Sequenze di lunghezza variabile

ArrayList
Operazioni
Ricerche

Vettori a lunghezza variabile

- Abbiamo visto come fare per definire una sequenza di variabili tutte dello stesso tipo tramite gli array
- Una forte limitazione degli array è che quando vengono creati bisogna specificare la loro lunghezza e, dopo la creazione, la dimensione non può essere più cambiata
- In molti casi è molto difficile stimare la dimensione necessaria al momento della creazione dell'array

Vettori a lunghezza variabile

- La libreria standard di Java ci viene in aiuto fornendo classi che definiscono array evoluti
- Due esempi sono **`java.util.Vector`** e **`java.util.ArrayList`**
- Le due classi sono uguali tranne che per una caratteristica legata alla concorrenza
- I vettori di **`Vector`** sono protetti da accessi simultanei, potenzialmente dannosi, da parte di due o più thread (sottoprocessi della JVM) mentre **`ArrayList`** non ha questo controllo

Vettori a lunghezza variabile

- Se non si gestiscono thread nella nostra applicazione possiamo tranquillamente usare **`ArrayList`**
- In tutti gli altri casi è meglio usare **`Vector`**
- Si noti, in particolare, che in ogni applicazione che usa un'interfaccia grafica ci sono almeno due thread: il main e il gestore dell'interfaccia
- Pertanto è bene usare **`Vector`** se si usa l'interfaccia grafica

ArrayList

- Illustriamo **`ArrayList`** sapendo che comunque le stesse considerazioni valgono per **`Vector`**
- Un oggetto di **`ArrayList`** rappresenta una **lista sequenziale** di **oggetti generici**
- Gli elementi della sequenza sono numerati a partire dal primo
- Come per gli array la numerazione parte da 0

ArrayList

- Si può accedere in maniera indipendente ad ogni elemento dell'**`ArrayList`** tramite un indice intero, come per gli array
- Si può sempre inserire un nuovo elemento in fondo a un **`ArrayList`** tramite il metodo **`add`**
- Non c'è limite (a parte la disponibilità di memoria fisica) alla dimensione che un'**`ArrayList`** può raggiungere
- L'implementazione della classe fa in modo di allocare sempre nuovo spazio quando ce n'è bisogno

Purse e Coin

- Consideriamo di nuovo la classe **`Purse`**
- L'implementazione che abbiamo dato, ogni volta che viene inserita una nuova moneta, semplicemente incrementa di uno un contatore per il tipo di moneta inserita
- Sarebbe più realistico se il borsellino potesse memorizzare proprio le singole monete
- Utilizzeremo un'**`ArrayList`** per migliorare **`Purse`** e permettergli di memorizzare un numero, non specificato a priori, di oggetti della classe **`Coin`**

Operazioni su ArrayList

- Vediamo come si crea un oggetto della classe **`ArrayList`** e come si aggiungono elementi

```
ArrayList coins = new ArrayList();
coins.add(new Coin(0.1, "Dime"));
coins.add(new Coin(0.25,
                   "Quarter"));
...
```


Accesso agli elementi

- Per accedere ad un elemento di un **`ArrayList a`** si usa il metodo **`a.get(i)`** passando come parametro la posizione **`i`** dell'oggetto richiesto (è l'analogo di **`a[i]`** per gli array)
- La posizione deve essere tra 0 e la dimensione **`a.size()- 1`** (in caso contrario viene sollevata un'eccezione)
- Il metodo **`size()`** è l'analogo del campo **`length`** degli array

Tipo degli elementi

- Gli elementi sono tutti di tipo **`Object`** generico
- È possibile inserire in un **`ArrayList`** anche elementi non omogenei (ma in genere non è una buona pratica di programmazione)
- È necessario fare un cast esplicito per poter utilizzare tutte le funzionalità di un oggetto recuperato dall'**`ArrayList`** (che altrimenti può essere usato solo come un generico elemento della classe **`Object`** – vedi API)

Recupero di un elemento

```
Coin aCoin = (Coin) coins.get(0);
```

- **`coins.get(0)`** restituisce un riferimento ad un **`Object`** che sarebbe il primo elemento di **`coins`**
- Sappiamo che questo **`Object`** in realtà è un oggetto della classe **`Coin`** e facciamo un cast esplicito per riottenere la possibilità di chiamare i metodi della classe **`Coin`** sull'elemento recuperato

