable {
    ...
    protected Object elementData[];
    protected int elementCount;
    protected int capacityIncrement;

    public Vector(int initialCapacity, int capacityIncrement) {
        super();
        this.elementData = new Object[initialCapacity];
        this.capacityIncrement = capacityIncrement;
    }

    public Vector(int initialCapacity) {this(initialCapacity, 0);}
    public Vector() {this(10);}
}
```

Vector Enumeration (продължение)

✓ Поглед към `Vector.java`

```
public final synchronized Enumeration elements() {  
    return new VectorEnumerator(this);  
}
```

```
public final synchronized void addElement(Object obj) {  
    int newcount = elementCount + 1;  
    if (newcount > elementData.length) {  
        ensureCapacityHelper(newcount);  
    }  
    elementData[elementCount++] = obj;  
}
```

```
...  
}
```

Vector Enumeration (продължение)

✓ Поглед към `Vector.java`

```
final class VectorEnumerator implements Enumeration {  
    Vector vector;  
    int count;  
  
    VectorEnumerator(Vector v) {  
        vector = v;  
        count = 0;  
    }  
  
    public boolean hasMoreElements() {  
        return count < vector.elementCount;  
    }  
}
```

Vector Enumeration (продължение)

✓ Поглед към `Vector.java`

```
public Object nextElement() {  
    synchronized (vector) {  
        if (count < vector.elementCount) {  
            return vector.elementData[count++];  
        }  
    }  
    throw new NoSuchElementException("VectorEnumerator");  
}  
...  
}
```

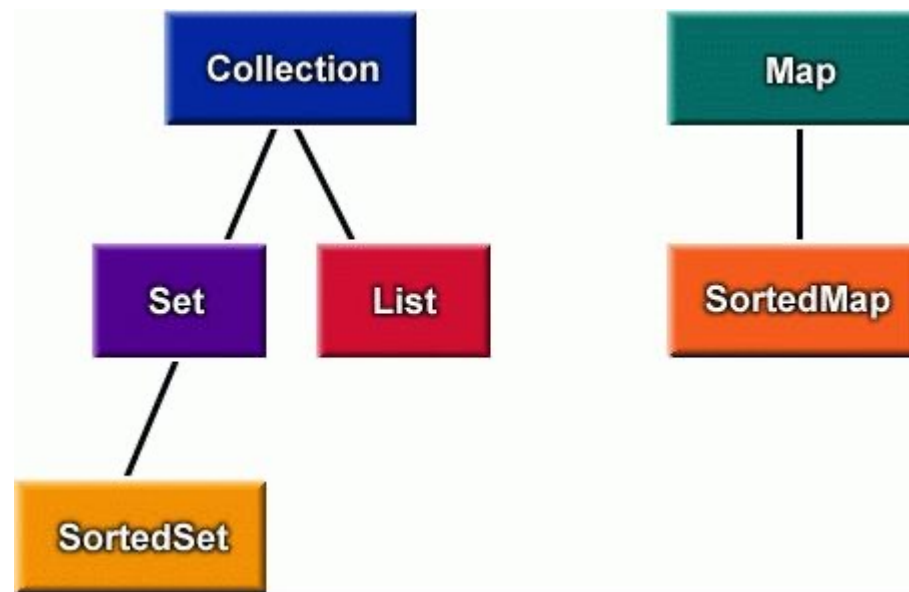
Vector Enumeration (заключение)

- ✓ Добавянето на нов елемент във Vector оказва ли влияние на Enumeration обекта?
 - Да – т.е. итератора, който се предоставя от Vector не е стабилен (robust).

Java Collections Framework

- ✓ JDK 1.2 въвежда нова рамка, която предоставя унифицирана архитектура за представяне и работа с колекции – Java Collections Framework.
- ✓ Рамката се състои от три неща:
 - Интрефейси: абстрактни типове от данни, които представят колекции.
 - Имплементации: конкретни имплементации на интерфейсите за колекции.
 - Алгоритми: методи, които имплементират полезни функции, като търсене и сортиране върху обекти, които имплементират интрефейсите на колекциите.

Интерфейси на Java Collections Framework



Интерфейса Collection

- ✓ Поглед към java.util.Collection

```
public interface Collection {  
    int size();  
    boolean isEmpty();  
    boolean contains(Object element);  
    boolean add(Object element);  
    boolean remove(Object element);  
    Iterator iterator();  
    ...  
}
```

Интерфейса Iterator

- ✓ Интерфейса Iterator е подобен на интерфейса Enumeration с две разлики:
 - Променени са имената на методите
 - hasNext() вместо hasMoreElements()
 - next() вместо nextElement()
 - Iterator е по-стабилен от enumeration, тъй като в определени случаи позволява премахването (и понякога добавянето) на елементи от/в колекцията по време на обхождане на структурата.
- ✓ Поглед към интерфейса java.util.Iterator

```
public interface Iterator {  
    boolean hasNext();  
    Object next();  
    void remove();  
}
```

Интерфейса List

- ✓ Поглед към java.util.List

