

Strutture Dati nella piattaforma Java: Java Collection Framework

STRUTTURE DATI IN JAVA

- **Java Collection Framework (JCF)** fornisce il supporto a qualunque tipo di *struttura dati*
 - **interfacce**
 - una **classe Collections** che definisce **algoritmi polimorfi** (funzioni statiche)
 - **classi** che forniscono **implementazioni** dei vari tipi di strutture dati specificati dalle interfacce
- **Obiettivo: strutture dati per "elementi generici"** (vi ricordate il tipo degli elementi nell'ADT list e tree?)

UN PO' DI DOCUMENTAZIONE IN RETE

Tutorial di Java sulle Collections:

<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/collections/index.html>

Gerarchia delle interfacce (la vediamo subito):

<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/collections/interfaces/index.html>

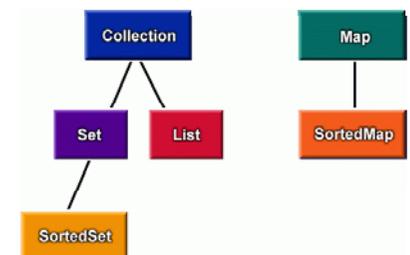
Classe Collections:

<http://java.sun.com/developer/onlineTraining/collections/Collection.html>

JAVA COLLECTION FRAMEWORK (package java.util)

Interfacce fondamentali

- **Collection**: nessuna ipotesi sul tipo di collezione
- **Set**: introduce l'idea di *insieme* di elementi (quindi, senza duplicati)
- **List**: introduce l'idea di *sequenza*
- **SortedSet**: l'insieme *ordinato*
- **Map**: introduce l'idea di *mappa*, ossia tabella che associa chiavi a valori
- **SortedMap**: una mappa (tabella) *ordinata*



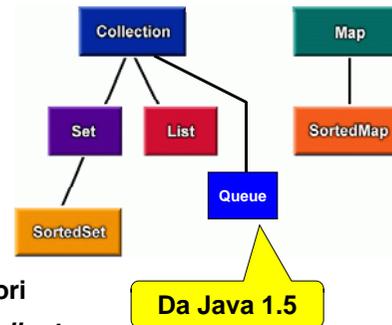
Criteri-guida per la definizione delle interfacce:

- **Minimalità** – prevedere solo metodi *davvero basilari*...
- **Efficienza** – ...o che *migliorino nettamente le prestazioni*

JAVA COLLECTION FRAMEWORK (package java.util)

Interfacce fondamentali

- **Collection**: nessuna ipotesi sul tipo di collezione
- **Set**: introduce l'idea di *insieme* di elementi (quindi, senza duplicati)
- **List**: introduce l'idea di *sequenza*
- **SortedSet**: l'insieme *ordinato*
- **Map**: introduce l'idea di *mappa*, ossia tabella che associa chiavi a valori
- **SortedMap**: una mappa (tabella) *ordinata*



• **Queue**: introduce l'idea di *coda di elementi* (non necessariamente operante in modo FIFO: sono "code" anche gli stack.. che operano LIFO!)

L'INTERFACCIA Collection

Collection introduce l'idea di *collezione* di elementi

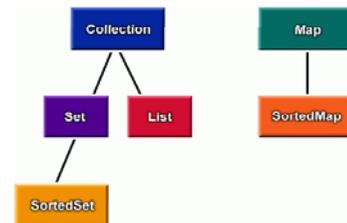
- non si fanno ipotesi sulla natura di tale collezione
 - in particolare, non si dice che sia un insieme o una sequenza, né che ci sia o meno un ordinamento,.. etc
- perciò, **l'interfaccia di accesso** è **volutamente generale** e prevede metodi per :
 - assicurarsi che un elemento sia nella collezione **add**
 - rimuovere un elemento dalla collezione **remove**
 - verificare se un elemento è nella collezione **contains**
 - verificare se la collezione è vuota **isEmpty**
 - sapere la cardinalità della collezione **size**
 - ottenere un array con gli stessi elementi **toArray**
 - verificare se due collezioni sono "uguali" **equals**
 - ... e altri ... (si vedano le API Java)

L'INTERFACCIA Set

Set estende e specializza **Collection** introducendo l'idea di *insieme* di elementi

- in quanto insieme, **non ammette elementi duplicati** e non ha una nozione di sequenza o di posizione
- **l'interfaccia di accesso** non cambia sintatticamente, ma **si aggiungono vincoli al contratto d'uso**:

