

Gli array - II

Stefano Mizzaro

Dipartimento di matematica e informatica
 Università di Udine
<http://www.dimi.uniud.it/mizzaro/>
 mizzaro@uniud.it
 Programmazione, lezione 8
 17 marzo 2015

Comunicazioni

- No lezione il 30-31 marzo
- No Lab. il 31/3, 1/4 e 2/4
- Iscrizione al gruppo google con "password", comunicata a lezione

S. Mizzaro - Prog. strutt. 4 & Array 2

Dove siamo

- Mattoni
- Programmazione strutturata
- Sviluppo incrementale
- Array (intro)
 - Array unidimensionali (vettori)
 - Dichiarazione, allocazione, inizializzazione, uso
 - `.length`
 - Esempietti

Stefano Mizzaro - Array II 3

Oggi

- Ancora array
- Array bidimensionali e multidimensionali
- Esempi, esempi, esempi
 - Problemi tipici su array

Stefano Mizzaro - Array II 4

Array bidimensionali (matrici)

- Tabelle
- Esempio:
 - Memorizzare tutte le temperature dell'anno
 - Accedere poi alla temperatura del 20 ottobre
- Soluzione scomoda:
 - Array `t` di 366 posizioni (non usiamo `t[0]`)
 - Contare: $31+28+31+30+31+30+31+31+30+20=293$
- Soluzione comoda:
 - Tabella (matrice) 12x31, accedo con `t[10][20]`

Stefano Mizzaro - Array II 5

Array bidimensionali (matrici)

	0	1	2	...	31
0					
1					
2					
...					
12					

0	
1	
2	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
365	

- `t[293] ??`
- `t[10][20]`
- `t[OTTOBRE][20]`

Stefano Mizzaro - Array II 6

Sintassi Java

- "Doppie parentesi quadre"
 - `double[][] t = new double[13][32]`
- Il primo è il numero di righe, il secondo il numero di colonne
- Doppio indice
 - `t[10][20]`
 - Il primo è indice di riga, il secondo di colonna

Stefano Mizzaro - Array II

7

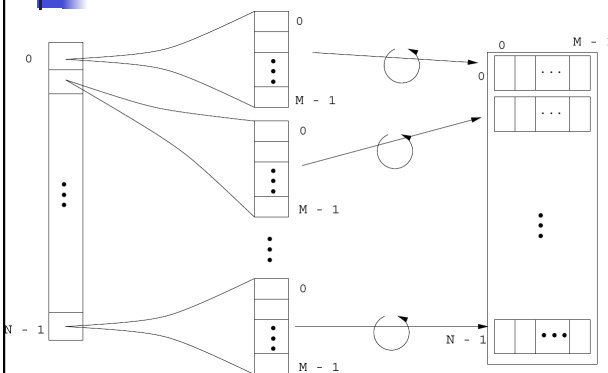
Array bidimensionali come array di array

- Array bidimensionale =
 - Array i cui elementi sono a loro volta degli array
- Per comodità lo si rappresenta come una matrice/tabella

Stefano Mizzaro - Array II

8

Array bidimensionali = array di array



Stefano Mizzaro - Array II

9

Array multidimensionali

- Array di array di array di ...
- Si usa una coppia di [] per ogni dimensione
- Es.:
 - `double[][][] a;`
 - `a = new double[10][100][1000];`
 - `...a[0][0][0] ... a[9][99][999] ...`
- Utilità
 - Temperature di tutte le ore
 - `double[][][] t;`
 - `t = new double[13][32][24];`
 - `... t[DICEMBRE][25][0] ...`

Stefano Mizzaro - Array II

10

Lavorare su matrici

- Spesso (**ma non sempre!**) si usano cicli for annidati ("spazzolano" tutta la matrice)
- `.length` di una matrice dà il numero di righe
- `.length` su un elemento dà il numero di colonne (un elemento è un array!)
- Esempio: assegnare 1 a tutti gli elementi di una matrice

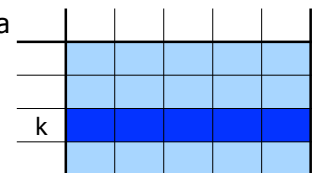
```
for (int i = 0; i < m.length; i++)
  for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
    m[i][j] = 1;
```

