# Programmazione in C

## Unità
## Matrici - Vettori di stringhe

# Matrici – Vettori di stringhe

- Matrici
- Definizione di matrici in C
- Operazioni elementari sulle matrici
- Vettori di stringhe
- Esercizi proposti
- Sommario

# Riferimenti al materiale

- Testi
  - Kernighan & Ritchie: capitoli 1 e 5
  - Cabodi, Quer, Sonza Reorda: capitolo 5
  - Dietel & Dietel: capitolo 6
- Dispense
  - Scheda: “Matrici e Vettori di stringhe in C”

# Matrici – Vettori di stringhe

## Matrici

# Matrici

- Matrici bidimensionali
- Matrici come vettori di vettori
- Matrici pluridimensionali

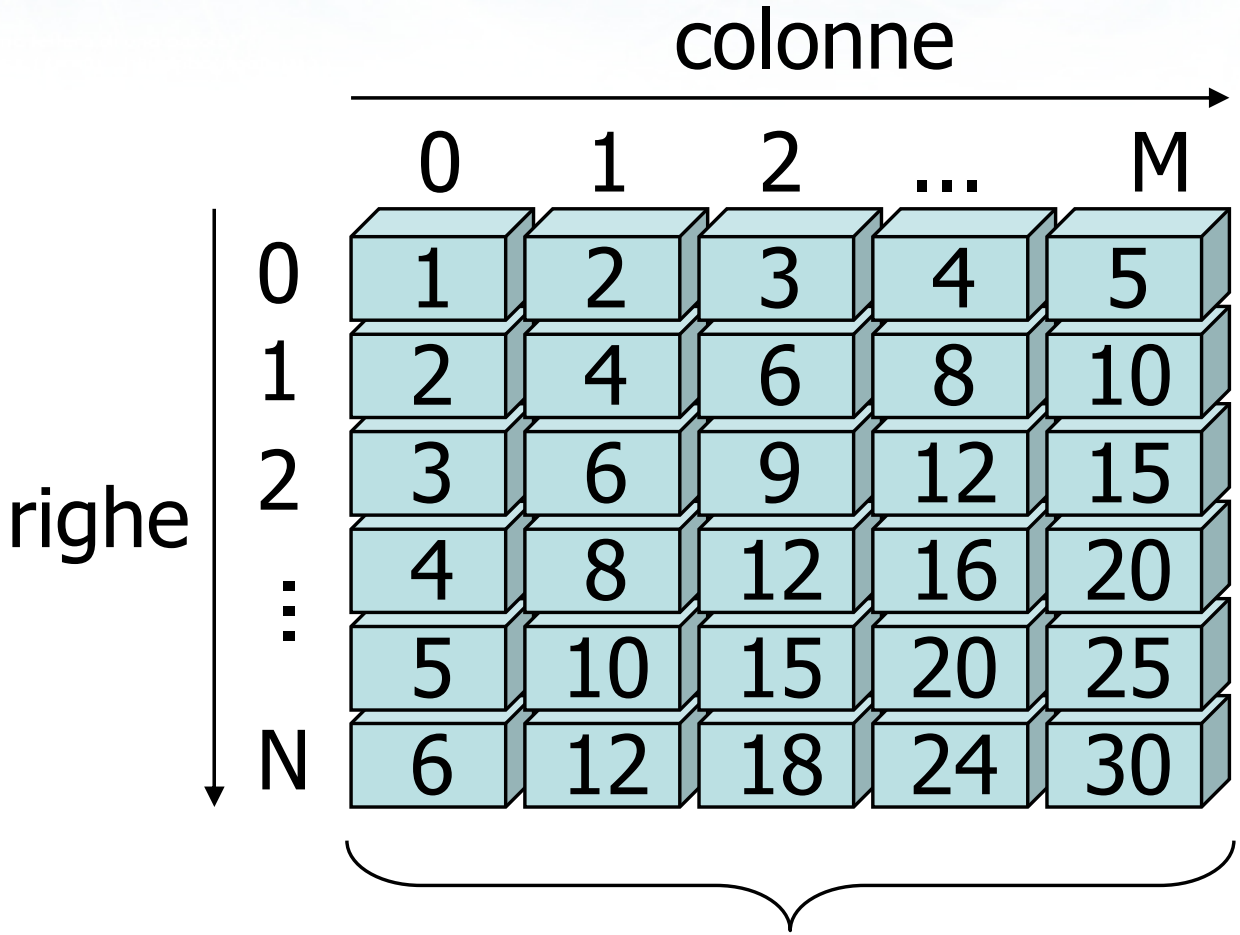
# Matrici

## Matrici bidimensionali

# Il concetto di matrice

- La **matrice** (**array**) è un'estensione logica del concetto di vettore
  - Vettore = Sequenza uni-dimensionale di valori
    - Tutti dello stesso tipo
    - Identificati da un indice intero
    - Dimensione fissa
  - Matrice = Schiera bi- (o n-) dimensionale di valori
    - Tutti dello stesso tipo
    - Identificati da 2 (o n) indici interi
    - Dimensioni fisse