- **add** aggiunge un elemento solo se esso non è già presente
- **equals** assicura che due set siano identici nel senso che $\forall x \in S1, x \in S2$ e viceversa
- **tutti i costruttori** si impegnano a creare insiemi privi di duplicati

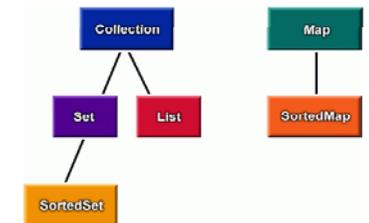


L'INTERFACCIA List

List estende e specializza **Collection** introducendo l'idea di *sequenza* di elementi

- **tipicamente ammette duplicati**
- in quanto sequenza, ha una nozione di *posizione*
- **l'interfaccia di accesso** aggiunge sia **vincoli al contratto d'uso**, sia **nuovi metodi per l'accesso posizionale**

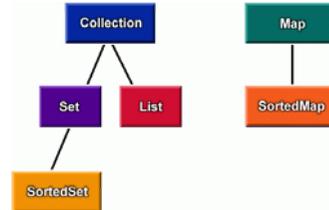
- **add** aggiunge un elemento in fondo alla lista (append)
- **equals** è vero se gli elementi corrispondenti sono tutti uguali due a due (o sono entrambi null)
- nuovi metodi **add**, **remove**, **get** accedono alla lista **per posizione**



L'INTERFACCIA SortedSet

SortedSet estende e specializza **Set** introducendo l'idea di **ordinamento totale** fra gli elementi

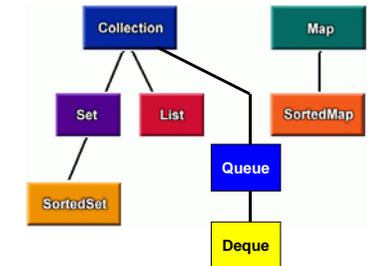
- l'ordinamento è **quello naturale degli elementi** (espresso dalla loro `compareTo`) o quello fornito da un apposito `Comparator` all'atto della creazione del `SortedSet`
- **l'interfaccia di accesso aggiunge metodi** che sfruttano l'esistenza di un ordinamento totale fra gli elementi:
 - **first** e **last** restituiscono il primo e l'ultimo elemento nell'ordine
 - **headSet**, **subSet** e **tailSet** restituiscono i sottoinsiemi ordinati contenenti rispettivamente i soli elementi minori di quello dato, compresi fra i due dati, e maggiori di quello dato.



LE INTERFACCE Queue E Deque

Queue (≥ JDK 1.5) specializza **Collection** introducendo l'idea di **coda** di elementi da sottoporre a elaborazione

- **ha una nozione di posizione (testa della coda)**
- **l'interfaccia di accesso si specializza:**
 - **remove** estrae l'elemento "in testa" alla coda, rimuovendolo
 - **element** lo estrae senza rimuoverlo
 - esistono analoghi metodi che, anziché lanciare eccezione in caso di problemi, restituiscono un'indicazione di fallimento



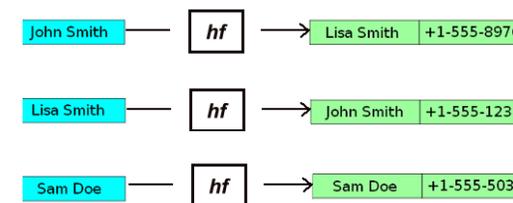
Deque (≥ JDK 1.6) specializza **Queue** con l'idea di **doppia coda** (in cui si possono inserire/togliere elementi da ambo le estremità)

L'INTERFACCIA Map

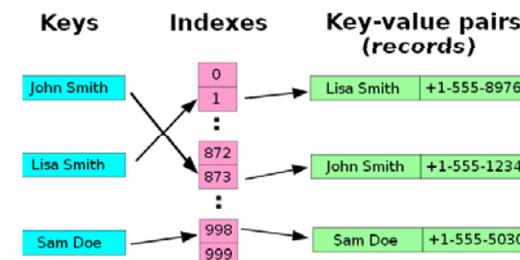
Map introduce l'idea di **tabella di elementi**, ognuno **associato univocamente a una chiave identificativa**.

- in pratica, è una **tabella a due colonne (chiavi, elementi)** in cui i dati della prima colonna (**chiavi**) identificano univocamente la riga.
- l'idea di fondo è **riuscire ad accedere "rapidamente" a ogni elemento, data la chiave**
 - **IDEALMENTE, IN UN TEMPO COSTANTE:** ciò è possibile se si dispone di una **opportuna funzione matematica** che metta in corrispondenza chiavi e valori (**funzione hash**): **data la chiave**, tale funzione **restituisce la posizione in tabella** dell'elemento
 - **in alternativa**, si possono predisporre opportuni **INDICI** per guidare il reperimento dell'elemento a partire dalla chiave.

