Lezione 21

Introduzione alle liste

Strutture dati dinamiche

- Vi sono problemi risolvibili efficacemente mediante algoritmi che fanno uso di **strutture dati dinamiche**
  - Ossia strutture dati che cambiano dimensione durante l'esecuzione dell'algoritmo

Problema

- Supponiamo di dover memorizzare e ristampare una successione di valori il cui numero non sia noto a priori
- Supponiamo inoltre che, oltre ad inserirli, sia necessario di tanto in tanto estrarre alcuni valori

Array dinamico 1/2

- Possibile soluzione: array dinamico riallocato ogni volta che si renda necessario
- Ogni riallocazione ha costo *O(N)*
  - Bisogna ricopiare tutti i valori nella nuova locazione
- Comunque si fa “ogni tanto”, per cui l'inserimento ha costo *ammortizzato O(*1*)*

Array dinamico 2/2

- Però ad ogni estrazione di un elemento che non sia l'ultimo bisogna ricompattare l'array se non si vogliono lasciare 'buchi'
- Questo costa *O(N)* **tutte le volte**

Domanda

- Vi viene in mente una soluzione migliore?
- In merito, considerate che, anche se non abbiamo visto come, con l'operatore **`new`** si può anche allocare un solo oggetto anziché un array di oggetti

Proposta

- Perché ogni volta che dobbiamo aggiungere un elemento non lo allochiamo in memoria **da solo**?
- Se e quando dobbiamo estrarlo lo deallocheremo, di nuovo **da solo**

Problemi

- Dove memorizziamo l'indirizzo dei vari elementi?
- Cominciamo dal primo ...

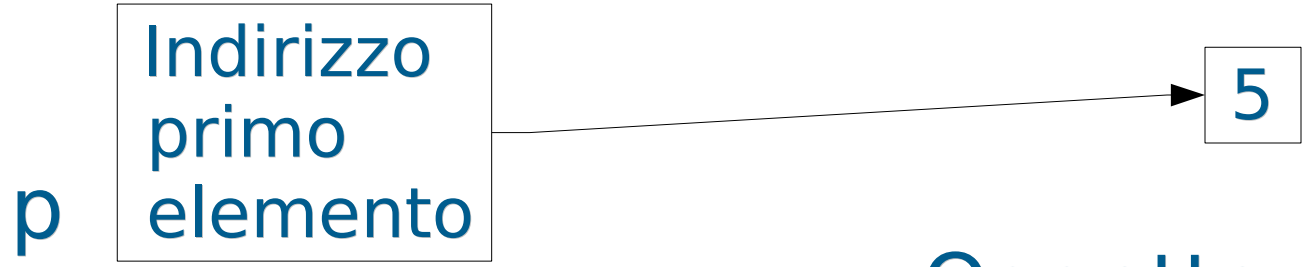
Puntatore al primo elemento

- Potremmo memorizzare in una variabile di tipo puntatore l'indirizzo di tale elemento

Puntatore al primo elemento

- Supponiamo che il primo valore sia 5
  - Allochiamo in memoria spazio per un intero e memorizziamo il valore
  - Ne memorizziamo l'indirizzo in una variabile `p` di tipo puntatore