Accesso agli elementi

- Vediamo una tipica attività molto comune cioè l'esame in sequenza di tutti gli elementi di un'**`ArrayList`**
- Lo schema di programma che si usa è esattamente analogo a quello usato per un array, adattando solo la notazione

Accesso in sequenza

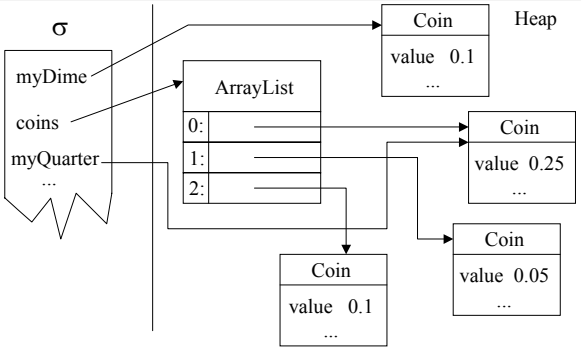
- Calcola il valore totale di tutte le monete attualmente presenti nell'**`ArrayList coins`**:

```
double total = 0;
for (int i = 0; i < coins.size();
                              i++) {
  // Recupero con cast
  Coin aCoin = (Coin) coins.get(i);
  total = total + aCoin.getValue();
}
```


Inserzione

- Il metodo dalla segnatura **`void add(Object)`** aggiunge un elemento in fondo all'**`ArrayList`**
- Il metodo dalla segnatura **`void add(int, Object)`** aggiunge un elemento nella posizione specificata dal primo parametro e fa scorrere l'elemento attualmente in quella posizione e tutti gli eventuali elementi che seguono di una posizione verso destra

Inserzione



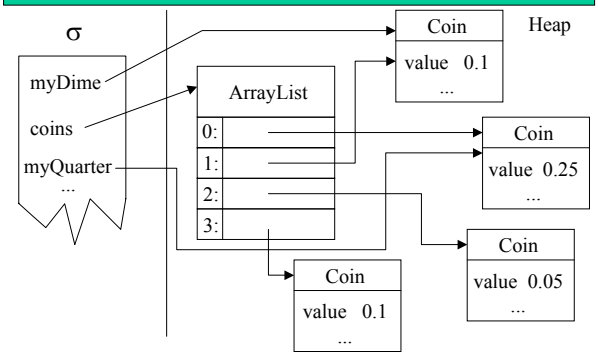
Inserzione

- Supponiamo di eseguire, nello stato appena visto, questa aggiunta:

```
coins.add(1,myDime);
```

- Il risultato è il seguente stato:

Inserzione

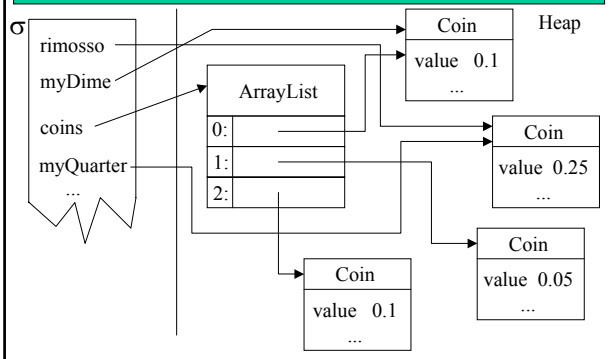


Rimozione

- È possibile rimuovere un elemento in una data posizione con il metodo **`Object remove(int)`**
- Tutti gli elementi che seguono, se ce ne sono, vengono spostati di una posizione verso sinistra
- Il metodo restituisce un riferimento all'oggetto rimosso
- Ad esempio supponiamo di eseguire la seguente istruzione a partire dallo stato appena disegnato:

```
Object rimosso = coins.remove(0);
```

