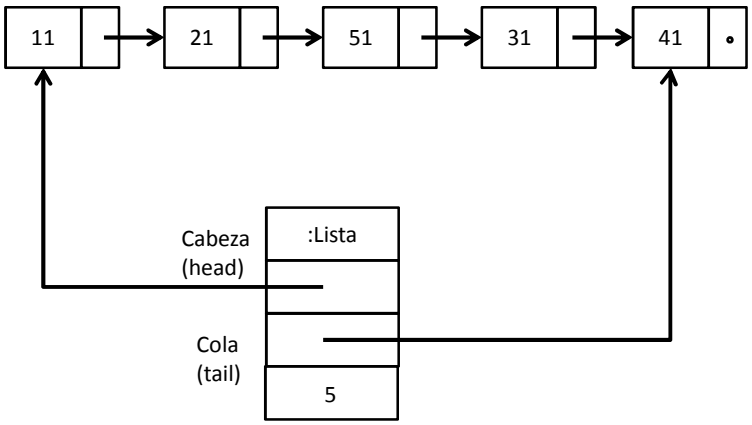
Estructuras de Datos
Clase 7 – Listas e Iteradores (segunda parte)

Dr. Sergio A. Gómez
http://cs.uns.edu.ar/~sag

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina

Lista simplemente enlazada con enlace al principio y al final



La referencia al último elemento permite computar last() y addLast(e) en tiempo constante. También usaremos un campo para mantener la longitud y calcular size() en O(1).

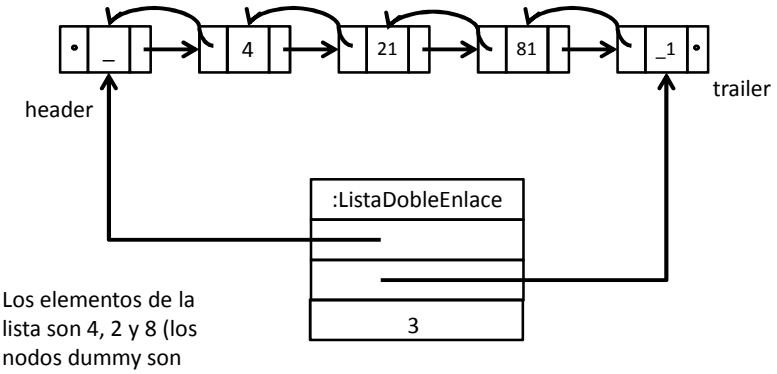
2

Listas con referencia al primer y último nodo

- Lista simplemente enlazada
- Se mantiene una referencia al primer y último elemento
- Ventaja:
  - *addLast(e)* y *last()* tienen orden 1.
- Desventajas:
  - Hay casos especiales cuando se elimina al principio y al final, sobre todo cuando la lista mide 1
  - *prev(p)* sigue siendo de orden lineal en la cantidad de elementos de la lista (hay que recorrer desde el comienzo)

Lista doblemente enlazada

- Cada nodo conoce un elemento, el nodo anterior y el nodo siguiente.
- La lista tiene dos nodos ficticios (*dummy*) llamados *celda de encabezamiento*, *header* y *trailer,* que evitan casos especiales al insertar y eliminar.
- La posición es directa, se conoce el primer y último nodo dummy.



Los elementos de la lista son 4, 2 y 8 (los nodos dummy son transparentes al cliente)

Listas doblemente enlazadas

- Lista doblemente enlazada con referencia al primer y último nodo y dos celdas de encabezamiento (una al principio y otra al final).
- Ventajas:
  - Cada nodo conoce el siguiente nodo y al nodo anterior
  - Todas las operaciones tienen orden 1
  - Al usar celdas de encabezamiento las operaciones no tienen casos especiales (e.g., casos con referencias nulas).
- Desventajas:
  - Mayor uso de espacio
- Leer: secciones 3.3 y 6.2.4 de Goodrich & Tamassia

Ejemplo de operación

Las operaciones no tienen casos especiales (la clase DNode denota a los nodos):

```
public void addAfter(Position<E> p, E element)
                    throws InvalidPositionException {
  DNode<E> pos = checkPosition(p);
  DNode<E> nuevo = new DNode<E>(element);
  nuevo.setNext(pos.getNext());
  nuevo.setPrev(pos);
  nuevo.getNext().setPrev(nuevo);
  pos.setNext(nuevo);
  size++;
}
```

Nota: $T_{addAfter}(n) = O(1)$

Nota: Ver que funciona bien incluso cuando p==first y cuando p == last().

