Strutture dati

Programmazione
Corso di laurea in Informatica

Le strutture dati

- I programmi lavorano su informazioni
- Le informazioni sono spesso organizzate in tavole o tabelle
  - Che non sono semplicemente una massa di dati numerici
  - Ma è che coinvolgono relazioni strutturali tra i dati
- In genere c'è molta più informazione strutturale tra i dati di quella che sia necessario rappresentare per le funzionalità da trattare nel problema affrontato

Proprietà delle strutture dati

- Le strutture dati hanno proprietà ***statiche*** e ***dinamiche*** che possono essere molto diverse
- Le strutture dati devono essere rappresentate e implementate nei linguaggi di programmazione
- Spazio di memoria per l'archiviazione
- La rappresentazione influenza le funzionalità
  - Creazione, manipolazione, ricerca, accesso

Rappresentazione della struttura dati

- Occorre decidere caso per caso la struttura da rappresentare
- Occorre considerare non solo la struttura dati ma anche le classi d'operazioni da effettuare sui dati
- La rappresentazione dipende sia dalle proprietà intrinseche delle struttura dati sia dalle funzionalità che si desiderano implementare
- ***Forma*** e ***funzione***

Tabelle d'informazioni

- Nella forma più semplice una tabella è una lista lineare di elementi
- La relazione strutturale più importante consente di rispondere a:
  - Chi è il primo della lista? Chi è l'ultimo?
  - Chi precede e chi segue un dato elemento?
  - Quanti elementi ci sono nella lista?
- In altre forme una tabella può essere a 2 o più dimensioni
  - Una struttura gerarchica ad albero
  - Una struttura a reticolo

Liste lineari

- Un insieme di $n \geq 0$ di nodi le cui proprietà strutturali coinvolgono essenzialmente solo le posizioni lineari (a 1-dimensione) relative dei nodi
- Se $n \geq 0$, x[*1*] è il primo nodo allora $\forall\ k$ con $1<k< n$, il k-esimo nodo x[k] è preceduto dal nodo x[k-*1*] ed è seguito dal nodo x[k+*1*]; inoltre x[n] è l'ultimo nodo

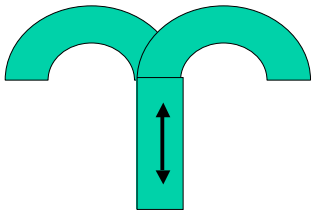
Operazioni sulle liste

- Le operazioni che vogliamo eseguire su una lista, includono (non esclusivamente):
  - Accedere al *k*-esimo nodo
  - Inserire un nuovo nodo in una posizione opportuna
  - Eliminare il *k*-esimo nodo
  - Unire 2 o più liste
  - Fare una copia di una lista
  - Determinare il numero di nodi in una lista
  - Ordinare i nodi di una lista secondo un criterio
  - Cercare le occorrenze di una nodo con un particolare valore

Particolari liste

- Sono frequenti liste lineari in cui inserimenti, cancellazioni e accesso ai dati avvengono quasi sempre solo in prima o in ultima posizione
  - **Stack** o **pila**. Inserimenti e cancellazioni (e spesso anche gli accessi) avvengono solo a un estremo della lista
  - **Coda**. Inserimenti avvengono a un estremo della lista e le cancellazioni all'altro
  - **Deque** (coda a doppi estremi). Inserimenti e cancellazioni possono avvenire ai 2 estremi della lista

Esempio



Un binario morto ad una stazione di testa è rappresentabile con uno stack.