Puntatore al primo elemento



Oggetto dinamico

Variabile locale o globale: oggetto automatico o statico

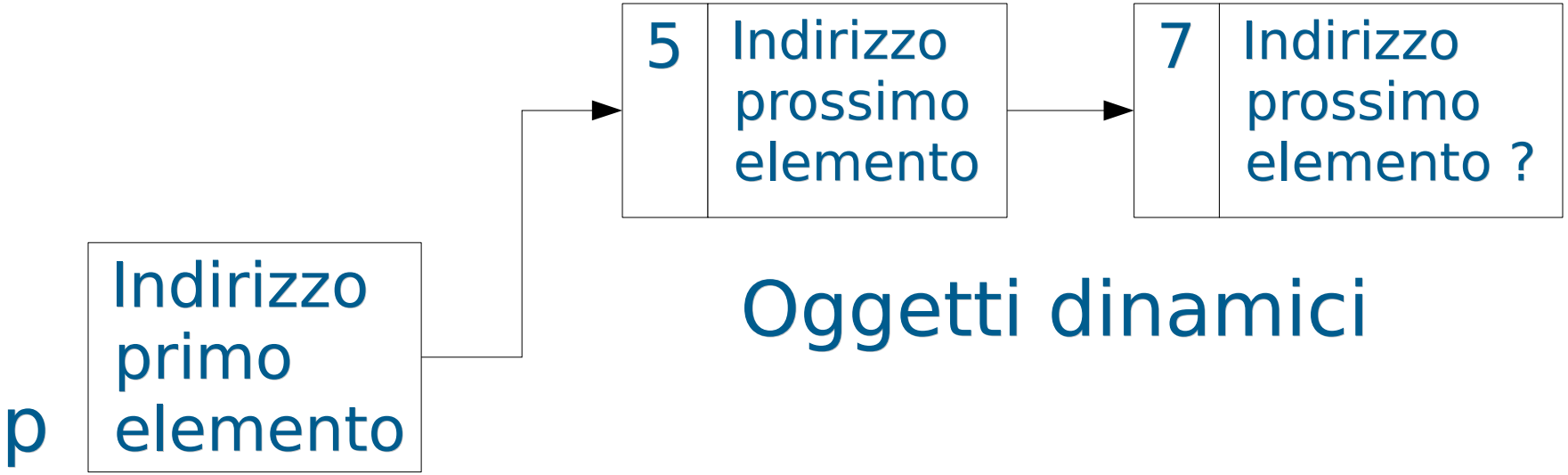
Elementi successivi

- Supponiamo di inserire un altro valore, diciamo 7
- Come facciamo per memorizzare l'indirizzo del secondo elemento, ed in generale l'indirizzo del prossimo elemento ogni volta che ne aggiungiamo uno?

Puntatore al successivo

- Per ciascun valore, potremmo allocare spazio in memoria
  - sia per il valore dell'elemento,
  - che per un puntatore che punti al prossimo elemento
- Così, una volta raggiunto un elemento, abbiamo le informazioni necessarie per accedere al prossimo

Puntatore al successivo



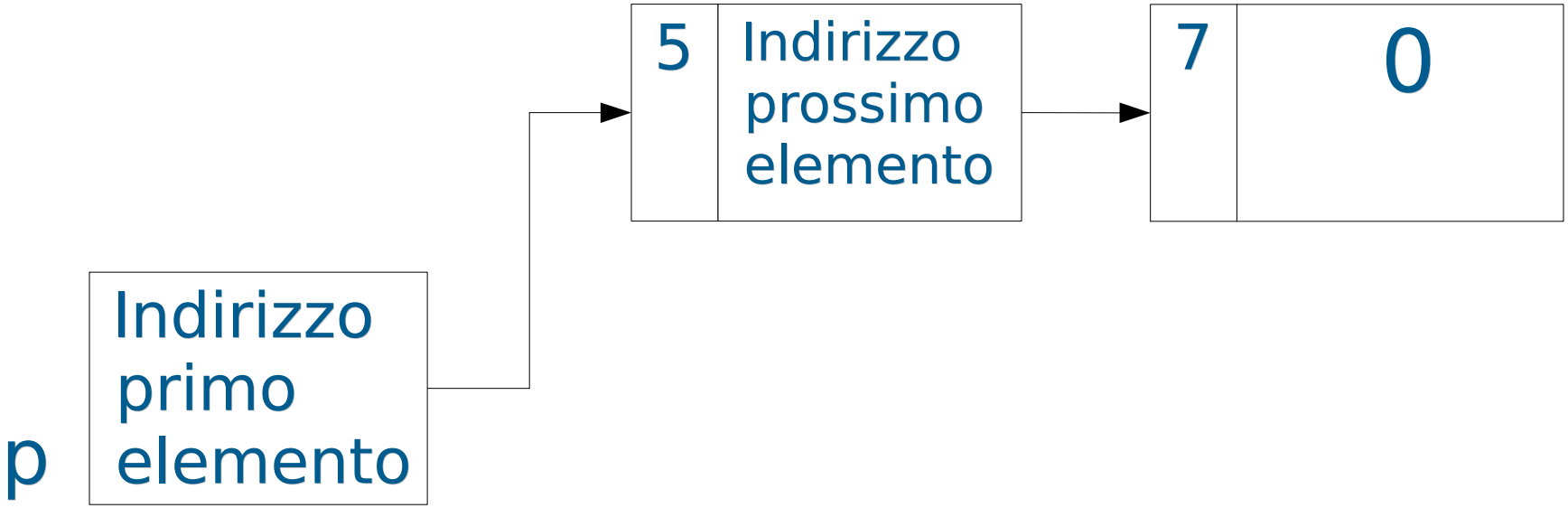
Variabile locale o globale: oggetto automatico o statico

