

# Algoritmi e Strutture di Dati

## I grafi

rappresentati con oggetti e riferimenti

*m.patrignani*

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

## Nota di copyright

- queste slides sono protette dalle leggi sul copyright
- il titolo ed il copyright relativi alle slides (inclusi, ma non limitatamente, immagini, foto, animazioni, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati sulla prima pagina
- le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente, non a fini di lucro, da università e scuole pubbliche e da istituti pubblici di ricerca
- ogni altro uso o riproduzione è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori
- gli autori non si assumono nessuna responsabilità per il contenuto delle slides, che sono comunque soggette a cambiamento
- questa nota di copyright non deve essere mai rimossa e deve essere riportata anche in casi di uso parziale

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

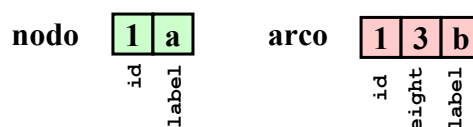
### Contenuto

- Rappresentazione di grafi tramite oggetti e riferimenti
  - costo delle operazioni di inserimento e cancellazione di nodi e archi
  - uso dei puntatori di posizione
- Esercizi su grafi rappresentati tramite oggetti e riferimenti

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrigiani@uniroma3.it

### Rappresentazione con oggetti

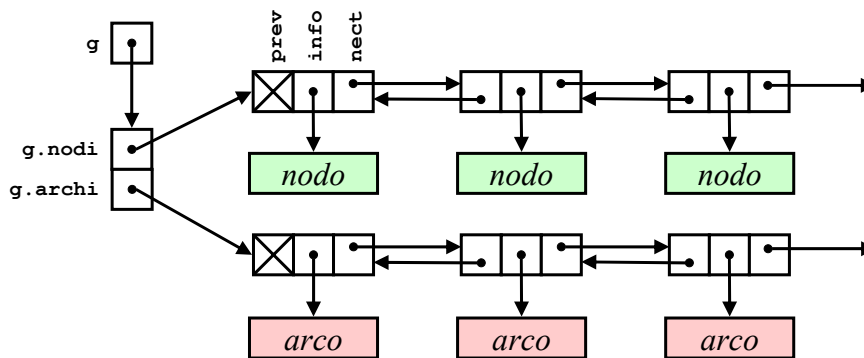
- Nelle rappresentazioni che abbiamo visto finora rimuovere o aggiungere un nodo contempla la riallocazione e la copia dell'array g.A
- Se è necessario modificare anche l'insieme dei nodi una rappresentazione più efficiente è quella in cui ogni nodo e ogni arco è un oggetto
- Nell'oggetto nodo e nell'oggetto arco possono essere memorizzati altri valori, come identificatori, pesi, marcatori, etichette, e tutto ciò che è richiesto dalle applicazioni



220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrigiani@uniroma3.it

## Il grafo

- I nodi e gli archi non sono conservati in array, ma in liste doppiamente concatenate



220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrigiani@uniroma3.it

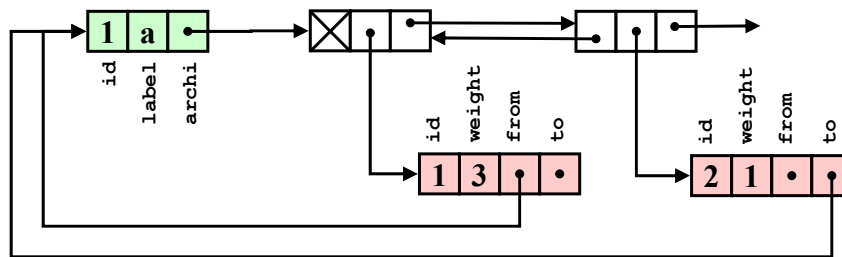
## Identificatori dei nodi

- In un grafo rappresentato tramite una matrice di adiacenza o un array di liste di adiacenza un nodo è identificato da un intero
  - cioè l'indice dell'array o della matrice
- Nella rappresentazione con oggetti e riferimenti un identificatore di un nodo è un puntatore al nodo
  - se l'utente ha bisogno di identificatori numerici o di etichette è possibile memorizzarle nei nodi stessi