Stefano Mizzaro - Array II

11

Esempi con matrici (1/3)

- Esempio: azzerare la riga k-esima di una matrice bidimensionale `m`



```
for (int i = 0; i < m.length; i++)
  for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
    if (i == k)
      m[i][j] = 0;
for (int j = 0; j < m[k].length; j++)
  m[k][j] = 0;
```

Stefano Mizzaro - Array II

12

Esempi con matrici (2/3)

- Azzerare la colonna k-esima

```

for (int i = 0; i < m.length; i++)
  for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
    if (j == k)
      m[i][j] = 0;
for (int i = 0; i < m.length; i++)
  m[i][k] = 0;
```

Stefano Mizzaro - Array II 13

Esempi con matrici (3/3)

- Azzerare la diagonale

```

for (int i = 0; i < m.length; i++)
  for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
    if (i == j)
      m[i][j] = 0;
for (int i = 0; i < m.length; i++)
  m[i][i] = 0;
```

Stefano Mizzaro - Array II 14

Di nuovo sullo Sviluppo Incrementale

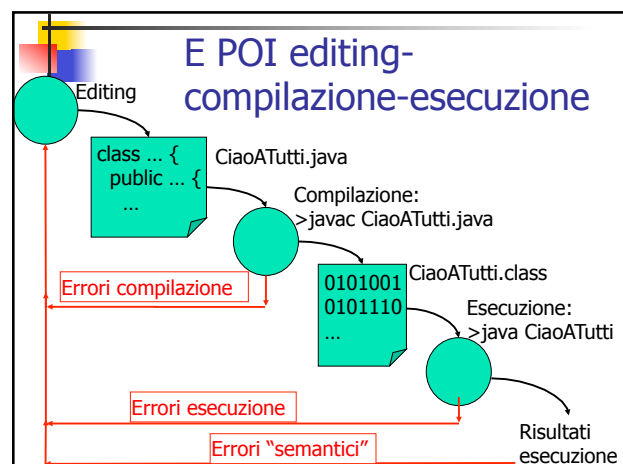
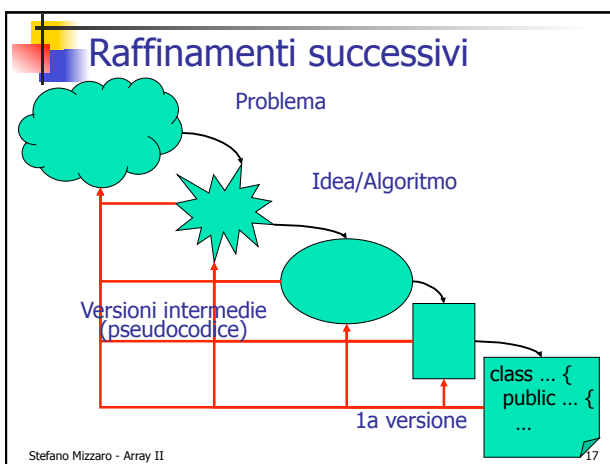
- Buona tecnica:
 - Scriversi gli indici su cui lavorare
- Rifletto al livello del problema, non del codice!
- Un po' di lucidi da qualche lezione fa...

Stefano Mizzaro - Array II 15

Sviluppo incrementale

- Come si scrive un programma?
- NON "di getto dalla prima riga"
- Ma per raffinamenti successivi
 - Versioni intermedie
 - In pseudocodice (misto di Java e altro)
 - Ogni versione raffina alcuni aspetti della precedente

Stefano Mizzaro - Array II 16



Come si scrive un programma

- Prima si riflette su carta (schemi, disegni, riferimenti ad altri programmi già scritti, ...)
- POI ci si mette davanti al computer e si incomincia il ciclo editing-compilazione-esecuzione
 - A volte si deve tornare indietro...
- È più scomodo ragionare a basso livello (linguaggio di programmazione)

Stefano Mizzaro - Array II

19

Esempi classici con array

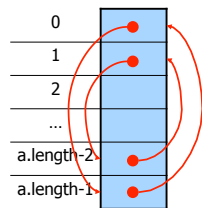
- Inversione di un array
- Ricerca lineare
- Ordinamento per selezione
- Ricerca binaria
- Somma di matrici
- Prodotto di matrici

Stefano Mizzaro - Array II

20

Inversione di un array

- Scambiare di posto gli elementi di un array unidimensionale (vettore):
 - Il primo e l'ultimo
 - Il secondo e il penultimo
 - Ecc. ecc... (ma fermarsi a metà!!)