Iteradores

- Un iterador es un patrón de diseño que abstrae el recorrido de los elementos de una colección
- Un iterador consiste de una secuencia S, un elemento corriente S y una manera de avanzar al siguiente elemento de S haciéndolo el nuevo elemento corriente
- ADT Iterador (provisto por la interfaz java.util.Iterator)
  - hasNext(): Testea si hay elementos para recorrer en el iterador
  - next(): Retorna el siguiente elemento del iterador
- ADT Iterable: Para poder ser iterable una colección debe brindar el método:
  - iterator(): Retorna un iterador para los elementos del la colección

Lista Iterable

Para tener una lista que soporte la iteración debemos tener dos métodos adicionales:

```
public interface PositionList<E> extends java.util.Iterable<E> {
        // Todos los otros métodos que ya estudiamos
        ....
        // Más dos nuevos:

        // Retorna un iterador para los elementos de la lista:
        // Esta operación es requerida por java.util.Iterable
        public Iterator<E> iterator();


        // Devuelve una colección iterable de posiciones:
        public Iterable<Position<E>> positions();
}
```

Bucle for-each de Java

La sentencia for-each permite expresar un recorrido de una colección en alto nivel. Supongamos que "colección" es un tipo que implementa la interfaz Iterable<E>:

```
for( E elem : colección )
        sentencia(elem);
```

Permite ejecutar sentencia sobre cada elemento elem de colección. Además, el for-each equivale a:

```
Iterator<E> it = colección.iterator();
while( it.hasNext() )
{
        E elem = it.next()
        sentencia(elem);
}
```


Ejemplo: Hallar el máximo elemento de una lista de enteros positivos

```
static int hallarMaximo( PositionList<Integer> lista )
{
        int maximo = 0;
        for( Integer elem : lista )
                if( elem > maximo )
                        maximo = elem;
        return maximo;
}
```

$T_{hallarMaximo}(n) = O(n)$

Ejemplo: Buscar un elemento x en una lista l

Solución no estructurada:

```
public static <E> boolean buscar(PositionList<E> l, E x) {
        for( E e : l )
           if( e.equals(x) ) return true;
        return false;
}
```

Solución estructurada:

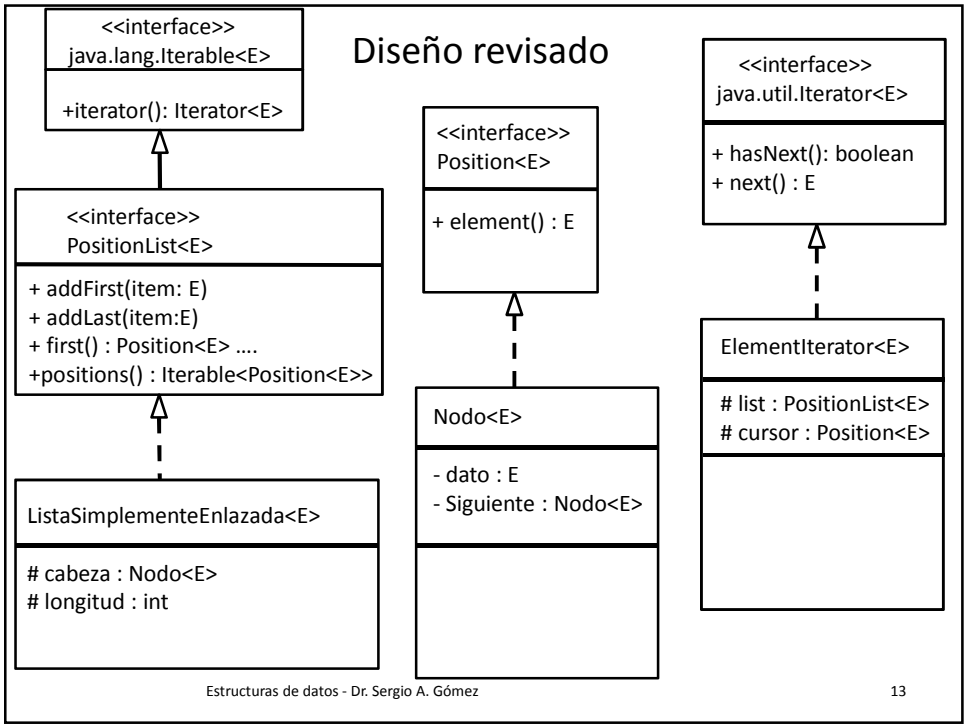
```
public static <E> boolean buscar(PositionList<E> l, E x) {
        Iterator<E> it = l.iterator();
        boolean encontre = false;
        while( it.hasNext() && !encontre )
           if( it.next().equals(x) )
                 encontre = true;
        return encontre;
}
```


Ejemplo: Método toString para lista

Usa el iterador de PositionList para devolver un string con el formato $[x_1, x_2, \ldots, x_n]$ a partir de la lista receptora en O(n).

```
import java.util.Iterator;

public  String toString() {
   Iterator<E> it = iterator();  // Le pido el iterador a la lista this.
   String s = "[";
   while( it.hasNext() ) {
        s += it.next();  // cast implícito de E a String,equivale a: s+=it.next().toString();
        if( it.hasNext() )    // Append de una coma si quedan elementos
            s += ", ";
   }
   s += "]";
   return s;
}
```



Implementación: Método iterator de la clase ListaSimplementeEnlazada

Delegaremos en la clase ElementIterator:

```
import java.util.Iterator;

public Iterator<E> iterator(){
        // Creo un elementIterator sobre la lista this a iterar
        return new ElementIterator<E>( this );
}
```