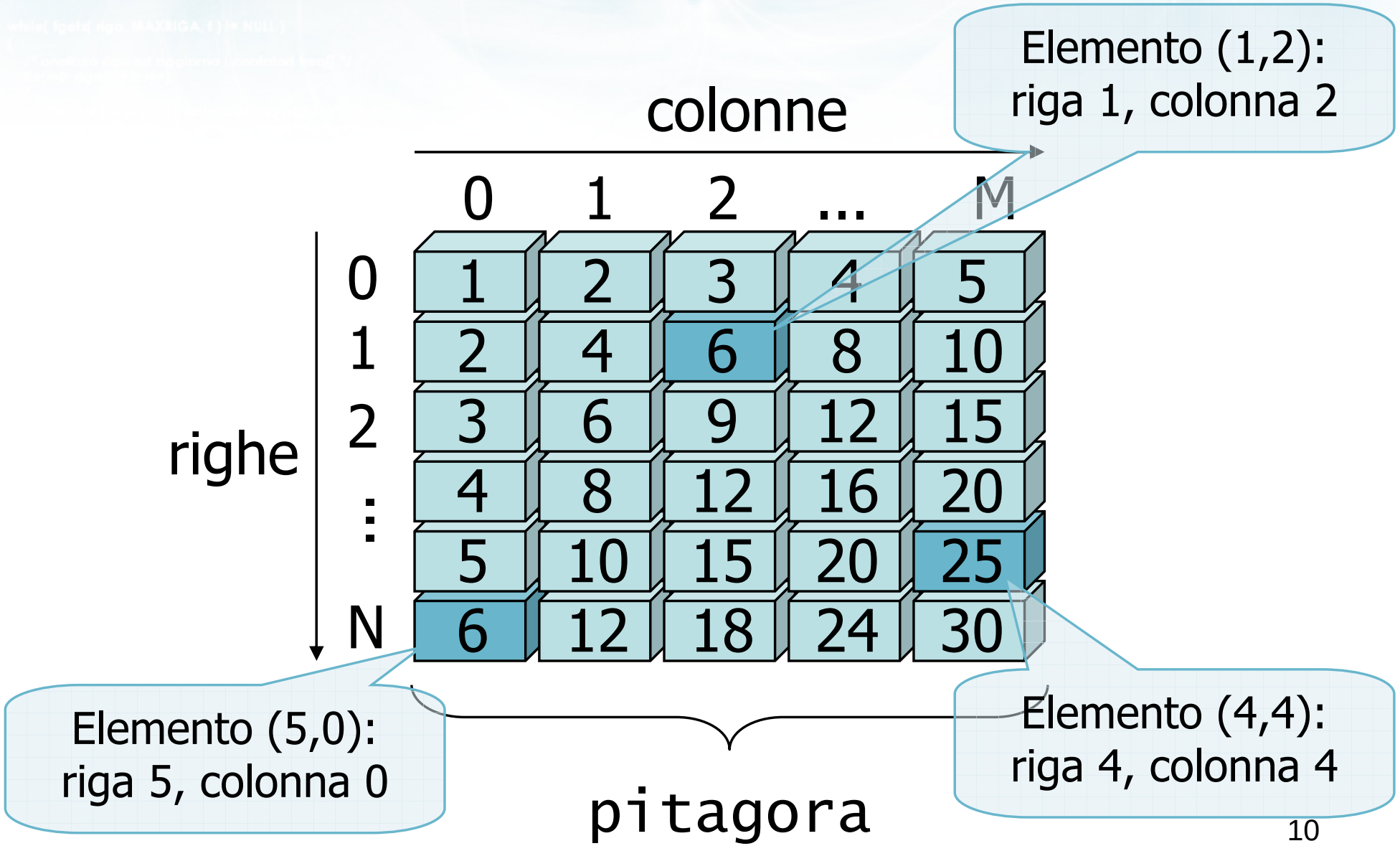
# Matrice bidimensionale



# Caratteristiche

- Una matrice bi-dimensionale è caratterizzata da
  - Nome : `pitagora`
  - Numero di righe : N
  - Numero di colonne : M
  - Tipo degli elementi : `int`
- Le righe sono numerate da 0 ad N-1
- Le colonne sono numerate da 0 ad M-1
- In totale ci sono N×M elementi
- In generale M≠N; per matrici quadrate, M=N

# Identificazione degli elementi



# Lavorare con le matrici

- Ogni operazione su una matrice deve essere svolta lavorando singolarmente su ciascuno degli elementi
- Ciò solitamente significa dover ricorrere a due cicli annidati

```
for(i=0; i<N; i++)  /* righe */
{
    for(j=0; j<M; j++)  /* colonne */
    {
        somma = somma + matrice[i][j] ;
    }
}
```

