

-
- Una *classe* viene dichiarata usando la *parola chiave* “**Class**” seguita dal nome della classe.

Esempio

La seguente dichiarazione

```
Class Rettangolo
{
    int base;
    int altezza;
}
```

definisce una classe di nome “Rettangolo” dotata degli attributi “base” e “altezza” di tipo **int** (cioè numeri interi).

Dopo che una classe è stata dichiarata è possibile creare oggetti di quella classe, chiamate *istanze della classe*. Ad esempio, l’istruzione

```
Rettangolo RET = new Rettangolo()
```

crea un’istanza della classe Rettangolo di nome “RET”.

A questo punto possiamo assegnare dei valori alla base e all’altezza del rettangolo RET mediante le seguenti istruzioni di assegnamento:

```
RET.base = 10;
RET.altezza = 20;
```

OSSERVAZIONE

Tipicamente, nei moderni linguaggi di programmazione, un’istruzione di assegnamento viene rappresentata usando il simbolo di uguaglianza “=” (come sopra). Si noti inoltre l’uso del carattere di punto “.” per referenziare gli attributi di una classe.

Oltre agli attributi una classe può contenere anche dei *metodi*.

- Un metodo è una funzione che permette di calcolare certe informazioni relative alle istanze della classe.

Ad esempio, possiamo includere nella classe Rettangolo un metodo CalcolaArea() per calcolare l'area di un dato rettangolo. Come gli attributi, anche i metodi vengono referenziati usando il carattere di punto “.”

Esempio

Le seguenti istruzioni

1. Rettangolo RET = **new** Rettangolo();
2. RET.base = 10;
3. RET.altezza = 20;
4. $x = \text{RET.CalcolaArea}()$;
5. **print**(x);

permettono di creare un'istanza della classe rettangolo di nome RET (istruzione N. 1). Successivamente assegnano alla base e all'altezza del rettangolo RET, rispettivamente, i valori 10 e 20 (istruzioni N. 2 e N. 3). Quindi viene calcolata l'area del rettangolo RET, invocando il metodo CalcolaArea(), e il risultato (cioè il valore dell'area) viene assegnato alla variabile x (istruzione N. 4). Infine viene stampato il contenuto di x (il valore dell'area del rettangolo RET) mediante la funzione di stampa **print** (istruzione N. 5).

Esempio

Se vogliamo modificare l'altezza del rettangolo RET attribuendogli, ad esempio, il valore dato dalla somma tra la sua base e la sua area, potremmo usare l'istruzione

$$\text{RET.altezza} = \text{RET.base} + \text{RET.CalcolaArea}();$$

Dopo l'esecuzione di questa istruzione, l'altezza di RET sarà uguale a 210.

- Un **GRAFO** è un insieme di nodi possibilmente connessi da archi.

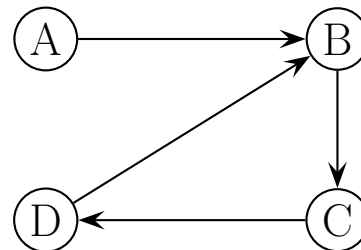
- Nel caso in cui tutti gli archi abbiano doppio verso di percorrenza, si parla di **GRAFII NON-DIREZIONATI**.

Altrimenti, di **GRAFII DIREZIONATI** (o **DIGRAPH**)

- Ogni arco in un grafo sarà identificato con la coppia (X, Y) dei nodi che esso connette: cioè, (X, Y) rappresenta l'arco che connette il nodo X al nodo Y . Nel caso di grafi non-direzionati, per ogni coppia (X, Y) ci sarà anche la coppia (Y, X) (dato che in un grafo non-direzionato gli archi possono essere percorsi in entrambi i sensi).

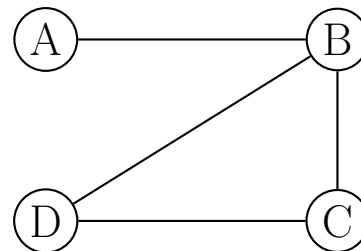
Esempio

Gli archi del seguente grafo direzionato



sono le coppie: (A, B) , (B, C) , (C, D) e (D, B) .

Gli archi del seguente grafo non-direzionato

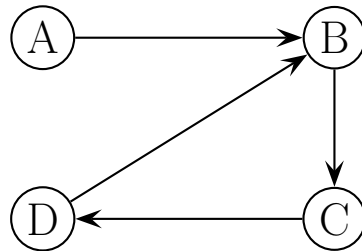


sono le coppie: (A, B) , (B, A) , (B, C) , (C, B) , (C, D) , (D, C) , (D, B) e (B, D) . (Si noti che per ogni coppia (X, Y) c'è anche la coppia (Y, X) .)