L'INTERFACCIA Map



Mappe basate su funzioni hash



Mappe basate su indici

L'INTERFACCIA Map

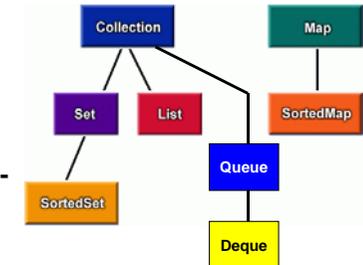
- **L'interfaccia di accesso** prevede metodi per :
 - inserire in tabella una coppia (*chiave, elemento*) `put`
 - accedere a un elemento in tabella, data la chiave `get`
 - verificare se una *chiave* è presente in tabella `containsKey`
 - verificare se un *elemento* è presente in tabella `containsValue`
- inoltre, **supporta le cosiddette "Collection views"**, ovvero metodi per recuperare *insiemi significativi*:
 - l'insieme di tutte le chiavi `keySet`
 - la collezione di tutti gli elementi `values`
 - l'insieme di tutte le righe, ovvero delle coppie (*chiave, elemento*) `entrySet`

L'INTERFACCIA SortedMap

SortedMap estende e specializza **Map** analogamente a quanto **SortedSet** fa con **Set**

- l'ordinamento è **quello naturale degli elementi** (espresso dalla loro `compareTo`) o **quello fornito da un apposito Comparator** all'atto della creazione del `SortedSet`
- **l'interfaccia di accesso aggiunge metodi** che sfruttano l'esistenza di un ordinamento totale fra gli elementi:

- `firstKey` e `lastKey` restituiscono la prima/ultima chiave nell'ordine
- `headMap`, `subMap` e `tailMap` restituiscono le sottotabelle con le sole entry le cui chiavi sono minori/comprese/maggiori di quella data.



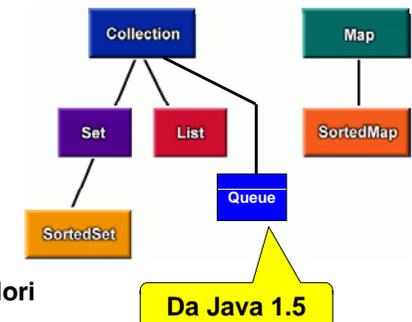
JCF - recap

- **Java Collection Framework (JCF)** fornisce il supporto a qualunque tipo di **struttura dati**
 - **interfacce**
 - **una classe Collections** che definisce **algoritmi polimorfi** (funzioni statiche)
 - **classi** che forniscono **implementazioni** dei vari tipi di strutture dati specificati dalle interfacce
- **Obiettivo: strutture dati per "elementi generici"** (vi ricordate il tipo degli elementi nell'ADT list e tree?)

JAVA COLLECTION FRAMEWORK (package java.util)

Interfacce fondamentali

- **Collection**: nessuna ipotesi sul tipo di collezione
- **Set**: introduce l'idea di *insieme* di elementi (quindi, senza duplicati)
- **List**: introduce l'idea di *sequenza*
- **SortedSet**: l'insieme *ordinato*
- **Map**: introduce l'idea di *mappa*, ossia tabella che associa chiavi a valori
- **SortedMap**: una mappa (tabella) *ordinata*



- **Queue**: introduce l'idea di *coda di elementi* (non necessariamente operante in modo FIFO: sono "code" anche gli stack.. che operano LIFO!)

LA CLASSE Collections

- A completamento dell'architettura logica di JCF, alle interfacce si accompagna la **classe Collections**
- Essa contiene **metodi statici** per collezioni:
 - alcuni incapsulano **algoritmi polimorfi** che operano su qualunque tipo di collezione
 - *ordinamento, ricerca binaria, riempimento, ricerca del minimo e del massimo, sostituzioni, reverse,...*
 - altri sono **"wrapper"** che incapsulano una collezione di un tipo in un'istanza di un altro tipo
- Fornisce inoltre alcune **costanti** :
 - la lista vuota (**EMPTY LIST**)
 - l'insieme vuoto (**EMPTY SET**)
 - la tabella vuota (**EMPTY MAP**)

LA CLASSE Collections

Alcuni algoritmi rilevanti per collezioni qualsiasi:

- **sort(List)**: ordina una lista con una versione migliorata di **merge sort** che garantisce tempi dell'ordine di $n \cdot \log(n)$
 - NB: l'implementazione copia la lista in un array e ordina quello, poi lo ricopia nella lista: così facendo, evita il calo di prestazioni a $n^2 \cdot \log(n)$ che si avrebbe tentando di ordinare la lista sul posto.
- **reverse(List)**: inverte l'ordine degli elementi della lista
- **copy(List dest, List src)**: copia una lista nell'altra
- **binarySearch(List, Object)**: cerca l'elemento nella lista **ordinata** fornita, tramite **ricerca binaria**.
 - le prestazioni sono ottimali – $\log(n)$ – se la lista permette l'accesso casuale, ossia fornisce un modo per accedere ai vari elementi in tempo circa costante (interfaccia RandomAccess).
 - Altrimenti, il metodo farà una ricerca binaria basata su iteratore, che effettua $O(n)$ attraversamenti di link e $O(\log n)$ confronti.

JCF: INTERFACCE E IMPLEMENTAZIONI

- Per **usare** le collezioni, ovviamente **non occorre conoscere l'implementazione**: basta attenersi alla specifica data dalle interfacce
- Tuttavia, **scegliere una implementazione diventa necessario all'atto della costruzione (new)** della collezione

JCF: QUADRO GENERALE

		Implementations				
		Hash Table	Resizable Array	Balanced Tree	Linked List	Hash Table + Linked List
Interfaces	Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
	List		ArrayList		LinkedList	
	Deque		ArrayDeque		LinkedList	
	Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

Implementazioni fondamentali:

- per Set: **HashSet, TreeSet, LinkedHashSet**
- per List: **ArrayList, LinkedList, Vector**
- per Map: **HashMap, TreeMap, Hashtable**
- per Deque: **ArrayDeque, LinkedList**

In particolare, di queste adottano una **struttura ad albero** **TreeSet e TreeMap**.

Classi pre-JCF, poi reingegnerizzate in accordo alle interfacce List e Map

Qualche esempio

JCF: ALCUNI ESEMPI

- a) **Uso di Set** per operare su un **insieme** di elementi
 - esempio: un elenco di parole senza doppioni (Esercizio n.1)
- b) **Uso di List** per operare su una sequenza di elementi
 - scambiando due elementi nella sequenza (Esercizio n.2)
 - o iterando dal fondo con un iteratore di lista (Esercizio n.3)
- c) **Uso di Map** per fare una **tabella** di elementi (e contarli)
 - esempio: contare le occorrenze di parole (Esercizio n.4)
- e) **Uso di SortedMap** per creare un elenco ordinato
 - idem, ma creando poi un elenco ordinato (Esercizio n.5)
- f) **Uso dei metodi della classe Collections** per ordinare una collezione di oggetti (ad es. Persone)

ESERCIZIO n° 1 – Set

- **Il problema:** analizzare un **insieme** di parole
 - ad esempio, gli argomenti della riga di comando
- **e specificatamente:**
 - stampare tutte le parole duplicate
 - stampare il numero di parole distinte
 - stampare la lista delle parole distinte

- **A questo fine, usiamo un'istanza di Set**
 - **Variamo l'implementazione (HashSet, poi ...)**
- **e poi:**
 - aggiungiamo ogni parola al Set tramite il metodo **add**: se è già presente, *non viene reinserita* e **add** restituisce *false*
 - alla fine stampiamo la dimensione (con **size**) e il contenuto (con **toString**) dell'insieme.

ESERCIZIO n° 1 – Set

```
import java.util.*;

public class FindDups {
    public static void main(String args[]){
        // dichiarazione dell'oggetto s di tipo Set
        // e sua creazione come istanza di HashSet
        // ciclo per aggiungere ad s (s.add) ogni argomento
        // se non inserito, stampa "Parola duplicata"
        // stampa cardinalità (s.size) e l'insieme s
    }
}
```

Output atteso:

```
>java FindDups Io sono Io esisto Io parlo
Parola duplicata: Io
Parola duplicata: Io
4 parole distinte: [Io, parlo, esisto, sono]
```

nessun ordine

ESERCIZIO n° 1 – Set

```
import java.util.*;

public class FindDups {

    public static void main(String args[]){

        Set s = new HashSet();

        for (int i=0; i<args.length; i++)
            if (!s.add(args[i]))
                System.out.println("Parola duplicata: " + args[i]);

        System.out.println(s.size() + " parole distinte: "+s);

    }
}
```