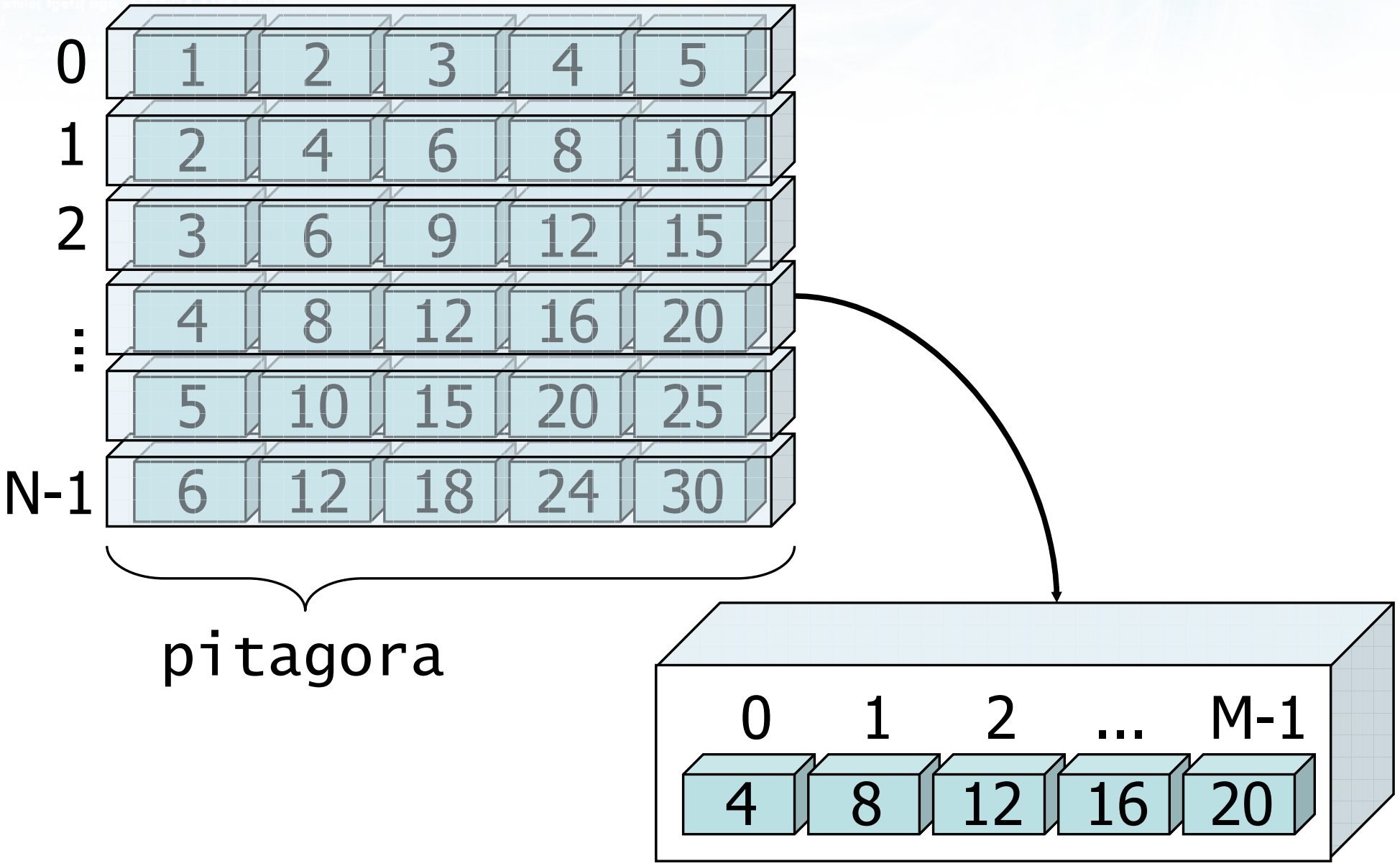
# Matrici

## Matrici come vettori di vettori

# Vettori di vettori

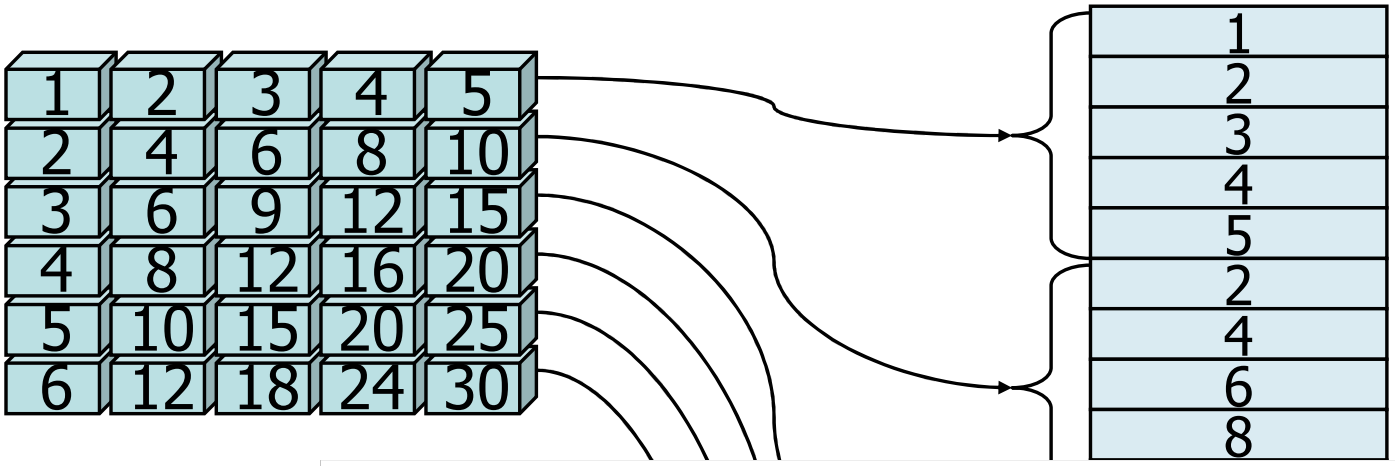
- Un altro modo di vedere le matrici è concepirle come vettori di vettori:
  - Un vettore di N oggetti (righe)
    - Ciascun oggetto (riga) è composto da M elementi (colonne)
- Questa prende il nome di **rappresentazione "per righe"** di una matrice