Stefano Mizzaro - Array II

L'algoritmo (1/2)

- Prima versione
 - Considero il primo e l'ultimo e li scambio
 - Considero il secondo e il penultimo e li scambio
 - ...
 - Fino a metà array
- Meglio
 - Scambio $a[0]$ con $a[a.length - 1]$
 - Scambio $a[1]$ con $a[a.length - 2]$
 - Scambio $a[2]$ con $a[a.length - 3]$
 - ...
 - Fino a metà array

Stefano Mizzaro - Array II

22

L'algoritmo (2/2)

- Ancora meglio
 - Scambio $a[0]$ con $a[a.length-1-0]$
 - Scambio $a[1]$ con $a[a.length-1-1]$
 - Scambio $a[2]$ con $a[a.length-1-2]$
 - ... Fino a metà array
- Ancora meglio

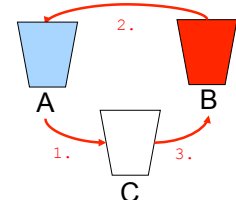
Per i da 0 a $(a.length - 1) / 2$
 Scambio $a[i]$ con $a[a.length-1-i]$

Stefano Mizzaro - Array II

23

Come scambiare 2 variabili (1/2)

- 3 bicchieri, etichettati con A, B e C
 - In A c'è acqua, in B c'è vino, C è vuoto
 - Voglio "scambiare" A e B (mettere il vino in A e l'acqua in B). Come faccio?
1. Verso A in C
 2. Verso B in A
 3. Verso C in B

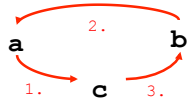


Stefano Mizzaro - Array II

24

Come scambiare 2 variabili (2/2)

- 3 variabili **a**, **b** e **c**
- Voglio "scambiare" **a** e **b** (mettere il valore di **a** in **b** e viceversa). Come faccio?
 - `c = a;` // "Verso" A in C
 - `a = b;` // "Verso" B in A
 - `b = c;` // "Verso" C in B

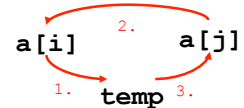


Stefano Mizzaro - Array II

25

Come scambiare 2 elementi di un array

- Voglio "scambiare" `a[i]` e `a[j]`. Come faccio?
 - `temp = a[i];`
 - `a[i] = a[j];`
 - `a[j] = temp;`



Stefano Mizzaro - Array II

26

Il programma finale

```

/* Programma per invertire un array */
class InversioneArray {
    public static void main (String[] args) {
        int[] a = new int[10];
        int temp, i;
        for (i = 0; i < a.length; i++)
            a[i] = Leggi.unInt();
        for (i = 0; i <= (a.length - 1) / 2; i++) {
            temp = a[i];
            a[i] = a[a.length - 1 - i];
            a[a.length - 1 - i] = temp;
        }
        for (i = 0; i < a.length; i++)
            System.out.println(a[i]);
    }
}

```

```

class ... {
public ... {
...
}
}

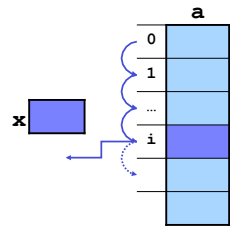
```

Stefano Mizzaro - Array II

27

Ricerca lineare

- Dati
 - Un array **a** di `int`
 - Un intero **x**
- Dire se **x** compare in **a**, e in che posizione
- Procedimento
 - Scorro l'array dall'inizio alla fine
 - Fermandomi se trovo un elemento uguale a **x**