Rimozione



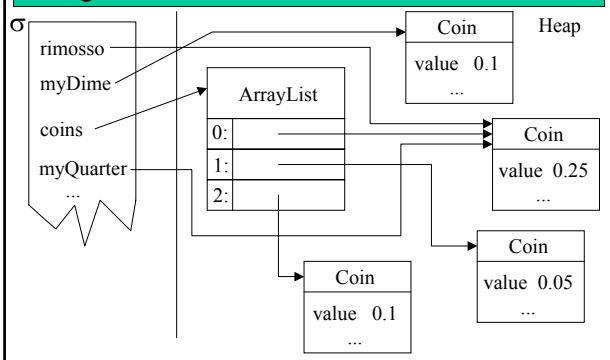
Assegnamento

- Per cambiare un elemento in una certa posizione con un altro si usa il metodo **`void set(int, Object)`**
- L'istruzione seguente

```
coins.set(0,myQuarter);
```

eseguita nello stato precedente porta nel seguente stato (che è esattamente la situazione da cui eravamo partiti)

Assegnamento



Ricerca

- La classe **`ArrayList`** mette a disposizione due metodi per la ricerca di un oggetto in un **`ArrayList`**
- Il metodo **`int indexOf(Object)`** cerca il primo elemento dell'**`ArrayList`** su cui è chiamato che risulta uguale all'**`Object`** passato come parametro tramite il metodo **`equals()`**
- Se il risultato è –1 allora l'oggetto non è presente
- Altrimenti il risultato è la posizione dell'oggetto

Ricerca

- Il metodo **`int lastIndexOf(Object)`** si comporta come **`indexOf`**, ma riporta l'ultima posizione dell'oggetto nell'**`ArrayList`** o –1
- Il criterio di ricerca, più precisamente, è il seguente:
- Sia **`o`** il riferimento all'oggetto passato come parametro
- Viene cercato l'elemento **`e`** dell'**`ArrayList`** per cui **`o.equals(e)`** è vero

Ricerca

- **`equals`** è un metodo polimorfico
- Il codice che viene effettivamente eseguito dipende dal tipo effettivo dell'oggetto riferito da **`o`**
- Se la classe a cui **`o`** appartiene non fornisce un metodo **`equals`** allora viene usato quello della classe **`Object`**
- Il metodo **`equals`** della classe **`Object`** confronta i riferimenti: due oggetti sono uguali se sono fisicamente lo stesso oggetto allocato, ciè hanno lo stesso riferimento

Ricerca

- Non abbiamo implementato il metodo **`equals`** per la classe **`Coin`** quindi verrà usato quello di **`Object`** nella seguente ricerca:

```
int myQuarterPosition =
        coins.indexOf(myQuarter);
```

- Nello stato in cui eravamo arrivati questa ricerca restituisce l'indice 0, cioè la posizione dell'oggetto puntato da **`myQuarter`** in **`coins`**

Ricerca

- Tuttavia la seguente ricerca restituisce –1:

```
int risultato = coins.indexOf(
        new Coin(0.25, "Quarter"));
```

- L'oggetto non viene trovato perché si usa il metodo **`equals`** della classe **`Object`**
- L'oggetto passato come parametro è un oggetto nuovo appena creato e quindi il suo riferimento è diverso da tutti i riferimenti presenti in **`coins`**

Ricerca

- Possiamo pensare di definire un metodo **`equals`** per **`Coin`** in modo che identifichi due monete se hanno lo stesso nome e lo stesso valore
- In questo modo la ricerca effettuata dai metodi **`indexOf`** e **`lastIndexOf`** avrà esito positivo se viene trovata una moneta in **`coins`** che ha lo stesso valore e lo stesso nome di quella passata come parametro

equals

- Il metodo **`equals`** viene chiamato da **`indexOf`** o da **`lastIndexOf`** sull'**`Object`** che viene loro passato
- Se passiamo un oggetto di tipo **`Coin`** allora sappiamo che il polimorfismo farà in modo che il metodo **`equals`** eseguito sia quello della classe **`Coin`**
- Il metodo **`equals`** viene chiamato passando come parametri i riferimenti degli elementi dell'**`ArrayList`** che sono di tipo **`Object`**