```
public interface List extends Collection {  
    Object get(int index);  
    Object set(int index, Object element);  
    void add(int index, Object element);  
    Object remove(int index);  
    boolean addAll(int index, Collection c);  
    int indexOf(Object o);  
    int lastIndexOf(Object);  
    ListIterator listIterator();  
    ListIterator listIterator(int index);  
    List subList(int from, int to);  
}
```

Интерфейса ListIterator

- ✓ Поглед към java.util.ListIterator

```
public interface ListIterator extends Iterator {  
    boolean hasNext();  
    Object next();  
    boolean hasPrevious();  
    Object previous();  
    int nextIndex();  
    int previousIndex();  
    void remove();  
    void set(Object o);  
    void add(Object o);  
}
```

Пример с LinkedList

- ✓ Класа `java.util.LinkedList` е конкретен клас, който имплементира `List` интерфейса
- ✓ Пример за използване на `LinkedList`

```
List list = new LinkedList();  
...  
ListIterator iterator = list.listIterator();  
...  
while (iterator.hasNext()) {  
    Object item = iterator.next();  
    // Обработка на item  
}
```

Пример с LinkedList (продължение)

- ✓ Възможно е да се обхожда списъка и в обратна посока

```
List list = new LinkedList();  
...  
ListIterator iterator = list.listIterator(list.size());  
...  
while (iterator.hasPrevious()) {  
    Object item = iterator.previous();  
    // Обработка на item  
}
```


Пример с LinkedList (продължение)

- ✓ Премахване на елементи по време на обхождането!

```
List list = new LinkedList();  
...  
ListIterator iterator = list.listIterator();  
...  
while (iterator.hasNext()) {  
    Object item = iterator.next();  
    // Ако елемента отговаря на определени  
    // условия се премахва от колекцията, в  
    // противен случай – се обработва.  
    if (testOnItem(item))  
        iterator.remove();  
    else  
        // Обработка на item  
}
```

Пример с LinkedList (продължение)

- ✓ Методът `remove()` на итератора премахва последния елемент, който е бил върнат чрез извикване на `next()`. Методът `remove()` може да бъде извикан само веднъж за всяко извикване на `next()` и изхвърля изключение, ако това условие е нарушено.
- ✓ Единственият безопасен начин за модифициране на колекция по време на обхождане е чрез извикване на `Iterator.remove()`. Поведението не е дефинирано ако колекцията се модифицира по друг начин – всъщност се изхвърля `ConcurrentModificationException` в този случай.

Класа LinkedList

- ✓ Поглед върху LinkedList.java за да се онагледят как се постига стабилността.

```
/**
 * Linked list implementation of the List interface.
 * Note that this implementation is not synchronized. If multiple
 * threads access a list concurrently, and at least one of the
 * threads modifies the list structurally, it must be synchronized
 * externally. This is typically accomplished by synchronizing on
 * some object that naturally encapsulates the list or by wrapping
 * the list using the Collections.synchronizedList method:
 *   List list = Collections.synchronizedList(new LinkedList(...));
 */
public class LinkedList extends AbstractSequentialList
    implements List, Cloneable, java.io.Serializable {
    private transient Entry header = new Entry(null, null, null);
    private transient int size = 0;
    ...
}
```

Класа LinkedList (продължение)

```
/**
 * Returns a list-iterator of the elements in this list (in proper
 * sequence), starting at the specified position in the list.
 * The list-iterator is fail-fast: if the list is structurally
 * modified at any time after the Iterator is created, in any way
 * except through the list-iterator's own remove or add methods,
 * the list-iterator will throw a ConcurrentModificationException.
 * Thus, in the face of concurrent modification, the iterator
 * fails quickly and cleanly, rather than risking arbitrary,
 * non-deterministic behavior at an undetermined time in the
 * future.
 */
public ListIterator listIterator(int index) {
    return new ListItr(index);
}
```

Класа LinkedList (продължение)

```
/**
 * Private class that provides the implementation for the
 * iterator.
 */
private class ListItr implements ListIterator {
    private Entry lastReturned = header;
    private Entry next;
    private int nextIndex;
    private int expectedModCount = modCount;

    // Note: modCount is inherited from AbstractSequentialList.
    // It is incremented each time the list is modified.
    ...
    public boolean hasNext() {
        return nextIndex != size;
    }
}
```

Класа LinkedList (продължение)

```
public Object next() {
    checkForComodification();
    if (nextIndex == size)
        throw new NoSuchElementException();
    lastReturned = next;
    next = next.next;
    nextIndex++;
    return lastReturned.element;
}

final void checkForComodification() {
    if (modCount != expectedModCount)
        throw new ConcurrentModificationException();
}
```

Класа LinkedList (продължение)

```
public void remove() {  
    LinkedList.this.remove(lastReturned);  
    if (next==lastReturned)  
        next = lastReturned.next;  
    else  
        nextIndex--;  
    lastReturned = header;  
    expectedModCount++;  
}  
...  
}  
...  
}
```

Край: Шаблон Итератор

ЛЕКЦИОНЕН КУРС: ШАБЛОНИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