

Gli array - II

Stefano Mizzaro

Dipartimento di matematica e informatica
Università di Udine
<http://www.dimi.uniud.it/mizzaro>
mizzaro@dimi.uniud.it
Programmazione, lezione 8
20 ottobre 2004

Dove siamo

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

Stefano Mizzaro - Array II

2

Oggi

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

Stefano Mizzaro - Array II

3

Esercizi

- Azzerare un array di `int`, diciamo di nome `a` (ossia, assegnare zero a tutti gli elementi di `a`)


```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
  a[i] = 0;
```
- Assegnare 0, 1, 2, ... agli elementi di `a`

```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
  a[i] = i;
```
- Incrementare di 1 ogni elemento dell'array `a`

```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
  a[i] = a[i] + 1; // o a[i]++, o ++a[i]
```

Stefano Mizzaro - Array II

4

Esercizi

- Assegnare 1 agli elementi di `a` di indice dispari e 2 a quelli di indice pari

```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
  if (i % 2 != 0)
    a[i] = 1;
  else
    a[i] = 2;
```

```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
  a[i] = (i % 2 != 0) ? 1 : 2;
```

```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
  a[i] = 2 - (i % 2);
```

Stefano Mizzaro - Array II

5

Osservazioni

- Il primo elemento di un array ha indice ZERO
- L'ultimo elemento di un array `a` ha indice `a.length - 1` (MENO UNO!)
- Nei cicli for che "spazzolano" un array `a`,
 - `i < a.length` invece di `i <= a.length - 1`
 - è più comodo, ed è frequente...

Stefano Mizzaro - Array II

6

Il `final` e le dimensioni degli array

```
int[] a = new int[10];

final int N = 10;
int[] a = new int[N];
```

- Modifiche più semplici nel secondo caso


```
for (int i = 0; i < N; i++)
    ...
```

 - (es.: da 10 a 1000...)
- Ma in Java c'è il `.length`...


```
for (int i = 0; i < a.length; i++)
    ...
```

Stefano Mizzaro - Array II 7

Array bidimensionali (matrici)

- Tablelle
- 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) 12×31 , accedo con `t[10][20]`

Stefano Mizzaro - Array II 8

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 9

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 10

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 11

Array bidimensionali = array di array

Stefano Mizzaro - Array II 12

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 13

Lavorare su matrici

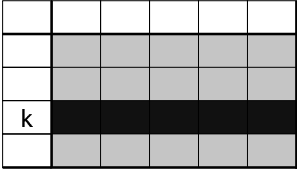
- Spesso (ma non sempre!) si usano cicli for annidati ("spazzolano" tutta la matrice)
- `.length` di una matrice dà il numero di righe
- `.length` su un elemento dà il numero di colonne (un elemento è un array!)
- Esempio: assegnare 1 a tutti gli elementi di una matrice


```
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 14

Esempi con matrici (1/3)

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



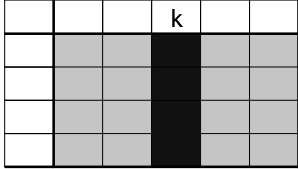
```
for (int i = 0; i < m.length; i++)
    for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
        if (i == k)
            m[i][j] = 0;

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

Stefano Mizzaro - Array II 15

Esempi con matrici (2/3)

- Azzerare la colonna k-esima



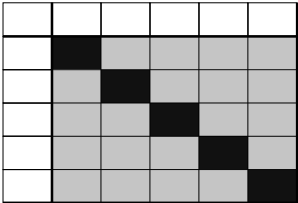
```
for (int i = 0; i < m.length; i++)
    for (int j = 0; j < m[i].length; j++)
        if (j == k)
            m[i][j] = 0;

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

Stefano Mizzaro - Array II 16

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 17

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 18

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 19

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 20

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 21

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?

- Verso A in C
- Verso B in A
- Verso C in B

Stefano Mizzaro - Array II 22

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 23

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 24

Il programma finale

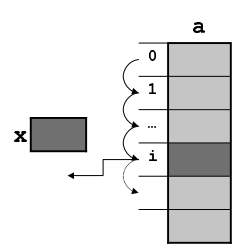
```

/* Programma per invertire un array */
class InversioneArray {
    public static void main (String[] args) {
        int[] a = new array[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]);
    }
}
    
```

Stefano Mizzaro - Array II 25

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 26

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 27

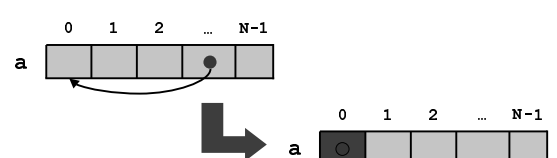
Ordinamento

- 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 28

Ordinamento per selezione (1/3)

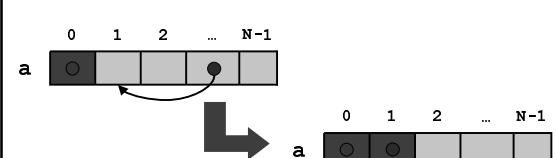
- Prendo ("Seleziono") l'elemento minimo e lo metto in prima posizione
 - In realtà, li scambio...
 - In realtà, spazzolo tutto l'array, scambiando gli elementi quando ne trovo "più piccoli"



Stefano Mizzaro - Array II 29

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 30

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 31

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 32

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; 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 33

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 34

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 35

Schema del procedimento

Stefano Mizzaro - Array II 36

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
 - $a[m] \neq x$ & $p \leq q$
- Se $a[m] < x$, $p = m+1$
- Se $a[m] > x$, $q = m-1$

Stefano Mizzaro - Array II

37

```

/* 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");
    }
}

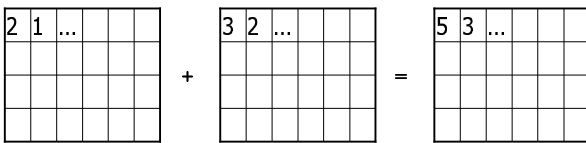
```

Stefano Mizzaro - Array II

38

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];

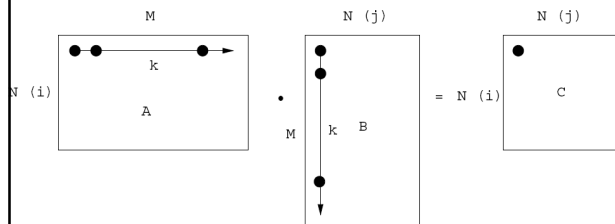
```

Stefano Mizzaro - Array II

39

Prodotto di matrici

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



Stefano Mizzaro - Array II

40

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

41

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

42