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrigiani@uniroma3.it

## Relazioni tra nodi e archi

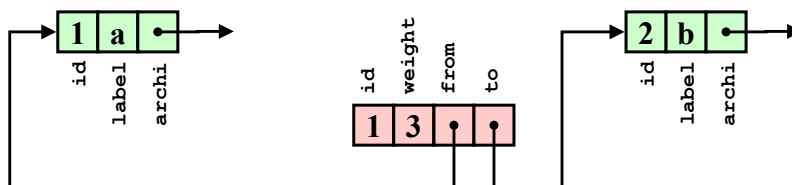
- E' necessario che ogni nodo abbia una lista dei suoi archi incidenti e che ogni arco abbia dei riferimenti ai suoi due estremi



220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

## Grafi diretti e grafi non diretti

- Gli archi diretti e gli archi non diretti vengono rappresentati allo stesso modo



- Nel caso in cui il grafo sia indiretto la differenza tra i nodi **from** e **to** viene ignorata
  - in questo modo un arco (diretto o indiretto) è sempre rappresentato da un singolo oggetto arco

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

### Aggiunta di nodi e archi

- Per aggiungere un nodo occorre
  - creare un nuovo oggetto nodo
  - aggiungere il nodo in testa alla lista dei nodi del grafo
- Per aggiungere un arco occorre
  - creare un nuovo oggetto arco
  - aggiungerlo in testa alle seguenti liste
    - lista degli archi del grafo
    - lista degli archi del nodo sorgente
    - lista degli archi del nodo destinazione
- Entrambe le operazioni possono essere fatte in tempo costante

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patignani@uniroma3.it

### Rimozione di un arco o di un nodo

- Per rimuovere un arco a partire da un suo indentificatore (riferimento) occorre
  - scorrere tutte le liste in cui è menzionato l'arco e rimuoverlo
  - cancellare l'arco
- Per rimuovere un nodo a partire da un suo indentificatore (riferimento) occorre
  - rimuovere tutti i suoi archi incidenti
  - scorrere la lista dei nodi e rimuoverlo dalla lista
  - cancellare il nodo
- Queste operazioni richiederebbero un tempo lineare!

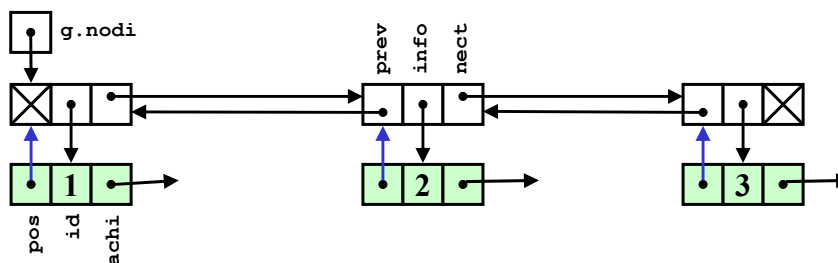
220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patignani@uniroma3.it

## Uso dei puntatori di posizione

- Per rendere le rimozioni più veloci ogni oggetto (nodo o arco) possiede dei campi aggiuntivi
  - ogni nodo ha un riferimento **pos** all'elemento corrispondente della lista dei nodi del grafo
  - ogni arco ha tre riferimenti **pos**, **frompos**, **topos** agli elementi corrispondenti delle tre liste (del grafo, del nodo from e del nodo to) in cui compare
- In questo modo a partire dal nodo o dall'arco è possibile rimuoverlo dal grafo in tempo costante

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

## Puntatori di posizione del nodo

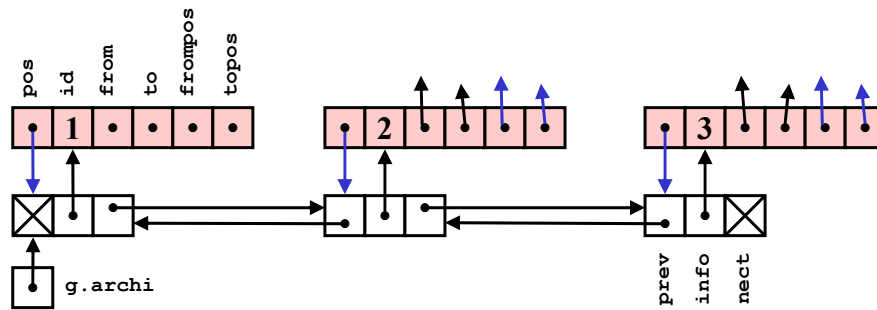


- Poiché la lista dei nodi è doppiamente concatenata è possibile rimuovere efficientemente un nodo dalla lista una volta che sia noto l'elemento corrispondente