Con una diversa implementazione? Ad esempio, TreeSet

Output atteso:

```
>java FindDups Io sono Io esisto Io parlo
Parola duplicata: Io
Parola duplicata: Io
4 parole distinte: [Io, parlo, esisto, sono]
```

nessun ordine

INTERFACCE E IMPLEMENTAZIONI

		Implementations				
		Hash Table	Resizable Array	Balanced Tree	Linked List	Hash Table + Linked List
Interfaces	Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
	List		ArrayList		LinkedList	
	Deque		ArrayDeque		LinkedList	
	Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

IMPLEMENTAZIONE ES. n° 1 – Set

Nell'esercizio n. 1 (Set) **in fase di costruzione della collezione** si può scegliere una diversa implementazione, ad esempio, fra:

- **HashSet**: insieme non ordinato, tempo d'accesso costante
- **TreeSet**: insieme ordinato, tempo di accesso non costante

Output con HashSet:

```
>java FindDups Io sono Io esisto Io parlo
Parola duplicata: Io
Parola duplicata: Io
4 parole distinte: [Io, parlo, esisto, sono]
```

ordine qualunque

Output con TreeSet:

```
>java FindDups Io sono Io esisto Io parlo
Parola duplicata: Io
Parola duplicata: Io
4 parole distinte: [Io, esisto, parlo, sono]
```

ordine alfabetico!

ITERATORI

JCF introduce il concetto di **iteratore** come **mezzo per iterare su una collezione di elementi**

- l'iteratore svolge per la collezione un ruolo analogo a quello di una variabile di ciclo in un array: **garantisce che ogni elemento venga considerato una e una sola volta, indipendentemente dal tipo di collezione e da come essa sia realizzata**
- l'iteratore costituisce dunque un mezzo per "ciclare" **in una collezione con una semantica chiara e ben definita, anche se la collezione venisse modificata**
- è l'iteratore che rende possibile il nuovo costrutto **for (foreach in C#)**, poiché, mascherando i dettagli, uniforma l'accesso agli elementi di una collezione.

ITERATORI

Di fatto, ogni iteratore offre:

- un metodo **next** che restituisce *"il prossimo" elemento della collezione*
 - esso garantisce che tutti gli elementi siano prima o poi considerati, senza duplicazioni né esclusioni
- un metodo **hasNext** per sapere se ci sono altri elementi

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

- Per ottenere un iteratore per una data collezione, basta chiamare su essa l'apposito metodo **iterator**

ITERATORI e NUOVO COSTRUTTO for

L'idea di *iteratore* è alla base del **nuovo costrutto for** (foreach in C#), e la scrittura:

```
for(x : coll) { /* operazioni su x */ }
```

equivale a:

```
for (Iterator i = coll.iterator(); coll.hasNext(); )
    { /* operazioni su x = coll.get(i) */ }
```

Dunque, il nuovo **for** non si applica solo agli array:
ma **vale per qualunque collezione, di qualunque tipo**

ESEMPIO: set CON ITERATORE

Per **elencare tutti gli elementi** di una collezione, creiamo **un iteratore per quella collezione**

Per ottenere un iteratore su una data collezione basta chiamare su di essa il metodo **iterator**

TO DO . . .

Output atteso:

```
>java FindDups Io sono Io esisto Io parlo
Io parlo esisto sono
```

ESEMPIO: set CON ITERATORE

Per **elencare tutti gli elementi** di una collezione, creiamo **un iteratore per quella collezione**

```
...
for (Iterator i = s.iterator(); i.hasNext(); ) {
    System.out.print(i.next() + " ");
}
```



Output atteso:

```
>java FindDups Io sono Io esisto Io parlo
Io parlo esisto sono
```

ESERCIZIO n° 4 – Map

Obiettivo: contare le occorrenze delle parole digitate sulla linea di comando.

Utilizziamo come struttura dati di appoggio una tabella o mappa associativa (MAP), che ad ogni parola (argomento della linea di comando) associa la sua frequenza

Man mano che processiamo un argomento della linea di comando, aggiorniamo la frequenza di questa parola, accedendo alla tabella

```
>java ContaFrequenza cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, pesce=1, gatto=3}
```

TAVOLA E SUE REALIZZAZIONI

cane	3
gatto	3
pesce	1

Tempo richiesto dall'operazione più costosa (cercare l'elemento data la chiave):

- Liste $O(n)$
- Alberi di ricerca non bilanciati $O(n)$
- Alberi di ricerca bilanciati $O(\log_2 n)$
- **Tabelle hash** 1