Ultimo elemento 1/2

- L'elemento contenente il valore 7 è attualmente l'ultimo (ce ne sono solo due)
- Che valore possiamo assegnare al puntatore all'interno della struttura che lo rappresenta?
- Come facciamo a dire che non ci sono altri elementi dopo di lui?

Ultimo elemento 2/2

- Possiamo assegnargli il valore 0 (NULL)



- Abbiamo costruito un oggetto di tipo **lista concatenata**

Lista concatenata

- Struttura dati i cui oggetti/elementi sono disposti in ordine lineare
- Diversamente dall'array, in cui l'ordine è determinato dagli indici, l'ordine in una lista concatenata è determinato da un puntatore in ogni oggetto

Terminologia 1/2

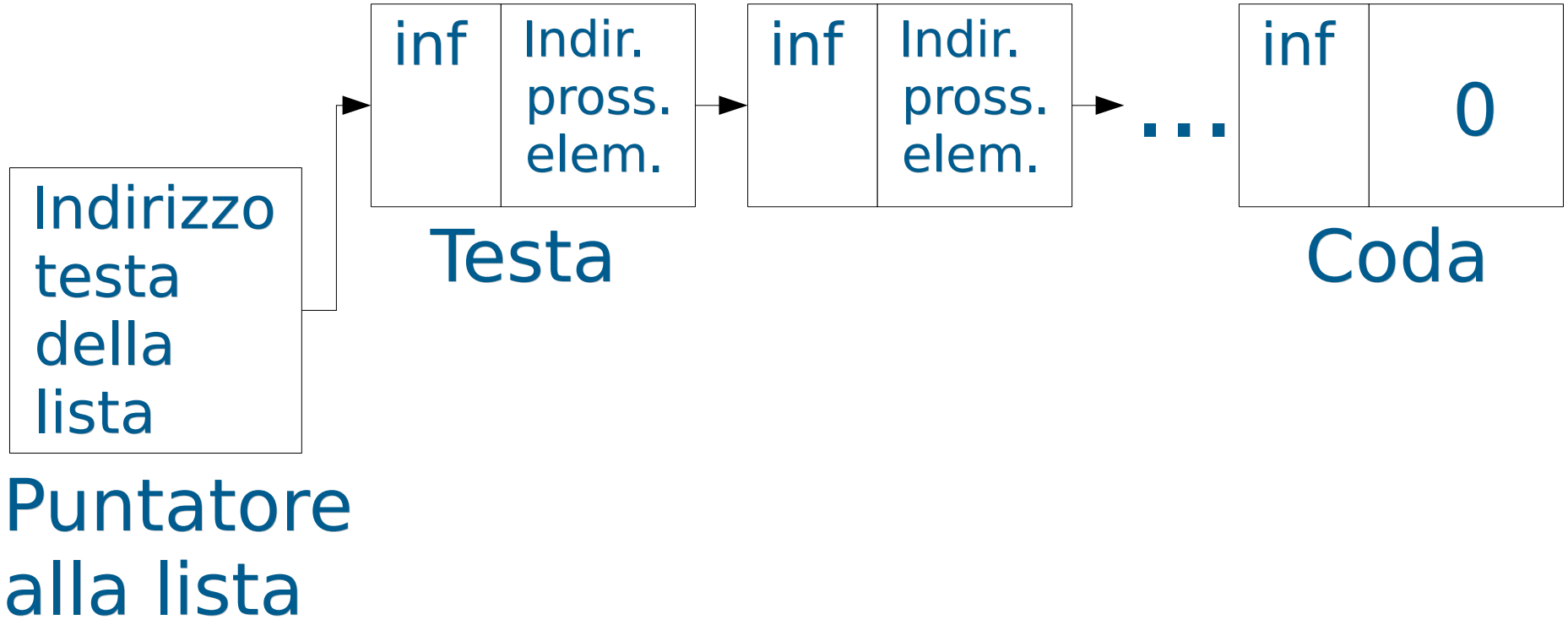
- Diremo che ciascun elemento contiene un **campo informazione** ed un campo puntatore (oppure due, come stiamo per vedere)
- Il primo elemento di una lista è tipicamente chiamato **testa** (**head**) della lista
- L'ultimo elemento è tipicamente chiamato **coda** (**tail**) della lista