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

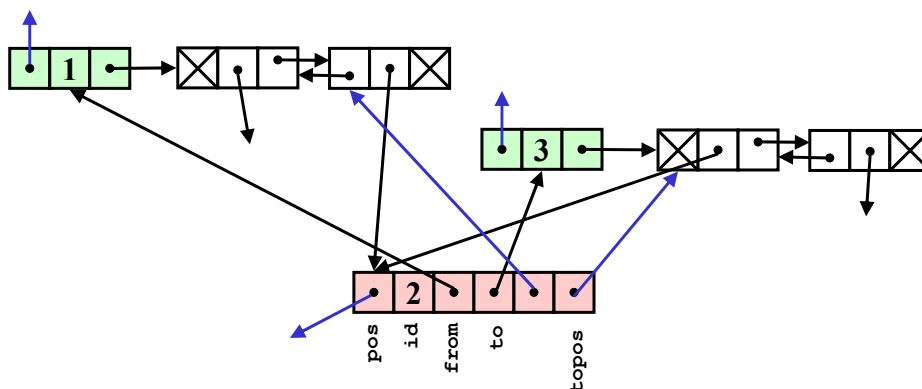
## Puntatori di posizione dell'arco

- Ogni arco ha tre puntatori di posizione in quanto compare in tre liste doppiamente concatenate



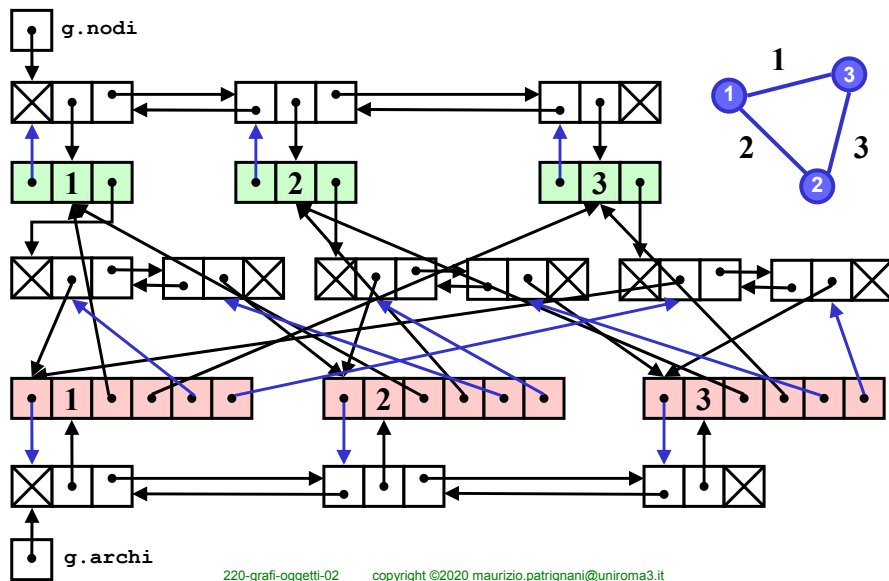
220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

## Puntatori di posizione dell'arco



220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

## Un esempio completo



220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it

## Attributi opzionali del grafo

- Nelle rappresentazioni dei grafi con oggetti sono frequenti attributi opzionali
  - `numero_nodi`
    - per conoscere il numero dei nodi senza scorrere la lista `g.nodi`
  - `numero_archi`
    - per conoscere il numero degli archi senza scorrere la lista `g.archi`
  - `max_id_nodi`
    - per poter scegliere un id di un nuovo nodo senza dover verificare che non sia già utilizzato
  - `max_id_archi`
    - per poter scegliere un id di un nuovo arco senza dover verificare che non sia già utilizzato

220-grafi-oggetti-02 copyright ©2020 maurizio.patrignani@uniroma3.it



### Esercizi sulle rappresentazioni con oggetti

- Scrivi lo pseudocodice delle seguenti procedure
  1. AGGIUNGI\_NODO( $g, u$ ) che inserisce nel grafo  $g$  un nuovo nodo con id  $u$  e restituisce un riferimento al nodo aggiunto
  2. AGGIUNGI\_ARCO( $g, from, to, u$ ) che inserisce nel grafo  $g$  un nuovo nodo con id  $u$  dal nodo  $from$  al nodo  $to$  (passati come riferimento) e restituisce un riferimento all'arco aggiunto
  3. RIMUOVI\_ARCO( $g, e$ ) che cancella dal grafo  $g$  l'arco  $e$  passato come riferimento
  4. RIMUOVI\_NODO( $g, n$ ) che cancella dal grafo  $g$  il nodo  $n$  passato come riferimento