equals

- Se definissimo il metodo con la segnatura **`boolean equals(Coin)`** non sarebbe questo ad essere eseguito, ma sempre quello di **`Object`** poiché i riferimenti passati come **parametri** sono di tipo **`Object`** (in questo caso il polimorfismo non si applica)
- Per poter effettuare la ricerca in questo modo dobbiamo quindi definire un metodo con segnatura **`boolean equals(Object)`** in **`Coin`**

equals

```
public boolean equals(Object o) {
  if ( o instanceof Coin ) {
    Coin aCoin = (Coin) o;
    if ( this.value == aCoin.value &&
         this.name.equals(aCoin.name) )
      return true;
    else
      return false;
  }
  else
      return false;
  }
```

equals

- Possiamo comunque sempre definire un metodo **`equals`** anche per confronti tra oggetti entrambi **formalmente** di tipo **`Coin`**:

```
public boolean equals(Coin aCoin) {
    if ( this.value == aCoin.value &&
         this.name.equals(aCoin.name) )
        return true;
      else
        return false;
  }
```


Ricerca

- Adesso si avrà che

```
int risultato = coins.indexOf(
        new Coin(0.25, "Quarter"));
```

- Restituisce la posizione 0, come volevamo

Ricerca

- Non sempre però è conveniente usare i metodi **`indexOf`** o **`lastIndexOf`** per cercare un elemento in un **`ArrayList`**
- Questo tipo di ricerca presenta due inconvenienti:
  1. Bisogna definire il metodo **`equals`** nel modo che abbiamo visto
  2. Non serve se vogliamo fare una ricerca in base a criteri diversi dall'uguaglianza implementata in **`equals`**

Ricerca

- In generale una ricerca all'interno di un **`ArrayList`** può essere implementata nello stesso modo che abbiamo visto per gli array, cioè attraverso gli schemi di ricerca lineare certa o incerta
- Usando questi schemi non siamo costretti a usare per forza un criterio di uguaglianza: possiamo cercare, abbiamo visto, un elemento che soddisfa una proprietà P di qualsiasi tipo

Ricerca

- Vediamo ad esempio una ricerca lineare incerta, in **`coins`**, della prima moneta che ha un certo valore dato **`v`**:

```
int i = 0;
boolean trovato = false;
while (i < coins.size() && !trovato) {
  Coin c = (Coin) coins.get(i);
  if (c.getValue() == v )
    trovato = true;
  else i++;
}
```


Ricerca

- Se eseguiamo la ricerca nello stato a cui eravamo pervenuti negli esempi precedenti con **`v = 0.1`** il risultato sarà che viene trovata una moneta con valore **`v`** in posizione 2 di **`coins`**

Conteggio

- Vediamo un frammento di codice che serve a contare quante volte un moneta di un certo tipo occorre in **coins**
- Possiamo in questo caso usare il metodo **equals(Coin)** che abbiamo implementato
- Creiamo dapprima un oggetto **Coin** che ci servirà a fare il confronto:

```
Coin modello = new Coin(0.25,
                        "Quarter");
```


Conteggio

- Poi contiamo le occorrenze di monete che eguagliano il modello secondo la nostra definizione di uguaglianza:

```
int contatore = 0;
for (int i = 0; i < coins.size(); i++) {
  Coin aCoin = (Coin) coins.get(i);
  if (aCoin.equals(modello))
    contatore++;
}
```

- Viene eseguito il metodo con segnatura **boolean equals(Coin)** della classe **Coin**

ArrayList e tipi di base

- Ma come possiamo fare se vogliamo creare un oggetto **ArrayList** contentente interi, booleani, double o altri tipi base?
- Gli elementi di un oggetto **ArrayList** possono essere solo oggetti!
- Ci vengono in aiuto le classi involucro
- A partire da un valore di un tipo base possiamo costruire un oggetto della classe involucro corrispondente contentente il valore

ArrayList e tipi base

- Ad esempio creiamo un **ArrayList** di interi in questo modo:

```
ArrayList interi = new ArrayList();
interi.add(Integer(0));
interi.add(Integer(-9));
interi.add(Integer(15));
```

- Per il recupero:

```
Integer anInt = (Integer) interi.get(1);
int v = anInt.intValue(); // vale -9
```