Stefano Mizzaro - Array II

28

Ricerca lineare

```

for(i=0; i<a.length; i++)
    if(a[i] == x){
        "trovato"
        break;
    }
"A seconda se trovato o meno, stampo..."

boolean trovato = false;
for (i = 0; i < a.length; i++)
    if (a[i] == x) {
        trovato = true;
        break;
    }
if (trovato)
    System.out.println(i);
else
    System.out.println("Non trovato");

```

Stefano Mizzaro - Array II

29

Ordinamento

- Ordinare un array (o altro...)
 - Problema classico
 - Molto frequente
- Vari algoritmi (ne parlerete... ASD)
- Vediamone uno: ordinamento per selezione (Selection Sort)

Stefano Mizzaro - Array II

30

Ordinamento per selezione (1/3)

- Prendo ("Seleziono") l'elemento minimo e lo metto in prima posizione
 - In realtà, li scambio...
 - In realtà, spazzolo tutto l'array, scambiando gli elementi ($a[0]$ e $a[i]$) quando ne trovo "più piccoli" ($a[i] < a[0]$)

Stefano Mizzaro - Array II 31

Ordinamento per selezione (2/3)

- Alla fine della prima passata, il primo elemento è ordinato
- Ripeto: prendo ("Seleziono") l'elemento minimo della parte restante e lo metto in 2a posizione

Stefano Mizzaro - Array II 32

Ordinamento per selezione (3/3)

- Ora il pezzo di array formato dai primi due elementi è ordinato
- Prendo ("Seleziono") l'elemento minimo della parte restante e lo metto in 3a posizione
- ... e così via, fino a fine array

Stefano Mizzaro - Array II 33

Ordinamento per selezione

- Ho quindi bisogno di 2 indici
 - i per indicare le "passate"
 - j per "spazzolare" l'array ad ogni passata
 - i sta fermo mentre j varia \Rightarrow cicli annidati

Stefano Mizzaro - Array II 34

Il codice

```

/* Ordinamento per selezione */
class OrdinamentoSelezione {
public static void main (String[] args) {
char temp;
char[] a = new char[10];
for (int i = 0; i < a.length; i++)
a[i] = Leggi.unChar();
for (int i = 0; i < a.length - 1; i++)
for (int j = i+1; j < a.length; j++)
if (a[i] > a[j]) {
temp = a[i];
a[i] = a[j];
a[j] = temp;
}
for (int i = 0; i < a.length; i++)
System.out.print(a[i]);
}
}

```

Stefano Mizzaro - Array II 35

Ricerca binaria

- Dati
 - Un array *ordinato* a di int
 - Un intero x
- Dire se x compare in a , e in che posizione
- L'aver un array ordinato ci consente un algoritmo "migliore" (più efficiente) della ricerca lineare

Stefano Mizzaro - Array II 36

Procedimento

- Accedo all'elemento mediano (quello in mezzo), chiamiamolo $a[m]$
- 3 possibilità:
 - $a[m] == x$ ho trovato
 - $a[m] < x$ posso scartare la prima metà
 - $a[m] > x$ posso scartare la seconda metà
- In un colpo solo, elimino metà array!
- E poi? Ricerca lineare sulla metà?? NO!!

Stefano Mizzaro - Array II

37

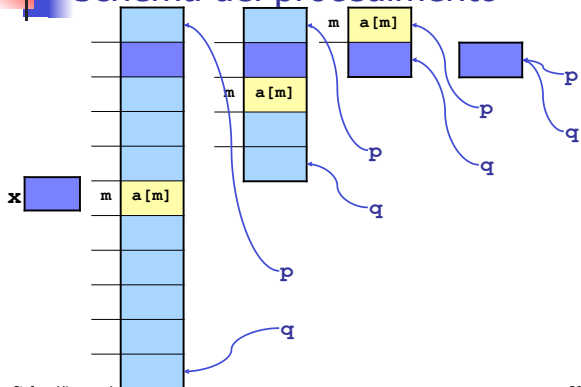
Procedimento

- Accedo all'elemento mediano (quello in mezzo), chiamiamolo $a[m]$
- 3 possibilità:
 - $a[m] == x$ ho trovato
 - $a[m] < x$ posso scartare la prima metà
 - $a[m] > x$ posso scartare la seconda metà
- In un colpo solo, elimino metà array!
- Poi ripeto il procedimento sulla metà, poi sulla metà della metà, ecc.

