Università degli Studi dell'Aquila

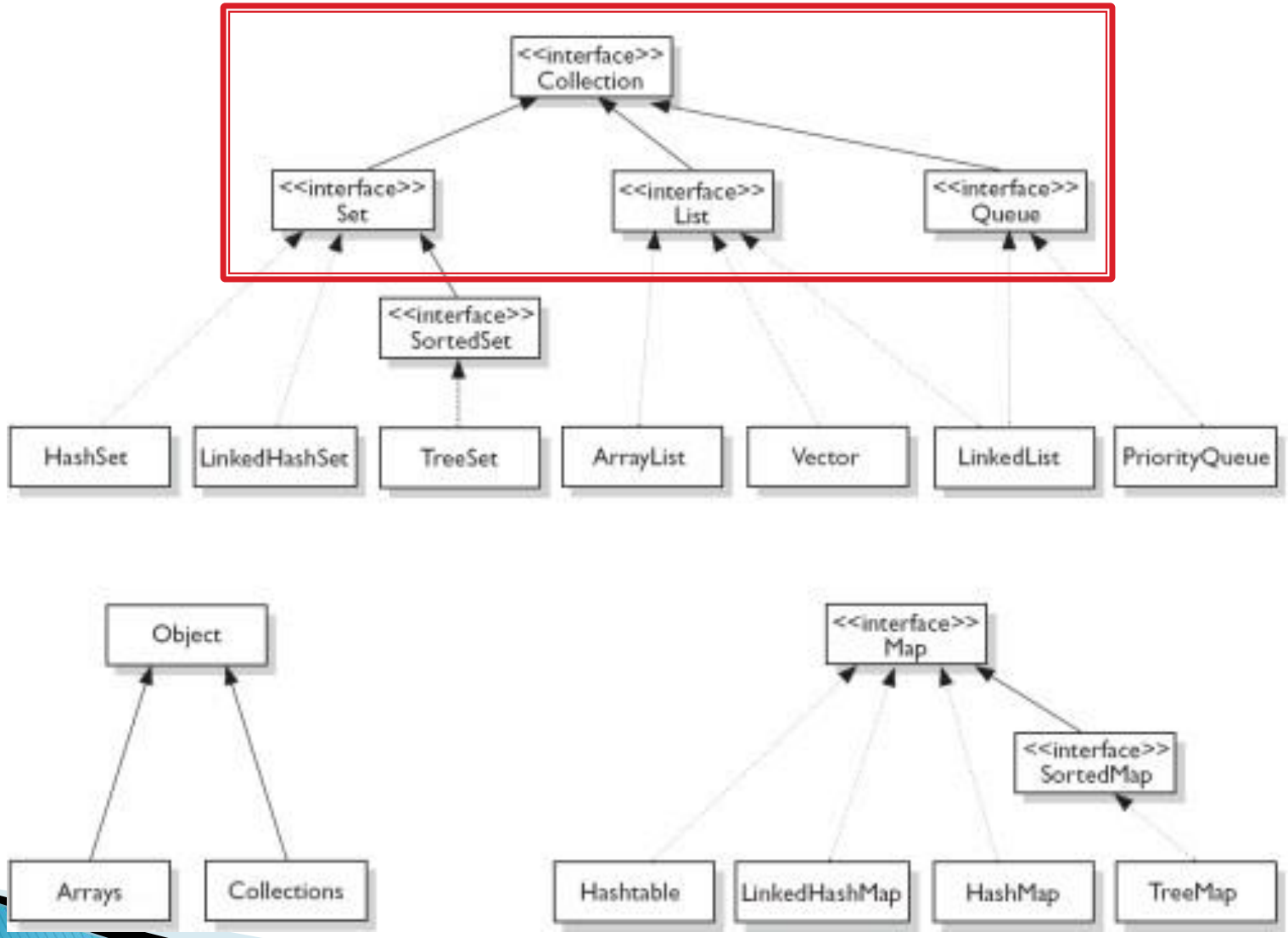
Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione e Matematica

Università degli Studi dell'Aquila

Corso di Algoritmi e Strutture Dati con Laboratorio

La libreria standard: JCF (continua)