46

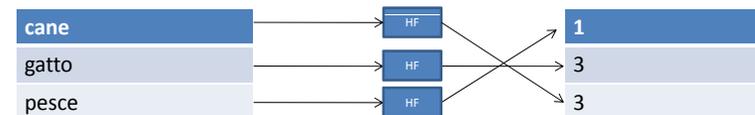
Tabelle ad accesso diretto

- Sono implementazioni di dizionari (tavole) basati sulla proprietà di accesso diretto alle celle di un array
- Idea:
 - dizionario memorizzato in array V di m celle
 - a ciascun elemento è associata una chiave intera nell'intervallo $[0, m-1]$
 - elemento con chiave k contenuto in $V[k]$
 - al più $n \leq m$ elementi nel dizionario

47

Tabelle hash (*hash map*)

- Fa corrispondere una data *chiave* con un dato *valore* (*indice*) attraverso una **funzione hash**



- Usate per l'implementazione di strutture dati associative astratte come **Map** o **Set**

48

L'INTERFACCIA Map

- **L'interfaccia di accesso** prevede metodi per :
 - inserire in tabella una coppia (*chiave, elemento*) `put`
 - accedere a un elemento in tabella, data la chiave `get`
 - verificare se una *chiave* è presente in tabella `containsKey`
 - verificare se un *elemento* è presente in tabella `containsValue`
- inoltre, **supporta le cosiddette "Collection views"**, ovvero metodi per recuperare *insiemi significativi*:
 - l'insieme di tutte le chiavi `keySet`
 - la collezione di tutti gli elementi `values`
 - l'insieme di tutte le righe, ovvero delle coppie (*chiave, elemento*) `entrySet`

ESERCIZIO n° 4 – Map

Obiettivo: contare le occorrenze delle parole digitate sulla linea di comando.

```
import java.util.*;
public class ContaFrequenza {
    public static void main(String args[]) {
        // dichiarazione dell'oggetto m di tipo Map
        // e sua creazione come istanza di _____
        // per ciascun argomento della linea di comando
        // preleva (get) da m la sua frequenza
        // aggiorna (put) la coppia <arg,freq> in m
        // con frequenza incrementata di 1
        // stampa cardinalità (m.size) e la tabella m
    }
}
>java ContaFrequenza cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, pesce=1, gatto=3}
```

ESERCIZIO n° 4 – Map

Obiettivo: contare le occorrenze delle parole digitate sulla linea di comando.

```
import java.util.*;
public class ContaFrequenza {
    public static void main(String args[]) {
        Map m = new HashMap();
        for (int i=0; i<args.length; i++) {
            Integer freq = (Integer) m.get(args[i]);
            if (freq!=null) m.put(args[i], freq + 1);
            else m.put(args[i],1);
        }
        System.out.println(m.size() + " parole distinte:");
        System.out.println(m);
    }
}
>java ContaFrequenza cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, pesce=1, gatto=3}
```

put richiede un Object, int non lo è → boxing
Il boxing è automatico → si può non scriverlo in esplicito

IMPLEMENTAZIONE ...

Nell'esercizio n. 4 (Map) si può scegliere fra:

- **HashMap**: tabella non ordinata, tempo d'accesso costante
- **TreeMap**: tabella ordinata, tempo di accesso non costante

Output con HashMap:

```
>java HashMapFreq cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, pesce=1, gatto=3}
```

Output con TreeMap (*elenco ordinato*):

```
>java TreeMapFreq cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, gatto=3, pesce=1}
```

ESERCIZIO n° 5 – SortedMap

Lo stesso esercizio con una *tabella ordinata*:

```
import java.util.*;
public class ContaFrequenzaOrd {
    public static void main(String args[]) {
        SortedMap m = new TreeMap();
        for (int i=0; i<args.length; i++) {
            Integer freq = (Integer) m.get(args[i]);
            m.put(args[i], (freq==null ? new Integer(1) :
                new Integer(freq.intValue() + 1)));
        }
        System.out.println(m.size()+" parole distinte:");
        System.out.println(m);
    }
}
```

E' possibile solo TreeMap()

```
>java ContaFrequenza cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, pesce=1, gatto=3}
```

```
>java ContaFrequenzaOrd cane gatto cane gatto gatto cane pesce
3 parole distinte: {cane=3, gatto=3, pesce=1}
```

elenco ordinato!