Il primo treno ad uscire è l'ultimo che è entrato

Nomenclatura

- Spesso vengono usati altri nomi per indicare stack e liste in genere
  - **LIFO**. Last In First Out, per stack
  - **FIFO**. First In First Out, per le code
- In particolare per gli stack si usano i termini
  - **Top** o cima per indicare il primo elemento dello stack
  - **Bottom** o fine per indicare l'ultimo elemento
  - **Pop** per eliminare l'elemento al top
  - **Push** per inserire un nuovo dato

Rappresentazione di una lista

- A seconda della classe di operazioni più frequenti è utile una particolare rappresentazione
- Non esiste una singola rappresentazione che rende le operazioni tutte ugualmente efficienti
  - L'accesso random alla k-esimo nodo è diffcile se contemporaneamente inseriamo e cancelliamo nodi
- Distinguiamo rappresentazioni di liste in funzione delle principali operazioni da eseguire

Liste statiche vs dinamiche

- Le liste statiche hanno una rappresentazione statica
  - Viene allocata un'area di memoria di dimensione prefissata quindi hanno una dimensione fissa
- Le liste dinamiche hanno una rappresentazione dinamica
  - L'area di memoria per archiviare i nodi viene riservata dinamicamente in esecuzione quando serve
  - Possono avere una dimensione non prefissata

Implementazione di pile

- `public void push(Object o)`
  - Aggiunge l'oggetto passato come parametro sullo stack. Se lo stack è pieno solleva un'eccezione `OutOfBoundsStackException`
- `public Object pop()`
  - Rimuove l'oggetto che sta al top dello stack e lo riporta all'ambiente chiamante. Se lo stack è vuoto solleva una `EmptyStackException`
- `public boolean empty()`
  - Riporta `true` se lo stack è vuoto, `false` altrimenti
- `Stack()`
  - Il costruttore che costruisce uno stack vuoto

L'eccezione per stack vuoto

```
public class EmptyStackException extends
      RunTimeException
{
}
```

Un'eccezione definita come estensione di `RunTimeException` quindi non controllata

Viene sollevata dal metodo `pop()`

L'eccezione per stack pieno

```
public class OutOfBoundsStackException
extends RunTimeException
{ …
}
```

Un'eccezione definita come estensione di `RunTimeException` quindi non controllata

Può essere sollevata dal metodo `push()`

Implementazione statica

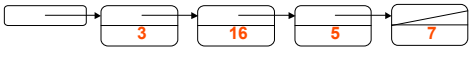
- Per un'implementazione statica di stack, possiamo adottare un'array di oggetti
- Lo stack viene rappresentato come un array di riferimenti a `Object`
- L'array sarà predimensionato in modo conveniente
  - Occorre tenere presente la dimensione massima dell'array
  - Potrà sempre essere possibile andare in overflow

Implementazione statica

- Ogni posizione dell'array rappresenta un nodo dello stack
- La posizione `0` viene usata per contenere l'elemento più in basso dello stack. Un indice indica la cima dello stack
- `Stack.java` e l'eccezioni
  - `EmptyStackException.java`
  - `OutOfBoundsStackException.java`

Implementazione dinamica

- Si usa una lista lineare concatenata
  - Oltre all'informazioni del nodo è necessario archiviare l'indirizzo del nodo successivo
  - Ogni nodo contiene un campo per contenere il riferimento all'oggetto con il valore che ci interessa archiviare



Rappresentazione del nodo

- La classe che rappresenta il nodo dello stack

```
Class NodoStack {
   Object dato;
   NodoStack pros;
}
```

- La definizione è ricorsiva, cioè il nodo è definito in termini di sé stesso

Rappresentazione dello stack

- Per definire lo stack è sufficiente dare il riferimento alla cima dello stack
  - La cima sarà `null` nel caso di stack vuoto

```
public class Stack {
   private NodoStack cima;
   … altri metodi
}
```


Costruttore e metodi

```
public Stack() {
  cima = null;
}

public boolean empty() {
  return cima == null;
}
```


Il metodo `push()`

- Il metodo ha come parametro il riferimento all'oggetto che deve inserire alla cima dello stack
  - Dovrà creare un nuovo nodo
  - Copiare il riferimento passato come parametro nel campo `dato` del nuovo nodo
  - Inserire il nuovo nodo alla cima della lista

Il metodo `pop()`

- Il metodo non ha parametri. Deve eliminare il nodo alla cima dello stack
  - Dovrà memorizzare il riferimento contenuto nella cima
  - Eliminare la cima
  - Riportare all'ambiente il riferimento memorizzato
- Se la lista è vuota deve sollevare un'eccezione
  - `EmptyStackException`