L'interfaccia `Collection`



L'interfaccia `Collection`

L'interfaccia specifica

```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {
  // Basic Operations
  int size();
  boolean isEmpty();
  boolean contains(Object element);
  boolean add(E element);          // Optional
  boolean remove(Object element); // Optional
  Iterator<E> iterator();

  // Bulk Operations
  boolean containsAll(Collection<?> c);
  boolean addAll(Collection<? extends E> c);//Optional
  boolean removeAll(Collection<?> c);       //Optional
  boolean retainAll(Collection<?> c);       //Optional
  void clear();                             //Optional

  // Array Operations
  Object[] toArray();
  <T> T[] toArray(T[] a);
}
```

- Operazioni di base quali inserimento, cancellazione, ricerca di un elemento nella collezione
- Operazioni che lavorano su intere collezioni quali l'inserimento, la cancellazione la ricerca di collezioni di elementi
- Operazioni per trasformare il contenuto della collezione in un array.
- Operazioni **"opzionali"** che lanciano `UnsupportedOperationException` se non supportati da una data implementazione dell'interfaccia.

6

Wildcard `?` indica un tipo non specificato
`Collection<?>` è supertipo di qualunque **`Collection<T>`**

Bounded Wildcard `<? extends E>`
indica un tipo non specificato sottotipo di **`E`**

L'interfaccia `Collection`: main methods

`int size()`
- restituisce il numero di elementi presenti nella collection

`boolean isEmpty()`
- verifica se la collection è vuota

`boolean add(E e)`
- aggiunge un oggetto alla collection

`boolean remove(Object o)`
- rimuove un oggetto dalla collection

`boolean contains(Object o)`
- verifica l'esistenza di un oggetto all'interno della collection

L'interfaccia `Collection`: other methods

- **`addAll(Collection<? extends E> c)`:** aggiunge una collection di oggetti alla collection considerata;
- **`void clear()`:** svuota la collection;
- **`boolean containsAll(Collection<?> c)`:** verifica l'esistenza di una collection all'interno della collection considerata;
- **`Iterator<E> iterator()`:** restituisce un'istanza della classe Iterator che permette di scorrere la lista;
  - Nota che si tratta del metodo «ereditato» dall'interfaccia `Iterable`