OBIETTIVO: GENERICITÀ

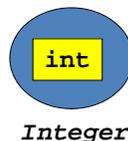
- Nella JCF "classica" (\leq JDK 1.4) il mezzo per ottenere *contenitori generici* è stata l'adozione del tipo "generico" *Object* come *tipo dell'elemento*
 - i metodi che aggiungono / tolgono *oggetti* dalle collezioni prevedono un *parametro di tipo Object*
 - i metodi che cercano / restituiscono *oggetti* dalle collezioni prevedono un *valore di ritorno Object*
 - rischi di *disuniformità* negli oggetti contenuti
 - problemi di *correttezza* nel type system (*downcasting*)
- La successiva JCF "generica" (\geq JDK 1.5) si basa perciò sul nuovo concetto di *tipo generico (trattati nel corso di Ingegneria del Software)*

TRATTAMENTO DEI TIPI PRIMITIVI

- **PROBLEMA:** *i tipi primitivi* sono i "mattoni elementari" del linguaggio, *ma non sono classi*
 - non derivano da *Object* → *non usabili nella JCF classica*
 - i valori primitivi non sono uniformi agli oggetti !
- **LA CURA:** *incapsularli* in opportuni oggetti
 - l'incapsulamento di un valore primitivo in un opportuno oggetto si chiama **BOXING**
 - l'operazione duale si chiama **UNBOXING**

Il linguaggio offre già le necessarie *classi wrapper*

boolean	Boolean	char	Character
byte	Byte	short	Short
int	Integer	long	Long
double	Double	float	Float



JAVA 1.5: BOXING AUTOMATICO

- Da Java 1.5, come già in C#, **boxing e unboxing** sono diventati *automatici*.
- È quindi possibile *inserire direttamente valori primitivi in strutture dati*, come pure *effettuare operazioni aritmetiche* su oggetti incapsulati.

```
List list = new ArrayList();
list.add(21); // OK da Java 1.5 in poi
int i = (Integer) list.get();
```

```
Integer x = new Integer(23);
Integer y = new Integer(4);
Integer z = x + y; // OK da Java 1.5
```

LA CLASSE Collections

- A completamento dell'architettura logica di JCF, alle interfacce si accompagna la **classe Collections**
- Essa contiene **metodi statici** per collezioni:
 - alcuni incapsulano **algoritmi polimorfi** che operano su qualunque tipo di collezione
 - *ordinamento, ricerca binaria, riempimento, ricerca del minimo e del massimo, sostituzioni, reverse,...*
 - altri sono **"wrapper"** che incapsulano una collezione di un tipo in un'istanza di un altro tipo
- Fornisce inoltre alcune **costanti** :
 - la lista vuota (**EMPTY LIST**)
 - l'insieme vuoto (**EMPTY SET**)
 - la tabella vuota (**EMPTY MAP**)

LA CLASSE Collections

Alcuni algoritmi rilevanti per collezioni qualsiasi:

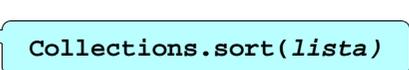
- **sort(List)**: ordina una lista con una versione migliorata di **merge sort** che garantisce tempi dell'ordine di $n \cdot \log(n)$
 - NB: l'implementazione copia la lista in un array e ordina quello, poi lo ricopia nella lista: così facendo, evita il calo di prestazioni a $n^2 \cdot \log(n)$ che si avrebbe tentando di ordinare la lista sul posto.
- **reverse(List)**: inverte l'ordine degli elementi della lista
- **copy(List dest, List src)**: copia una lista nell'altra
- **binarySearch(List, Object)**: cerca l'elemento nella lista **ordinata** fornita, tramite **ricerca binaria**.
 - le prestazioni sono ottimali – $\log(n)$ – se la lista permette l'accesso casuale, ossia fornisce un modo per accedere ai vari elementi in tempo circa costante (interfaccia **RandomAccess**).
 - Altrimenti, il metodo farà una ricerca binaria basata su iteratore, che effettua $O(n)$ attraversamenti di link e $O(\log n)$ confronti.

ESERCIZIO n° 6 – Collections

Come esempio d'uso dei metodi di **Collections** e della analoga classe **Arrays**, supponiamo di voler:

- costruire un array di elementi comparabili
 - ad esempio, un array di istanze di **Persona**, che implementi l'interfaccia **Comparable**

• ottenerne una lista 

• ordinare tale lista 

OSSERVAZIONE: `Arrays.asList` restituisce un'istanza di "qualcosa" che implementa **List**, ma non si sa (e non occorre sapere!) esattamente cosa.