# Esempio


0
1
2
:
N-1
1 2 3 4 5
2 4 6 8 10
3 6 9 12 15
4 8 12 16 20
5 10 15 20 25
6 12 18 24 30
pitagora
0 1 2 ... M-1
4 8 12 16 20

# Codifica

- Nella realtà, poiché la memoria di un calcolatore è uni-dimensionale, le matrici vengono effettivamente memorizzate “per righe”

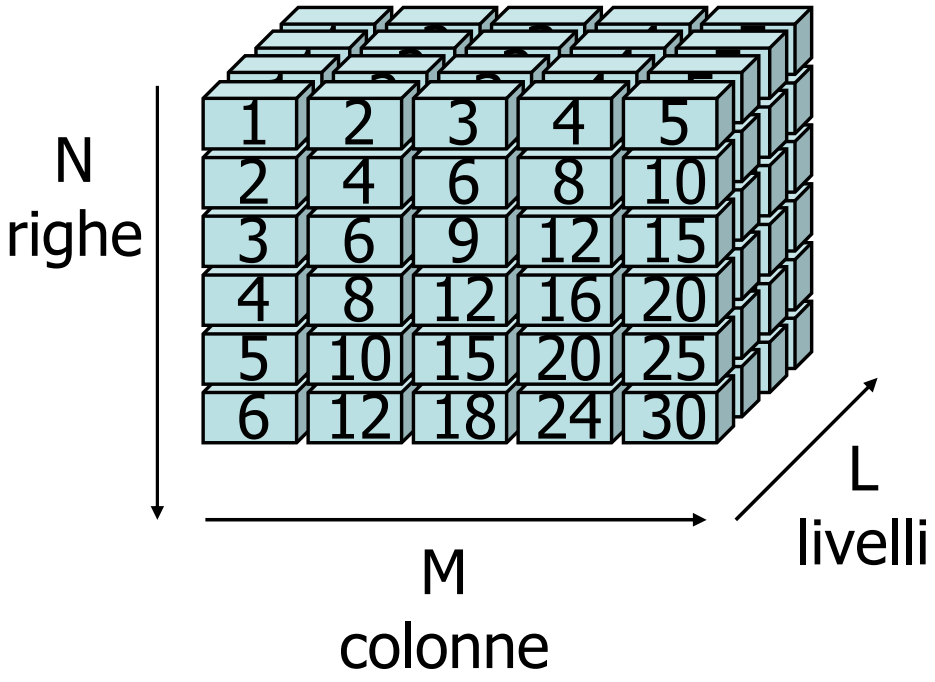


# Matrici

## Matrici pluridimensionali

# Matrici con più dimensioni

- Il concetto di matrice può essere generalizzato anche a più di 2 dimensioni
  - Non vi sono, a priori, limiti sul numero di dimensioni




N×M×L elementi:

elemento(i, j, k)
$0 \le i \le N-1$
$0 \le j \le M-1$
$0 \le k \le L-1$

# Caratteristiche

- Anche le matrici a più dimensioni condividono i vincoli di base dell'intera famiglia degli array:
  - Tipo di elementi uniforme
  - Dimensioni fissate a priori
  - Indici interi a partire da 0
- In pratica è molto raro utilizzare più di 3 dimensioni

# Matrici – Vettori di stringhe

## Definizione di matrici in C

# Definizione di matrici in C

- Sintassi della definizione
- Operazioni di accesso

# Definizione di matrici in C

## Sintassi della definizione

# Definizione di matrici in C

```
int mat[10][5] ;
```

# Definizione di matrici in C

```
int mat[10][5] ;
```

Tipo di dato base

Nome della matrice

Numero di righe

Numero di colonne

- `int`
- `float`
- `char`
- In futuro vedremo: `struct`

# Definizione di matrici in C

```
int mat[10][5] ;
```

Tipo di dato base

Nome della matrice

Numero di righe

Numero di colonne

- Stesse regole che valgono per i nomi di variabili e vettori
- I nomi delle matrici devono essere diversi dai nomi di altre variabili o vettori

# Definizione di matrici in C

```
int mat[10][5] ;
```

Tipo di dato base

Nome della matrice

Numero di righe

Numero di colonne

- Interi positivi
- Costanti note a tempo di compilazione
  - `const` oppure `#define`
- Uguali o diverse