L'interfaccia `Collection`: other methods

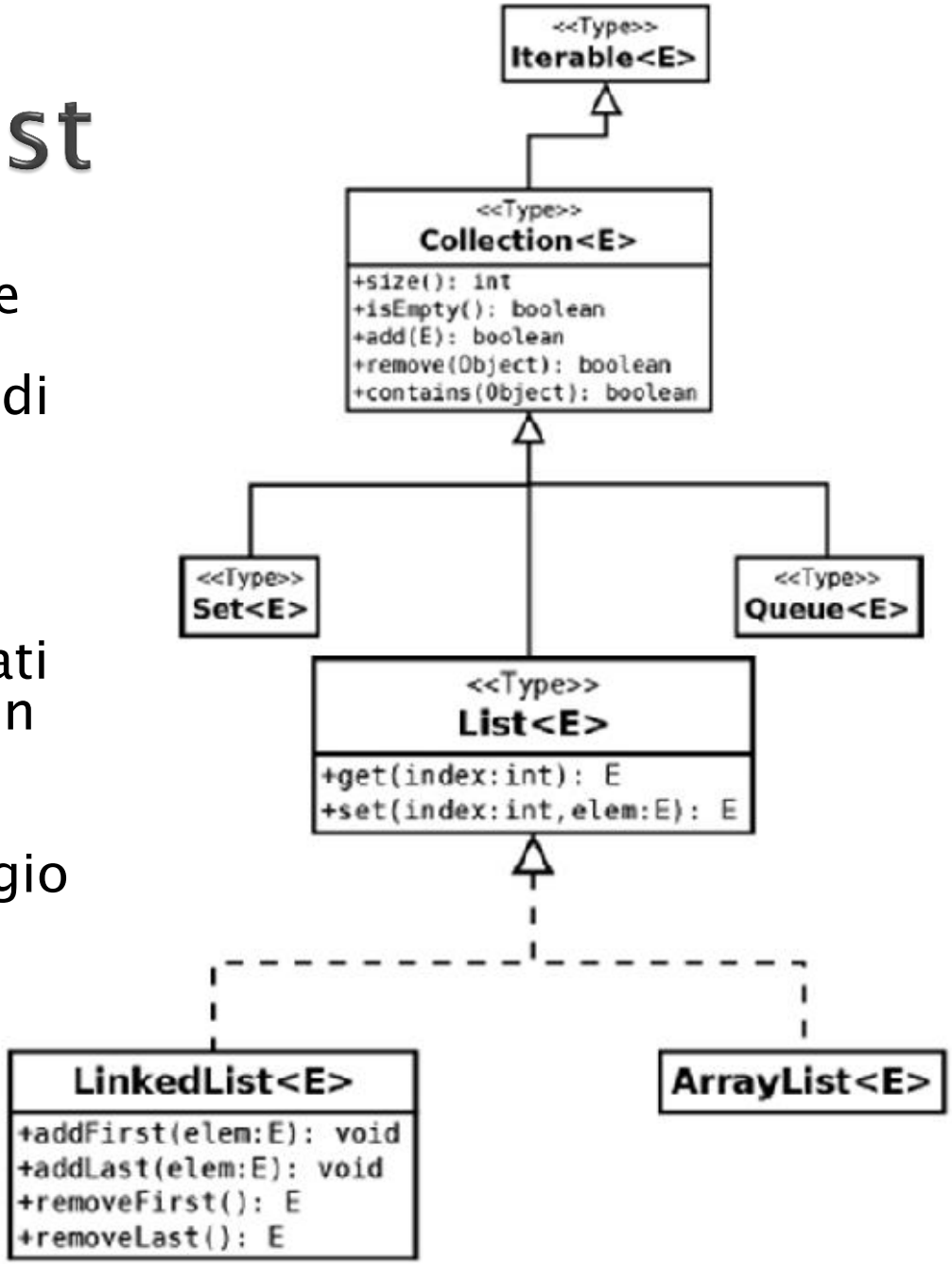
- **`boolean removeAll(Collection<?> c)`**: rimuove una collection dalla collection considerata;
- **`boolean retainAll(Collection<?> c)`**: conserva solo gli elementi della collection che sono contenuti nella collection specificata
- **`Object[] toArray()`**: restituisce la collection sottoforma di array;
- **`<T> T[] toArray(T[] a)`**: restituisce la collection sottoforma di array; il tipo runtime dell'array restituito è quello dell'array specificato

L'interfaccia `Collection`: main methods

- Può sorprendere che i metodi `contains` e `remove` accettino `Object` invece del tipo parametrico `E`.
- Lo fanno perché non si corre alcun rischio a passare a questi due metodi un oggetto di tipo sbagliato.
- Entrambi i metodi restituiranno `false`, senza nessun effetto sulla collezione stessa