-
- Un CAMMINO (o PERCORSO) in un grafo è una sequenza di nodi N_1, N_2, \dots, N_k , indicata anche con $N_1 - N_2 - \dots - N_k$, tale che (N_i, N_{i+1}) è un arco, per $i = 1, 2, \dots, k - 1$: cioè, due nodi consecutivi nella sequenza sono connessi da un arco.

Esempio

Nel seguente grafo direzionato



- la sequenza $A - B - C - D$ è un cammino poiché (A, B) (B, C) e (C, D) sono archi nel grafo.
- la sequenza $B - C - D - B$ è un cammino poiché (B, C) (C, D) e (D, B) sono archi nel grafo.
- la sequenza $A - B - C - D - B - C$ è un cammino poiché (A, B) (B, C) , (C, D) , (D, B) e (B, C) sono archi nel grafo.
- la sequenza $A - B - D$ non è un cammino poiché (B, D) non è un arco nel grafo.
- la sequenza $A - B - C - B$ non è un cammino poiché (C, B) non è un arco nel grafo.

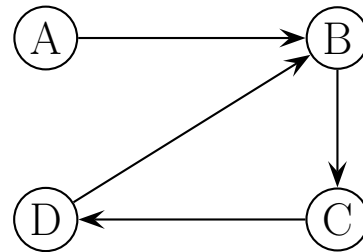
OSSERVAZIONE (1)

Si noti che se in un grafo non-direzionato si inverte l'ordine dei nodi in un cammino si ottiene un nuovo cammino. Ad esempio, se $A - B - C$ è un cammino in un grafo non-direzionato, questo vuol dire che le coppie (A, B) e (B, C) sono archi nel grafo. Ma, poiché il grafo è non-direzionato, esso contiene anche le coppie (B, A) e (C, B) , e pertanto la sequenza $C - B - A$ è anch'essa un cammino nel grafo.

-
- Un nodo X si dice **RAGGIUNGIBILE** da un nodo Y se esiste un cammino che parte dal nodo Y (cioè il cui primo nodo è Y) e termina nel nodo X (cioè l'ultimo nodo del cammino è X).

Esempio

Nel seguente grafo direzionato

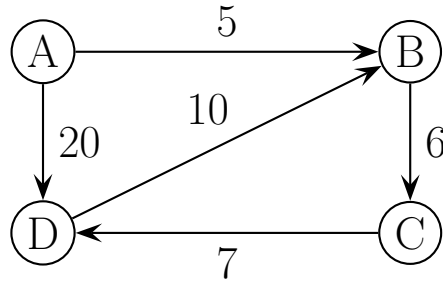


- il nodo C è raggiungibile dal nodo A poiché esiste un cammino da A a C (Es. $A - B - C$).
- il nodo D è raggiungibile dal nodo A poiché esiste un cammino da A a D (Es. $A - B - C - D$)
- il nodo C è raggiungibile dal nodo D poiché esiste un cammino da D a C (Es. $D - B - C$).
- il nodo A non è raggiungibile dal nodo B poiché non esiste alcun cammino da B ad A
- il nodo A non è raggiungibile dal nodo C poiché non esiste alcun cammino da C ad A

OSSERVAZIONE (2)

Si noti che se in un grafo non-direzionato un nodo X è raggiungibile da un nodo Y allora anche Y è raggiungibile da X . Infatti, se c'è un cammino da Y a X , allora invertendo l'ordine dei nodi di questo cammino si ottiene un cammino da X a Y (si veda l'osservazione (1) precedente).

• Un **GRAFO CON PESI** (o **GRAFO PESATO**) è un grafo in cui ogni arco ha associato un certo peso (o costo) che indica il prezzo da pagare per attraversare l'arco.



Ad esempio, possiamo considerare un grafo di città i cui archi rappresentano le strade che connettono le varie città. In questo caso il peso di un arco potrebbe essere, ad esempio, la lunghezza in chilometri della strada rappresentata dall'arco.

• Il costo di un cammino in un grafo pesato è la somma dei costi dei vari archi che compongono il cammino.

Ad esempio, nel grafo rappresentato sopra, il cammino $A - B - C - D$ ha costo 18 dato che gli archi (A, B) , (B, C) e (C, D) hanno costi pari a 5, 6 e 7, rispettivamente ($5 + 6 + 7 = 18$).

In alcuni casi può essere utile determinare un cammino di costo minimo in un certo grafo. Ad esempio, se si vuole raggiungere una certa città Y , partendo da un certa città X , è preferibile scegliere il percorso di minima distanza che connette X a Y , cioè un percorso con costo complessivo minimo. Molti problemi di questo tipo possono essere modellizzati usando grafi pesati.

Nel grafo rappresentato sopra, possiamo osservare che $A - B - C - D$ è un cammino di costo minimo da A a D . Si noti che la sequenza $A - D$ è un cammino da A a D , ma non un cammino di costo minimo perché il suo costo complessivo è pari a 20.