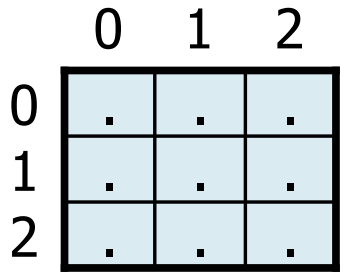
# Esempi

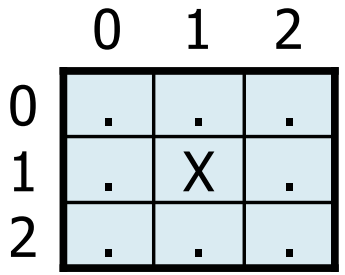
- `int pitagora[10][10] ;`

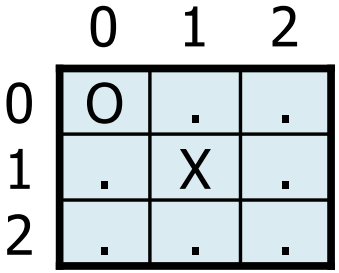
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 2 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 |
| 3 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 |
| 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 5 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 |
| 6 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 |
| 7 | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 |
| 8 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 |
| 9 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |

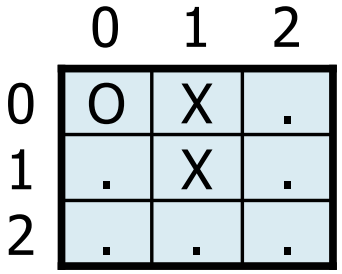
# Esempi

- `int pitagora[10][10] ;`
- `char tris[3][3] ;`



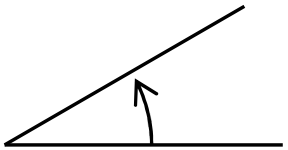



# Esempi

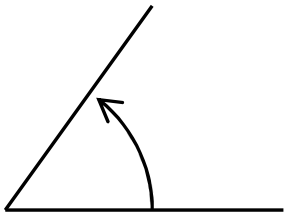
- `int pitagora[10][10] ;`
- `char tris[3][3] ;`
- `float rot[2][2] ;`

| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | cos β | sin β |
| 1 | -sin β | cos β |

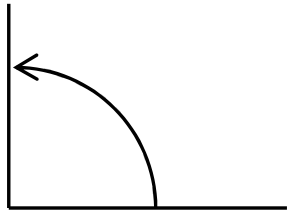
| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0.707 | 0.707 |
| 1 | -0.707 | 0.707 |



| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0.500 | 0.866 |
| 1 | -0.866 | 0.500 |



| | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 0 | 0.000 | 1.000 |
| 1 | -1.000 | 0.000 |



# Matrici a più dimensioni

```
int mat[10][5] ;
```

Più dimensioni

Numero di elementi per ciascuna dimensione

```
float dati[10][5][6] ;
```

# Errore frequente

- Dichiarare una matrice usando variabili anziché costanti per le dimensioni

```
int N = 10 ;
int mat[N][N] ;
```

```
int mat[10][10] ;
```

```
const int N = 10 ;
int mat[N][N] ;
```

# Errore frequente

- Dichiarare una matrice usando il nome degli indici

```
int i, j ;
int mat[i][j] ;


. . .
for(i=0; i<10; i++)
  for(j=0; j<10; j++)
    scanf("%d",&mat[i][j]) ;
```

```
const int N = 10 ;
int mat[N][N] ;
```

# Errore frequente

- Dichiarare una matrice usando il simbolo di "virgola"

```
const int N = 10 ;
const int M = 20 ;

int mat[N,M] ;
```

```
int mat[N][M] ;
```

# Definizione di matrici in C

## Operazioni di accesso

# Accesso ai valori di una matrice

- Ciascun elemento di una matrice è una variabile del tipo base
- Per accedere a tale elemento si usa l'operatore di **indicizzazione**: [ ]
- Vi sono tanti indici quante sono le dimensioni della matrice
  - Ogni indice è racchiuso da una coppia di parentesi quadre