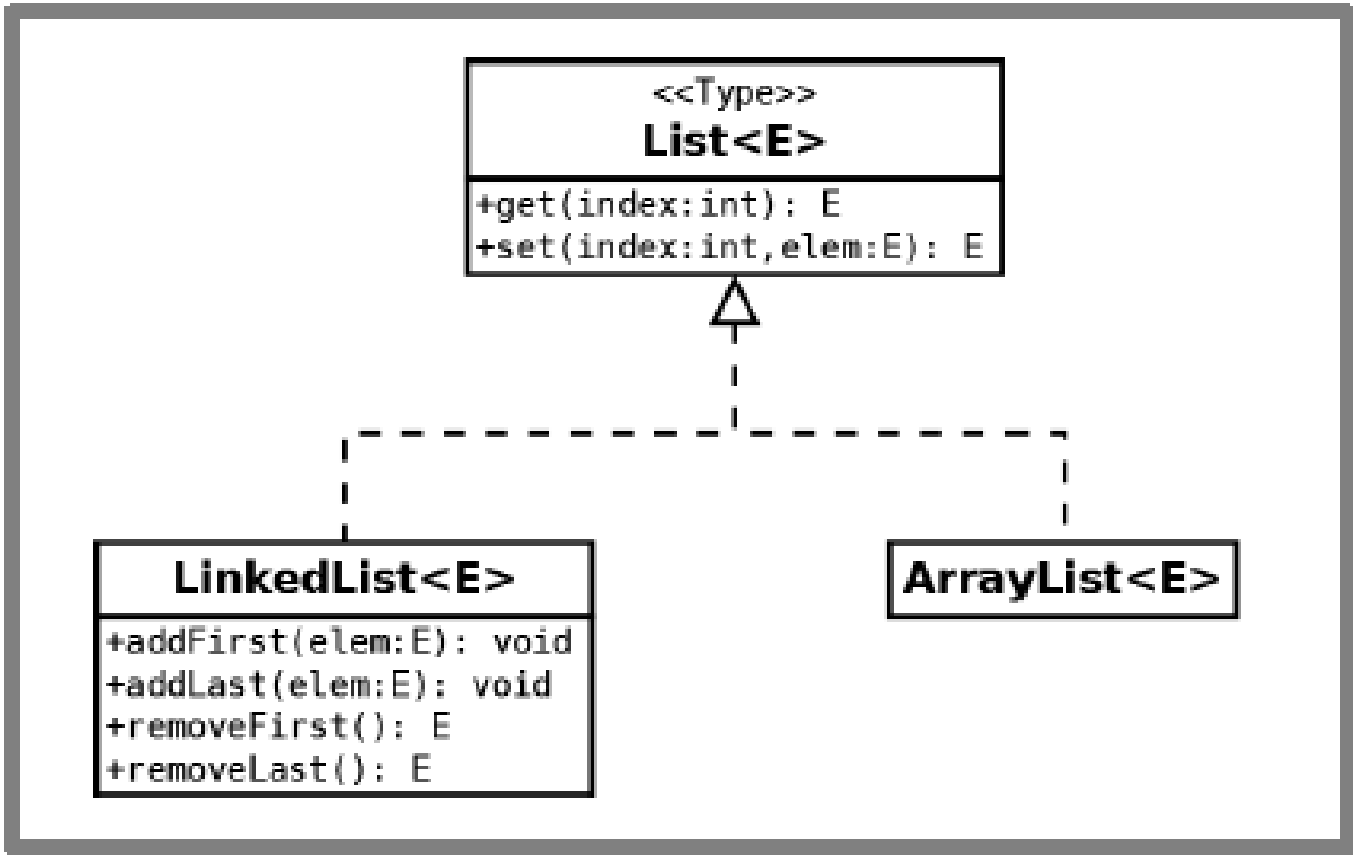
L'interfaccia List

- L'interfaccia **`List`** estende l'interfaccia **`Collection`** aggiungendo alcuni metodi relativi all'uso di indici
- In ogni esemplare di una classe che implementa l'interfaccia `List` gli elementi sono memorizzati in sequenza, in base ad un indice
- Vista come entità indipendente dal linguaggio di programmazione, una lista è un **tipo di dato astratto**



L'interfaccia List

- L'interfaccia List e le classi che la implementano:



L'interfaccia `List`: realizzazioni

- Come sappiamo per uno stesso tipo di dato sono possibili diverse realizzazioni alternative basate su strutture dati diverse
- In generale, la scelta di una particolare struttura dati consente un'implementazione delle operazioni richieste più o meno efficiente
- L'efficienza dipende anche dal modo in cui i dati sono organizzati all'interno della struttura.
- Un modo naturale per implementare una struttura dati che realizza un certo tipo di dato è scrivere una classe che ne implementa la corrispondente interfaccia

Tecniche per rappresentare collezioni di oggetti

- Tecniche fondamentali usate per rappresentare collezioni di elementi:
  - Tecnica basata su **strutture indicizzate** (array)
  - Tecnica basata su **strutture collegate** (record e puntatori)
  - La scelta di una tecnica piuttosto che di un'altra può avere un impatto cruciale sulle operazioni fondamentali (ricerca, inserimento, cancellazione, ...)