Stefano Mizzaro - Array II

38

Schema del procedimento



Stefano Mizzaro - Array II

39

Quindi

- 2 indici p e q che delimitano la parte di array in cui cercare
- All'inizio, $p = 0$ e $q = a.length - 1$
- Elemento mediano fra p e q :

$$m = p + (q - p) / 2 = (p + q) / 2$$
- Condizione di ripetizione
 - $a[m] != x \ \& \ p <= q$
- Se $a[m] < x$, $p = m + 1$
- Se $a[m] > x$, $q = m - 1$

Stefano Mizzaro - Array II

40

```

/* Ricerca binaria. Assume l'array ordinato*/
class RicercaBinaria {
public static void main (String[] args) {
    int p, q, m;
    char x;
    char[] a;
    ...
    p = 0;
    q = a.length - 1;
    do {
        m = (p + q) / 2;
        if (a[m] < x)
            p = m + 1;
        if (a[m] > x)
            q = m - 1;
    } while (a[m] != x && p <= q);
    if (a[m] == x)
        System.out.println(x + " in posizione " + m);
    else
        System.out.println(x + " non trovato");
    }
}

```

Stefano Mizzaro - Array II

41

Commenti

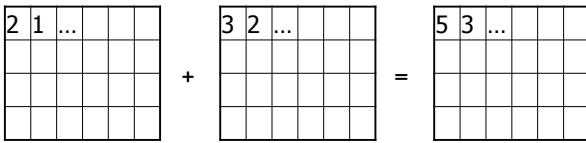
- Ricerca lineare vs. ricerca binaria
- Il problema è lo (quasi) stesso, è l'algoritmo che cambia
- $O(n)$ vs. $O(\log n)$
- Provare per $n = 10, 100, 1000, \dots$
- Per l'ordinamento:
 - $O(n^2)$ vs. $O(n * \log n)$
 - Provare per $n = 10, 100, 1000, \dots$

Stefano Mizzaro - Array II

42

Esempi con matrici

- Somma di due matrici **m1** e **m2** in una terza matrice **m** (stesse dimensioni)



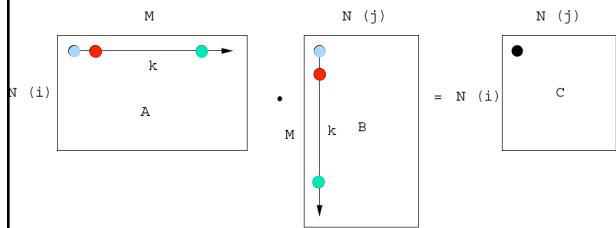
```
for (int i = 0; i < m.length; i++)
  for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
    m[i][j] = m1[i][j] + m2[i][j];
```

Stefano Mizzaro - Array II

43

Prodotto di matrici

$$C[i][j] = \sum_k A[i][k] * B[k][j]$$



Stefano Mizzaro - Array II

44

Il codice

```
...
for (int i = 0; i < N; i++)
  for (int j = 0; j < N; j++)
    C[i][j] = 0;
for (int i = 0; i < N; i++)
  for (int j = 0; j < N; j++)
    for (int k = 0; k < M; k++)
      C[i][j] = C[i][j] + A[i][k] * B[k][j];
...
```

Stefano Mizzaro - Array II

45

Riassunto

- Array multidimensionali
- Esempi di problemi classici
 - Inversione di un array
 - Ricerca lineare
 - Ordinamento per selezione
 - Ricerca binaria
 - Somma e prodotto di matrici
- Libro, fino a cap. 4; Eserciziario: capp. 1 e 2
- Prossima lezione: sottoprogrammi (metodi)

Stefano Mizzaro - Array II

46

Ex. per casa

- Azzerare la diagonale inversa di una matrice
- Assegnare numeri progressivi a una matrice, per righe e per colonne
- Azzerare il triangolo superiore
- Calcolare la trasposta di una matrice

Stefano Mizzaro - Array II

47