# Sintassi

```
nomematrice[ valoreindice1 ][ valoreindice2 ]
```

Costante, variabile o espressione aritmetica con valore intero

# Sintassi

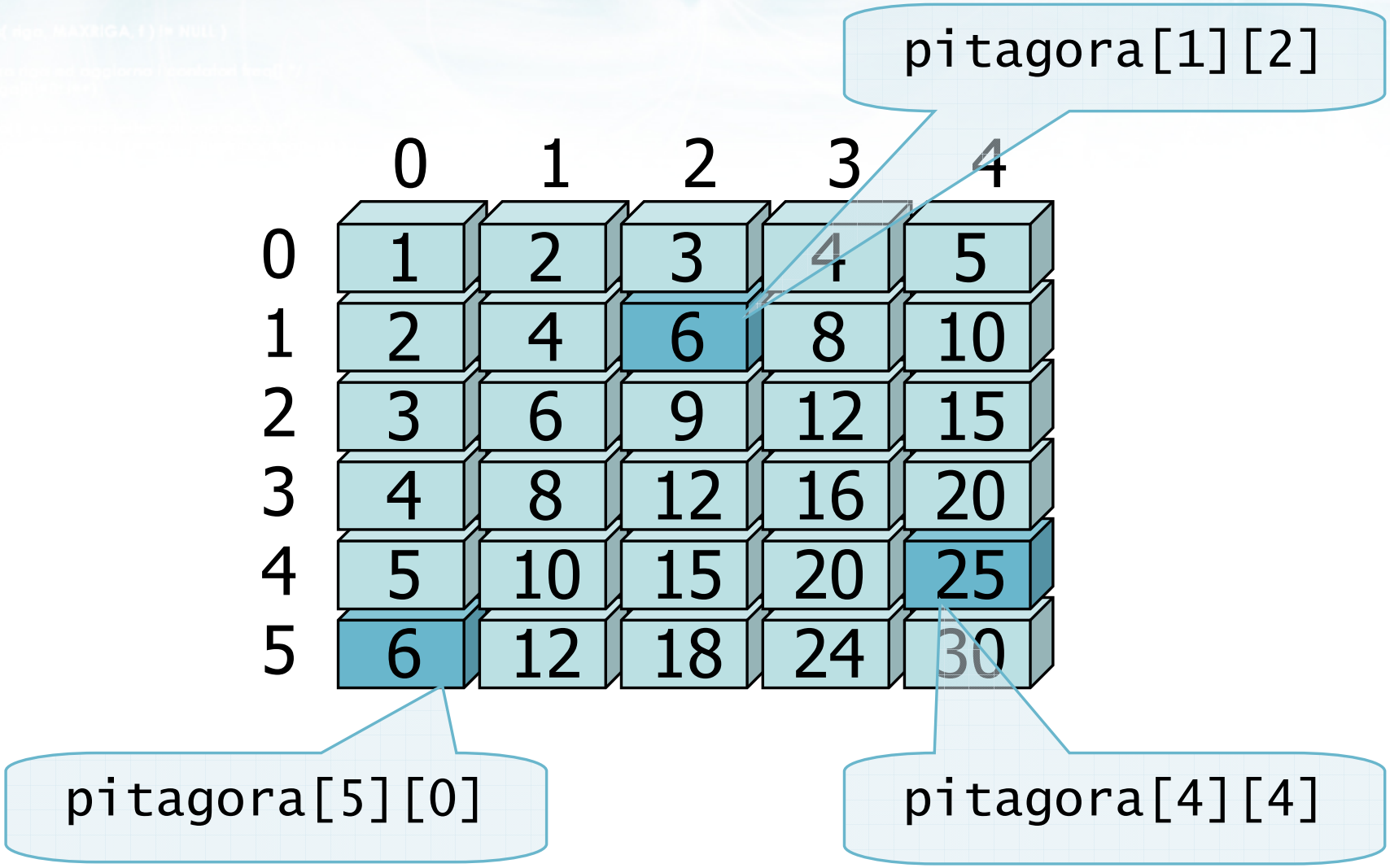
```
nomematrice[ valoreindice1 ][ valoreindice2 ]
```

Valore intero compreso tra 0 e numero di righe -1

Costante, variabile o espressione aritmetica con valore intero

Valore intero compreso tra 0 e numero di colonne -1

# Esempi




```
int pitagora[6][5] ;
```

# Vincoli (1/2)

- In una matrice NxMxKx..., il valore dell'indice deve essere compreso tra 0 e N-1/M-1/K-1/....
  - La responsabilità è del programmatore
- Se qualche indice non è un numero intero, viene automaticamente troncato

```
pitagora[i][j] = (i+1)*(j+1) ;

x = pitagora[1][2] ;
```

# Vincoli (2/2)

- Una variabile di tipo matrice può essere utilizzata solamente mediante l'operatore di indicizzazione
  - Occorre agire individualmente sui singoli elementi
  - Non è possibile agire sull'intera matrice in una sola istruzione

```
pitagora[i][j] = (i+1)*(j+1) ;

x = pitagora[1][2] ;
```

# Uso di una cella di un vettore

- L'elemento di una matrice è utilizzabile come una qualsiasi variabile:
  - Utilizzabile all'interno di un'espressione
    - `tot = tot + mat[i][j] ;`
  - Utilizzabile in istruzioni di assegnazione
    - `mat[0][0] = 0 ;`
  - Utilizzabile per stampare il valore
    - `printf("%d\n", mat[z][k]) ;`
  - Utilizzabile per leggere un valore
    - `scanf("%d\n", &mat[k][z]) ;`

# Matrici – Vettori di stringhe

## Operazioni elementari sulle matrici

# Operazioni elementari sulle matrici

- Definizioni
- Stampa di una matrice
- Lettura di una matrice
- Copia di una matrice
- Somme di riga o di colonna
- Ricerca di un elemento
- Ricerca del massimo o del minimo

# Operazioni elementari sulle matrici

## Definizioni

# Definizioni (1/2)

```
const int N = 10 ;
const int M = 5 ; /* dimensioni massime */

float mat[N][M] ; /* matrice 10x5 di reali */
float mat2[N][M] ; /* uguali dimensioni */

float sr[N] ; /* somma per righe */
float sc[M] ; /* somma per colonne */

int i, j ; /* indici dei cicli */
```

# Definizioni (2/2)

```
int trovato ; /* flag */
int riga, col ; /* risultati ricerca */

float dato ; /* elemento da ricercare */

float somma, sommar, sommac ;
    /* per calcolo di somme */

float maxr, maxc ; /* massimi */
```