Strutture indicizzate: array

- Proprietà di base degli array:

1. **(Forte)** Gli indici delle celle di un array sono numeri interi consecutivi
   - Il tempo di accesso ad una qualsiasi cella è costante ed indipendente dalla dimensione dell'array
2. **(Debole)** Non è possibile aggiungere nuove celle ad un array
   - Il ridimensionamento è possibile solo mediante la riallocazione dell'array, ossia la creazione di un nuovo array e la copia del contenuto dal vecchio al nuovo array

Ridimensionamento di array
La tecnica del raddoppiamento-dimezzamento

- L'idea è quella di non effettuare riallocazioni ad ogni inserimento/cancellazione, ma solo ogni $\Omega(n)$ operazioni
- Se h è la dimensione dell'array e le prime $n>0$ celle dell'array contengono gli elementi della collezione, la tecnica consiste nel mantenere una dimensione h che soddisfa, per ogni $n>0$, la seguente invariante:

$$n \leq h < 4n$$

La tecnica del raddoppiamento-dimezzamento

- L'invariante $n \leq h < 4n$ sulla dimensione dell'array viene mantenuta mediante riallocazioni così effettuate:
  - Inizialmente, per n=0, si pone h=1
  - Quando n>h, l'array viene riallocato raddoppiandone la dimensione ($h \leftarrow 2h$)
  - Quando n scende a h/4 l'array viene riallocato dimezzandone la dimensione ($h \leftarrow h/2$)

Analisi ammortizzata: cenno

- È una tecnica di analisi di complessità che considera il tempo richiesto per eseguire, nel caso pessimo, **un'intera sequenza di operazioni** su una struttura dati.
- Esistono operazioni più o meno costose.
- Se le operazioni più costose sono poco frequenti (come il ridimensionamento di array), allora il loro costo può essere ammortizzato con l'esecuzione dalle operazioni meno costose.

Analisi ammortizzata: cenno

- Si calcola la complessità **O(f(n))** dell'esecuzione di una sequenza di **n** operazioni nel caso pessimo.
- Il costo ammortizzato della singola operazione si ottiene quindi dividendo per n tale complessità ottenendo **O(f(n)/n)**.
- In questo modo viene attribuito lo stesso costo ammortizzato a tutte le operazioni.

La tecnica del raddoppiamento-dimezzamento

- Nota teorica: Se v è un array di dimensione $h \geq n$ contenente una collezione non ordinata di n elementi, usando la tecnica del raddoppiamento-dimezzamento **ogni operazione di inserimento o cancellazione di un elemento richiede "tempo ammortizzato" costante**
  - Previo eventuale raddoppiamento dell'array, l'inserimento si effettua in posizione n, e poi si incrementa n di 1
  - Per la cancellazione dell'elemento in posizione i, lo si sovrascrive con l'elemento in posizione n-1, decrementando n di 1 ed eventualmente dimezzando l'array

Strutture dati collegate: record e puntatori

- In Java un record può essere rappresentato in modo naturale mediante un oggetto
- I numeri associati ai record sono i loro indirizzi in memoria
- I record sono creati e distrutti individualmente ed in maniera dinamica, per cui gli indirizzi non sono necessariamente consecutivi
- Un record viene creato esplicitamente dal programma tramite l'istruzione `new`, mentre la sua distruzione avviene in modo automatico quando non è più in uso (*garbage collection*)
- Per mantenere i record di una collezione in relazione tra loro ognuno di essi deve contenere almeno un indirizzo di un altro record della collezione

Strutture dati collegate: record e puntatori

Proprietà:

- **(Forte)** è possibile aggiungere o eliminare record ad una struttura collegata
- **(Debole)** Gli indirizzi dei record di una struttura collegata non sono necessariamente consecutivi

Le classi `ArrayList<E>` e `LinkedList<E>`

- La classe **`ArrayList<E>`** realizza l'interfaccia `List<E>` mediante un array
- La classe **`LinkedList<E>`** realizza l'interfaccia `List<E>` mediante liste (doppiamente) collegate
- Esempio: la classe `RandomList` crea e manipola un "oggetto List" contenente numeri interi casuali (RandomList.java)

L'interfaccia `List`

RandomList.java:

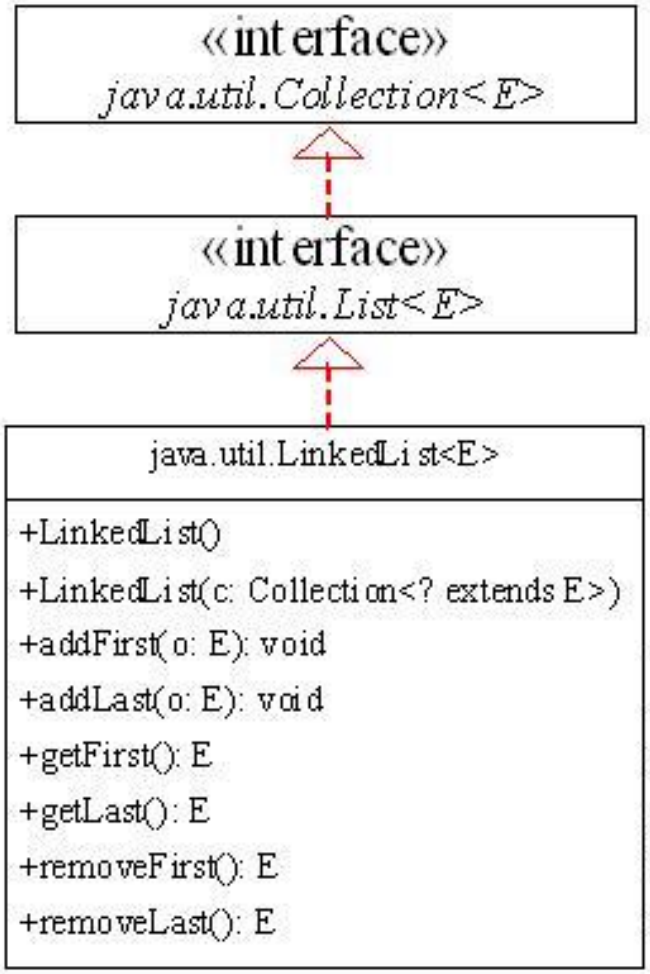
- La variabile `randList` è stata dichiarata come riferimento polimorfico e inizializzata con un riferimento ad un oggetto di tipo `ArrayList`.
- Per eseguire nuovamente il programma usando un oggetto di tipo **`LinkedList`** l'unica modifica necessaria è l'invocazione del costruttore:

```
List<Integer> randList=new
  LinkedList<Integer>();
```

La classe `ArrayList`

- `ArrayList` è un'implementazione di List, realizzata internamente con un **array dinamico**
- La riallocazione dell'array avviene in modo trasparente per l'utente
- Il metodo `size` restituisce il numero di elementi effettivamente presenti nella lista, non la dimensione dell'array sottostante
- Il ridimensionamento avviene in modo che l'operazione di inserimento (`add`) abbia complessità ammortizzata costante

La classe LinkedList



Creates a default empty linked list.

Creates a linked list from an existing collection.

Adds the object to the head of this list.

Adds the object to the tail of this list.

Returns the first element from this list.

Returns the last element from this list.

Returns and removes the first element from this list.

Returns and removes the last element from this list.

La classe LinkedList

- I metodi permettono di utilizzare una LinkedList sia come **stack sia come coda**
- Per ottenere il comportamento di uno **stack (detto LIFO: last in first out), inseriremo ed estrarremo** gli elementi dalla **stessa estremità della lista**
  - ad esempio, inserendo con addLast (o con add) ed estraendo con removeLast
- Per ottenere, invece, il comportamento di una **coda (FIFO: first in first out), inseriremo ed** estrarremo gli elementi da due **estremità opposte**

Le liste e l'accesso posizionale

- L'accesso posizionale (metodi `get` e `set`) si comporta in maniera molto diversa in `LinkedList` rispetto ad `ArrayList`
- In `LinkedList`, ciascuna operazione di accesso posizionale può richiedere un tempo proporzionale alla lunghezza della lista (complessità *lineare)*
- In `ArrayList`, ogni operazione di accesso posizionale richiede tempo *costante*
- Pertanto, **è fortemente sconsigliato utilizzare l'accesso posizionale su LinkedList**
- Se l'applicazione richiede l'accesso posizionale, è opportuno utilizzare un semplice array, oppure la classe ArrayList