Clase ElementIterator

```
import java.lang.*;
import java.util.*;
public class ElementIterator<E> implements Iterator <E> {
   protected PositionList<E> list;  // Lista a iterar
   protected Position<E> cursor;  // Posición del elemento corriente

   public ElementIterator (PositionList <E> l ) {
      list = l;              // Guardo la referencia a la lista a iterar
      if (list.isEmpty()) cursor = null;  // Si la lista está vacía, la posición corriente es nula
      else cursor = list.first();  // Sino la posición corriente es la primera de la lista
    }
    public boolean hasNext()  { return cursor != null; }  // Hay siguiente si el cursor no está
más allá de la última posición
    public E next () throws NoSuchElementException  {
      if ( cursor == null ) // Si el cursor es null, el cliente no testeó que hasNext fuera true
            throw new NoSuchElementException ("Error: No hay siguiente");
      E toReturn = cursor.element();  // Salvo el elemento corriente
      cursor = (cursor == list.last()) ? null : list.next(cursor);  // Avanzo a la siguiente posición
      return toReturn;           // Retorno el elemento salvado
    }
    public void remove() { /* No lo haremos. De hacerlo: remueve el último ítem retornado
por next(), no se puede llamar a remove() hasta que no se haya ejecutado otro next(). Hay
que agregar más control en las otras operaciones.  */ }
}
```


Patrón adaptador (Adapter)

- Objetivo: Implementar una pila usando una lista.
- El patrón de diseño Adaptador permite usar una clase para brindar la funcionalidad de otra clase.
- Forma de usarlo:
  - implementar una pila mediante un atributo de tipo array list / PositionList
  - Cada operación de pila se implementa con una operación de array list (es decir, la pila *delega* en array list/PositionList).

Adaptador de pilas (Implementación de pila con PositionList)

Método de la pila	Implementación con PositionList l
size()	l.size()
isEmpty()	l.isEmpty()
push(x)	l.addFirst(x)
pop()	l.remove(l.first())
top()	l.first().element()

Tarea:

- Implementar una cola usando una PositionList.

Listas de Java: interfaz List

- Java brinda una versión de listas por medio de la interface java.util.List en las que sus posiciones se referencian por enteros 0 a n-1
- Implementa una secuencia L=[x_0, x_1, x_2, …, x_{n-1}] de elementos de tipo genérico E
- n es la longitud de L
- La posición de cada elemento es un entero i entre 0 y n-1 tal que la posición de x_0 es 0, la de x_1 es 1, …, la de x_{n-1} es n-1.
- Hay dos implementaciones ArrayList y LinkedList.

Listas de Java: ADT ArrayList

- size(): Retorna la cantidad de elementos de la lista S
- isEmpty(): Retorna verdadero si la lista S está vacía y falso en caso contrario
- get(i): Retorna el elemento i-esimo de la lista S; ocurre un error si i<0 o i>size()-1
- set(i,e): Reemplaza con e al elemento i-esimo; ocurre un error si i<0 o i>size()-1
- add(i,e): Agrega un elemento e en posición i; ocurre un error si i<0 o i>size()
- remove(i): Elimina el elemento i-esimo de la lista S; ocurre un error si i<0 o i>size()-1

Ejemplo de ArrayList

Operación	Salida	S
add(0, 7)	-	[7]
add(0, 4)	-	[4, 7]
get(1)	7	[4, 7]
add(2, 2)	-	[4, 7, 2]
get(3)	error	[4, 7, 2]
remove(1)	7	[4, 2]
add(1, 5)	-	[4, 5, 2]
add(1, 3)	-	[4, 3, 5, 2]
add(4, 9)	-	[4, 3, 5, 2, 9]
get(2)	5	[4, 3, 5, 2, 9]
set(3, 8)	2	[4, 3, 5, 8, 9]

Adaptador

Método de la pila	Implementación con ArrayList l
size()	l.size()
isEmpty()	l.isEmpty()
push(x)	l.add(l.size(), x)
pop()	l.remove(l.size()-1)
top()	l.get(l.size()-1)

Tarea:

- Implementar una cola usando un ArrayList.
- Leer Secciones 6.1.3 a 6.1.5 (páginas 224-228) de Goodrich & Tamassia para ver cómo implementar un ArrayList usando un arreglo.

Clase java.util.ArrayList

- size(): Retorna la cantidad de elementos de la lista S
- isEmpty(): Retorna verdadero si la lista S está vacía y falso en caso contrario
- get(i): Retorna el elemento i-esimo de la lista S; ocurre un error si i<0 o i>size()-1
- set(i,e): Reemplaza con e al elemento i-esimo; ocurre un error si i<0 o i>size()-1
- add(i,e): Agrega un elemento e en posición i; ; ocurre un error si i<0 o i>size()
- remove(i): elimina el elemento i-esimo de la lista S; ; ocurre un error si i<0 o i>size()-1
- clear(): Elimina todos los elementos de la lista
- toArray(): retorna un array con los elementos de la lista en el mismo orden
- indexOf(e): índice de la primera aparición de e en la lista
- lastIndexOf(e): índice de la última aparición de e en la lista

Bibliografía

- Goodrich & Tamassia, capítulo 6.