# Operazioni elementari sulle matrici

## Stampa di una matrice

# Stampa di matrici

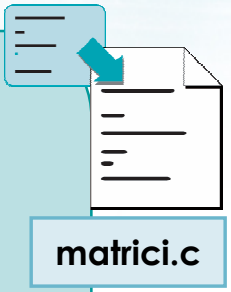
- Occorre stampare un elemento per volta, all'interno di cicli `for`
- Sono necessari due cicli annidati
  - Il ciclo esterno per scandire le righe (da 0 a N-1)
  - Il ciclo interno per scandire ciascuna colonna (da 0 a M-1) della riga data
- Si può stampare "per righe" (caso normale) o "per colonne" (trasposta)

# Stampa per righe matrice di reali

```
printf("Matrice: %d x %d\n", N, M);

for(i=0; i<N; i++)
{

}
```

Stampa la riga `i`-esima

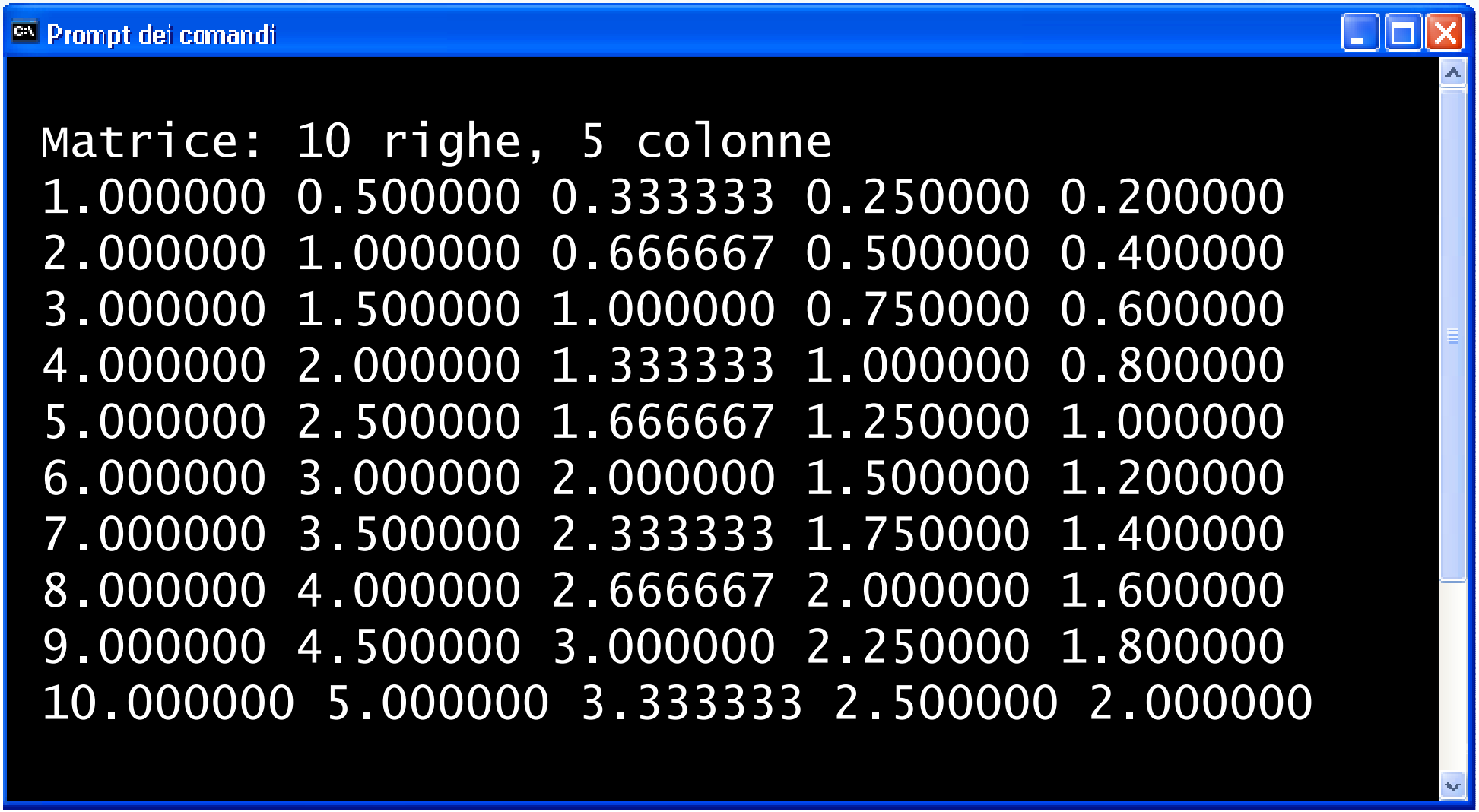
# Stampa per righe matrice di reali




```
printf("Matrice: %d x %d\n", N, M);

for(i=0; i<N; i++)
{
    for(j=0; j<M; j++)
    {
        printf("%f ", mat[i][j]) ;
    }
    printf("\n");
}
```