Esercizio

- Eseguire le modifiche viste alla classe **Purse**
- In particolare
  - Trasformare i metodi **addNickel** **addDime** e **addQuarter** nel metodo **add(Coin)**
  - cambiare gli altri metodi di conseguenza
  - Aggiungere un metodo **getNumeberOf(Coin c)** che dia il numero di monete uguali a **c** attualmente presenti nel borsellino
  - Aggiungere un metodo **toString()** che stampi in sequenza il nome di tutte le monete presenti nel borsellino secondo il loro ordine cronologico di inserimento

Esercizio

- Aggiungere alla classe **Purse** un metodo **reverse()** che inverta la sequenza di monete in un borsellino
- Ad esempio se il risultato di **toString()** dell'esercizio precedente è

[Dime, Nickel, Dime, Quarter]

- Dopo la chiamata di **reverse** dovrà essere:

[Quarter, Dime, Nickel, Dime]

Esercizio

- Aggiungere alla classe **`Purse`** un metodo

`public void transfer(Purse other)`

che trasferisce in questo (**`this`**) borsellino il contenuto di un altro borsellino (**`other`**)

- Ad esempio se un borsellino **`a`** contiene [Dime, Nickel, Quarter] e un altro borsellino **`b`** contiene [Dime, Quarter, Quarter], dopo la chiamata **`a.transfer(b); b`** diventa vuoto e **`a`** contiente [Dime, Nickel, Quarter, Dime, Quarter, Quarter]

Esercizio

- Scrivere per la classe **`Purse`** un metodo

`public boolean equals(Object other)`

che controlli se i due borsellini contengono le stesse monete nello stesso ordine

Esercizio

- Scrivere per la classe **`Purse`** un altro metodo

`public boolean equals(Object other)`

che controlli se i due borsellini hanno le stesse monete in **qualsiasi** ordine

- Ad esempio i borsellini [Nickel, Dime, Dime, Quarter] e [Quarter, Dime, Nickel, Dime] devono risultare uguali

Esercizio

- Realizzare una classe **`Bank`** che gestisce un certo numero di conti
- Metodi:
  - **`public void addAccount(double initialBalance)`**
  - **`public void deposit(int account, double amount)`**
  - **`public void withdraw(int account, double amount)`**
  - **`public double getBalance(int account)`**
- Suggerimento: far coincidere i numeri di conto con gli indici di un **`ArrayList`**

Esercizio

- Scrivere un programma che produca permutazioni casuali dei numeri da 1 a 10
- Per ogni permutazione casuale si deve riempire un array con i numeri da 1 a 10 in modo che non ve ne siano due uguali
- Realizzare un metodo

`int[] nextPermutation()`

che restituisce la prossima permutazione

- Continua.....

Esercizio cont'd

- Per realizzare la permutazione casuale basta riempire un array di 10 posizioni con i numeri da 1 a 10 in ordine
- poi generare un numero casuale i da 0 a 9
- rimuovere dall'array il numero nella posizione i
- aggiungerlo all'array permutazione che si sta costruendo
- Ripetere fino a quando il primo array non si è esaurito

Esercizio

- Scrivere un programma che verifichi se una tabella di numeri n x n sia un quadrato magico
- Un quadrato magico è tale che contiene tutti numeri diversi e la somma di tutte le righe, di tutte le colonne e delle due diagonali è sempre lo stesso numero
- Prendere in input la tabella sotto forma di n*n numeri interi

Esercizio

- Scrivere un programma che crea quadrati magici con il seguente algoritmo:
- Si scelga la dimensione del lato n tale che n sia dispari
- Mettere il numero iniziale (es 1) al centro dell'ultima riga
- Sia k l'ultimo numero inserito in una posizione (i,j)
- Mettere il numero k+1 nella casella in basso a destra rispetto a quella di k andando a capo sui bordi Continua....

Esercizio cont'd

- Se la casella in basso a destra è già occupata o ci si trova nell'angolo in basso a destra allora scrivere k+1 nella casella superiore alla posizione corrente
- Andare avanti incrementando k fino al completamento di tutta la tabella. Esempio:

11	18	25	2	9
10	12	19	21	3
4	6	13	20	22
23	5	7	14	16
17	24	1	8	15