UNA Persona COMPARABILE

```
class Persona implements Comparable {
    private String nome, cognome;
    public Persona(String nome, String cognome) {
        this.nome = nome; this.cognome = cognome;
    }
    public String nome() {return nome;}
    public String cognome() {return cognome;}
    public String toString() {return nome + " " + cognome;}

    public int compareTo(Object x) {
        Persona p = (Persona) x;
        int confrontoCognomi = cognome.compareTo(p.cognome);
        return (confrontoCognomi!=0 ? confrontoCognomi :
            nome.compareTo(p.nome));
    }
}
```

Confronto lessicografico fra stringhe

ESERCIZIO n° 6: ordinamento di liste

```
public class NameSort {
    public static void main(String args[]) {
        // definizione e creazione di un array di Persone
        // dall'array con il metodo statico Arrays.asList
        // ottieni una lista l del tipo List
        // ordina l con il metodo statico Collections.sort
        // stampa l
    }
}
```

Se il cognome è uguale, valuta il nome

```
>java NameSort
[Roberto Benigni, Edoardo Bennato, Eugenio Bennato, Bruno Vespa]
```

ESERCIZIO n° 6: ordinamento di liste

```
public class NameSort {
    public static void main(String args[]) {
        Persona elencoPersone[] = {
            new Persona("Eugenio", "Bennato"),
            new Persona("Roberto", "Benigni"),
            new Persona("Edoardo", "Bennato"),
            new Persona("Bruno", "Vespa")
        };
        List l = Arrays.asList(elencoPersone);
        Collections.sort(l);
        System.out.println(l);
    }
}
```

Produce una List (non si sa quale implementazione!) a partire dall'array dato

Ordina tale List in senso ascendente

Se il cognome è uguale, valuta il nome

```
>java NameSort
[Roberto Benigni, Edoardo Bennato, Eugenio Bennato, Bruno Vespa]
```

JCF : dalle interfacce alle implementazioni

JCF: QUADRO GENERALE

		Implementations				
		Hash Table	Resizable Array	Balanced Tree	Linked List	Hash Table + Linked List
Interfaces	Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
	List		ArrayList		LinkedList	
	Deque		ArrayDeque		LinkedList	
	Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

Implementazioni fondamentali:

- per Set: **HashSet, TreeSet, LinkedHashMap**
- per List: **ArrayList, LinkedList, Vector**
- per Map: **HashMap, TreeMap, Hashtable**
- per Deque: **ArrayDeque, LinkedList**

In particolare, di queste adottano una **struttura ad albero** *TreeSet e TreeMap*.

Classi pre-JCF, poi reingegnerizzate in accordo alle interfacce List e Map

Vector, CHI ERA COSTUI?

- Fino a JDK 1.4, **Vector** era la forma più usata di lista
 - all'epoca, la Java Collection Framework non esisteva
- Da JDK 1.5, **JCF ha reso List la scelta primaria**
 - metodi con nomi più brevi, con parametri in ordine più naturale
 - varietà di implementazioni con diverse caratteristiche
- Perciò, **anche Vector è stato reingegnerizzato** per implementare (a posteriori..) l'interfaccia `List`
 - i vecchi metodi sono stati mantenuti per retro-compatibilità, ma sono stati deprecati
 - usare `Vector` oggi implica aderire all'interfaccia `List`
 - il `Vector` così ristrutturato è stato mantenuto anche nella JCF "generica" disponibile da JDK 1.5 in poi.

Vector VS. List

- Il vecchio `Vector` offriva metodi come:
 - `setElementAt(elemento, posizione)`
 - `elementAt(posizione)`

DIFETTI:

- nomi di metodi lunghi e disomogenei
- argomento `posizione` a volte come 1°, a volte come 2° argomento

- mentre il nuovo `Vector`, aderente a `List`, usa:
 - `set(posizione, elemento)`
 - `get(posizione)`

- Nomi brevi, chiari e coerenti con `Collection`
- argomento `posizione` sempre come 1° argomento

QUALI IMPLEMENTAZIONI USARE?

		Implementations				
		Hash Table	Resizable Array	Balanced Tree	Linked List	Hash Table + Linked List
Interfaces	Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
	List		ArrayList		LinkedList	
	Deque		ArrayDeque		LinkedList	
	Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

Regole generali per Set e Map:

- se è indispensabile l'ordinamento, **TreeMap** e **TreeSet** (perché sono le uniche implementazioni di `SortedMap` e `SortedSet`)
- altrimenti, preferire **HashMap** e **HashSet** perché **molto più efficienti** (tempo di esecuzione costante anziché $\log(N)$)

Regole generali per List:

- di norma, meglio **ArrayList**, che ha **tempo di accesso costante** (anziché lineare con la posizione) essendo realizzata su array
- preferire però **LinkedList** se l'operazione più frequente è l'aggiunta in testa o l'eliminazione di elementi in mezzo