Classi interne

- La classe `NodoStack` viene usata solo dalla classe `Stack` e quindi viene dichiarata `static` e `private`
- È una risorsa privata della classe `Stack` che avrà accesso perciò ai suoi campi

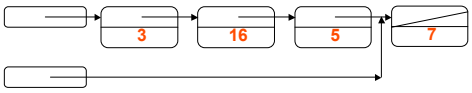
- `Stack.java`

Le code

- Nelle code gli elementi si inseriscono ad un estremo e prelevano all'altro (**FIFO**)
  - Quindi si preleva nell'ordine in cui si è inserito
  - Ad esempio: una lista d'attesa
- Mentre negli stack l'elemento che si preleva è l'ultimo che si è inserito (**LIFO**)

Implementazione dinamica

- Si può usare una lista concatenata
- Utile avere anche un riferimento all'ultimo nodo della lista



Implementazione in Java

- Rappresentazione del singolo nodo

```
class NodoCoda {
   Object dato;
   NodoCoda pros;
}
```

- Rappresentazione della coda

```
public class Coda {
   private NodoCoda primo, ultimo;
   private static NodoCoda { … }
   … altri metodi
}
```


Operazioni sulla coda

- Inserire nodi
  - Avviene alla fine della lista
- Eliminare nodi
  - Avviene all'inizio della lista

Costruttore e metodi

- Il costruttore costruisce una coda vuota

```
public Coda() {
   primo = ultimo = null;
}
```

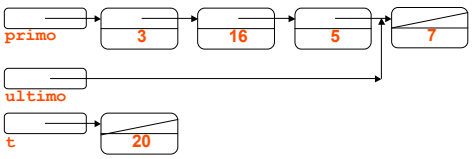
- Funzione per inserire un nodo
  - Costruire il nuovo nodo da inserire
  - Collegare il nuovo nodo dopo l'ultimo
  - Aggiornare il riferimento all'ultimo nodo

```
public void aggiugi (Object o) {
…
}
```


Inserire nodi

- Creare il nuovo nodo con il dato riferito da `o`

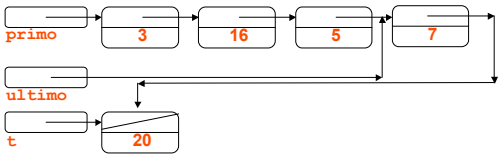
```
NodoCoda t = new NodoCoda();
t.dato = o;
t.pros = null;
```



…inserire nodi…

- Collegare dopo l'ultimo nodo

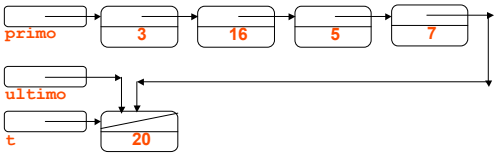
```
ultimo.pros = t;
```



…inserire nodi…

- Aggiornare il riferimento all'ultimo nodo

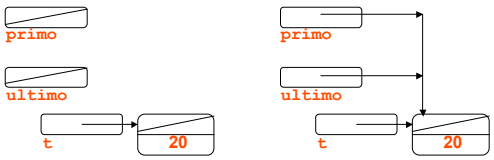
```
ultimo = t;
```



…inserire nodi…

- Ma se la coda era vuota allora

```
if (primo == null) primo = ultimo = t;
```



Eliminare nodi

- Controllare se la coda è vuota e nel caso sollevare l'eccezione `CodaVuotaException`

```
if (primo == null) throw new
   CodaVuotaException();
```

- Eliminare il riferimento al primo nodo e riportare all'ambiente il riferimento contenuto nel campo `dato`

```
Object risultato = primo.dato;

primo = primo.pros;
```


…eliminare nodi…

- Se la lista rimane vuota dopo il prelievo, occorre ricordarsi di aggiornare ultimo

```
if (primo == null) ultimo = null;
```

`Coda.java` con l'eccezioni `CodaVuotaException.java` e il driver `ProvaCoda.java`