Terminologia 2/2

- Lista singolarmente concatenata o semplice: ciascun elemento contiene solo un puntatore al prossimo elemento
- Lista doppiamente concatenata o doppia: ciascun elemento contiene sia un puntatore al prossimo elemento che un puntatore all'elemento precedente

Lista semplice 1/2

- Ciascun elemento contiene solo un puntatore al prossimo elemento



Lista semplice 2/2

- Il puntatore al prossimo elemento della coda della lista contiene il valore 0 (NULL)
- Il puntatore alla testa della lista individua la lista stessa
  - E' perciò chiamato anche puntatore alla lista

Tipo di dato lista 1/2

- Esistono varie librerie che forniscono il tipo di dato lista
- Vengono fornite le operazioni di
  - Creazione ed eliminazione
  - Inserimento/estrazione di elementi in testa, in fondo, in una posizione data
    - Tipicamente di costo *O(1)*
  - Restituzione del numero di elementi
    - Attenzione, in alcune implementazioni costa *O(1)* mentre in altre *O(N)* !

Tipo di dato lista 2/2

- Inserimento in ordine
  - Tipicamente a costo *O(N)* (per via della ricerca della posizione)
- Riordinamento
  - Tipicamente a costo *O(N logN)*
- Le funzioni di libreria si occupano dei puntatori, il programmatore di preoccupa solo del campo informazione
- Ad esempio, nella libreria standard del C++ (non in quella del C) c'è il tipo di dato *list*, presentato in **`<list>`**

Confronto array – liste 1/3

- Data una sequenza di N oggetti
  - Ad esempio N variabili di tipo **int**
- Se la sequenza è memorizzata mediante un array
  - Occupa meno spazio in memoria rispetto ad una lista
  - Si può aggiungere un elemento in fondo alla sequenza a costo computazionale inferiore rispetto ad una lista
  - L'inserimento di un elemento in testa o nel mezzo ha costo *O(N)*

Confronto array – liste 2/3

- Se la sequenza è memorizzata mediante una lista
  - Occupa più spazio in memoria rispetto ad array
  - Si può aggiungere un elemento in fondo a costo computazionale maggiore rispetto ad un array
    - Anche se si dispone di un puntatore all'ultimo elemento e non è quindi necessario scorrere tutta la lista prima di poter inserire il nuovo elemento
  - continua ...

Confronto array – liste 3/3

- L'inserimento di un elemento in testa alla sequenza ha costo *O(1)*
- L'inserimento nel mezzo ha costo *O(1)* se si conosce l'indirizzo dell'elemento dopo il quale inserire il nuovo elemento

Fine del corso

- Con quest'ultima *slide* si chiude il corso
- Spero di essere riuscito a comunicarvi il messaggio forse più importante per un insegnamento di introduzione alla programmazione
  - Applicare il massimo rigore nelle fasi di sviluppo
  - Per valorizzare al massimo uno dei momenti più belli dell'attività di programmazione: la nascita di una nostra **idea nuova**, che ci fa risolvere un problema che prima non sapevamo risolvere

Saluti 1/2

- Vi aspetto all'esame ...

  ... per il quale vi lascio il mio “in bocca al lupo”

- Data la vostra età, vi lascio inoltre con la seguente affermazione:

  Il miglior modo di predire il futuro è inventarlo ...

  Alan Kay, 1971

Saluti 2/2

- Per chi di voi volesse mettersi alla prova anche al di là dell'esame

  www.topcoder.com