/* Stampa la riga i-esima */

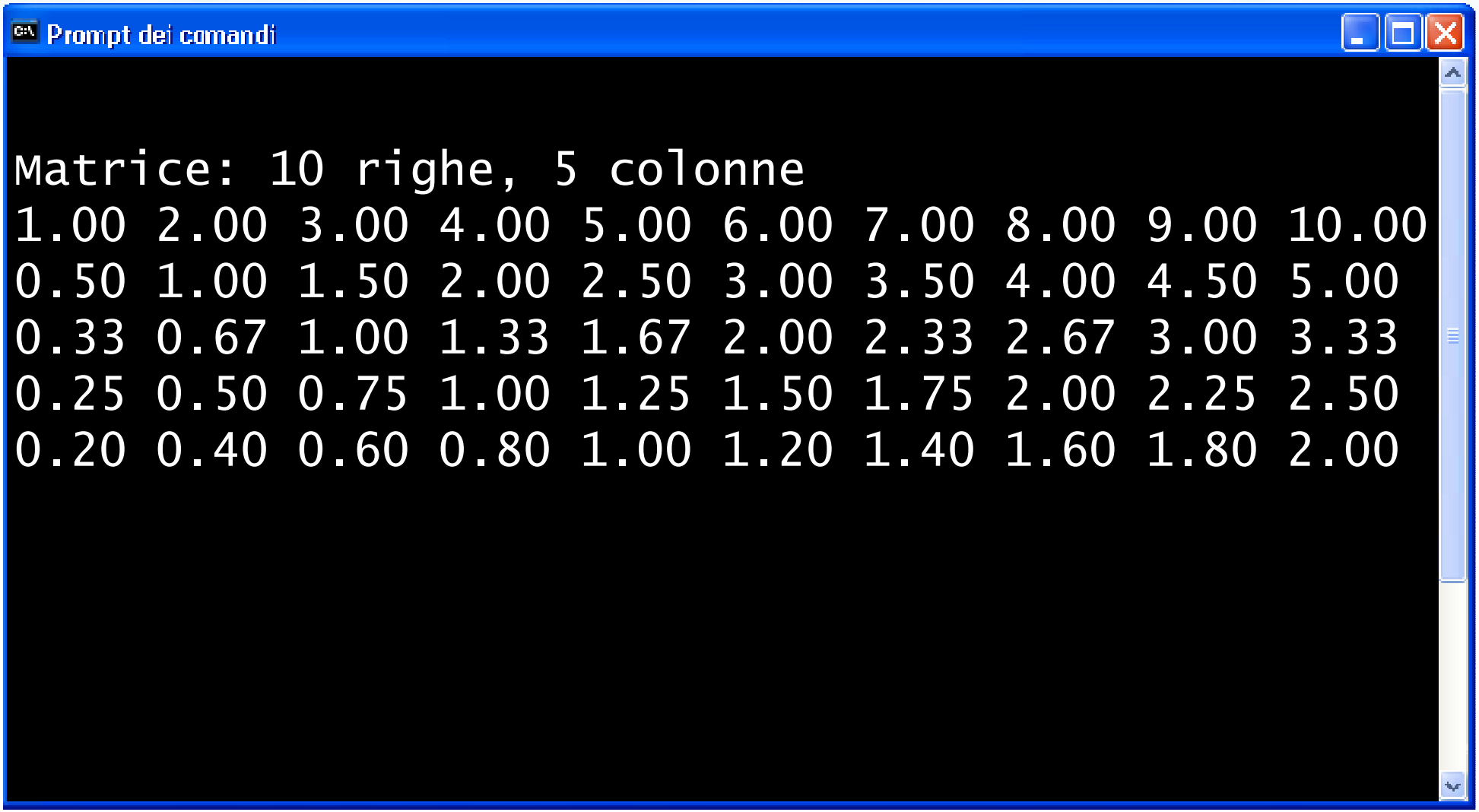
# Esempio


Prompt dei comandi
Matrice: 10 righe, 5 colonne
1.000000 0.500000 0.333333 0.250000 0.200000
2.000000 1.000000 0.666667 0.500000 0.400000
3.000000 1.500000 1.000000 0.750000 0.600000
4.000000 2.000000 1.333333 1.000000 0.800000
5.000000 2.500000 1.666667 1.250000 1.000000
6.000000 3.000000 2.000000 1.500000 1.200000
7.000000 3.500000 2.333333 1.750000 1.400000
8.000000 4.000000 2.666667 2.000000 1.600000
9.000000 4.500000 3.000000 2.250000 1.800000
10.000000 5.000000 3.333333 2.500000 2.000000

# Stampa per colonne matrice di reali

```
printf("Matrice: %d x %d\n", N, M);

for(j=0; j<M; j++)
{
     for(i=0; i<N; i++)
     {
          printf("%f ", mat[i][j]) ;
     }
     printf("\n");
}
```

# Esempio


Prompt dei comandi
Matrice: 10 righe, 5 colonne
1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00
0.50 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00 3.50 4.00 4.50 5.00
0.33 0.67 1.00 1.33 1.67 2.00 2.33 2.67 3.00 3.33
0.25 0.50 0.75 1.00 1.25 1.50 1.75 2.00 2.25 2.50
0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60 1.80 2.00

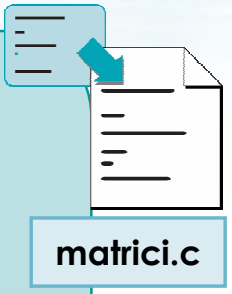
# Operazioni elementari sulle matrici

## Lettura di una matrice

# Lettura di matrici

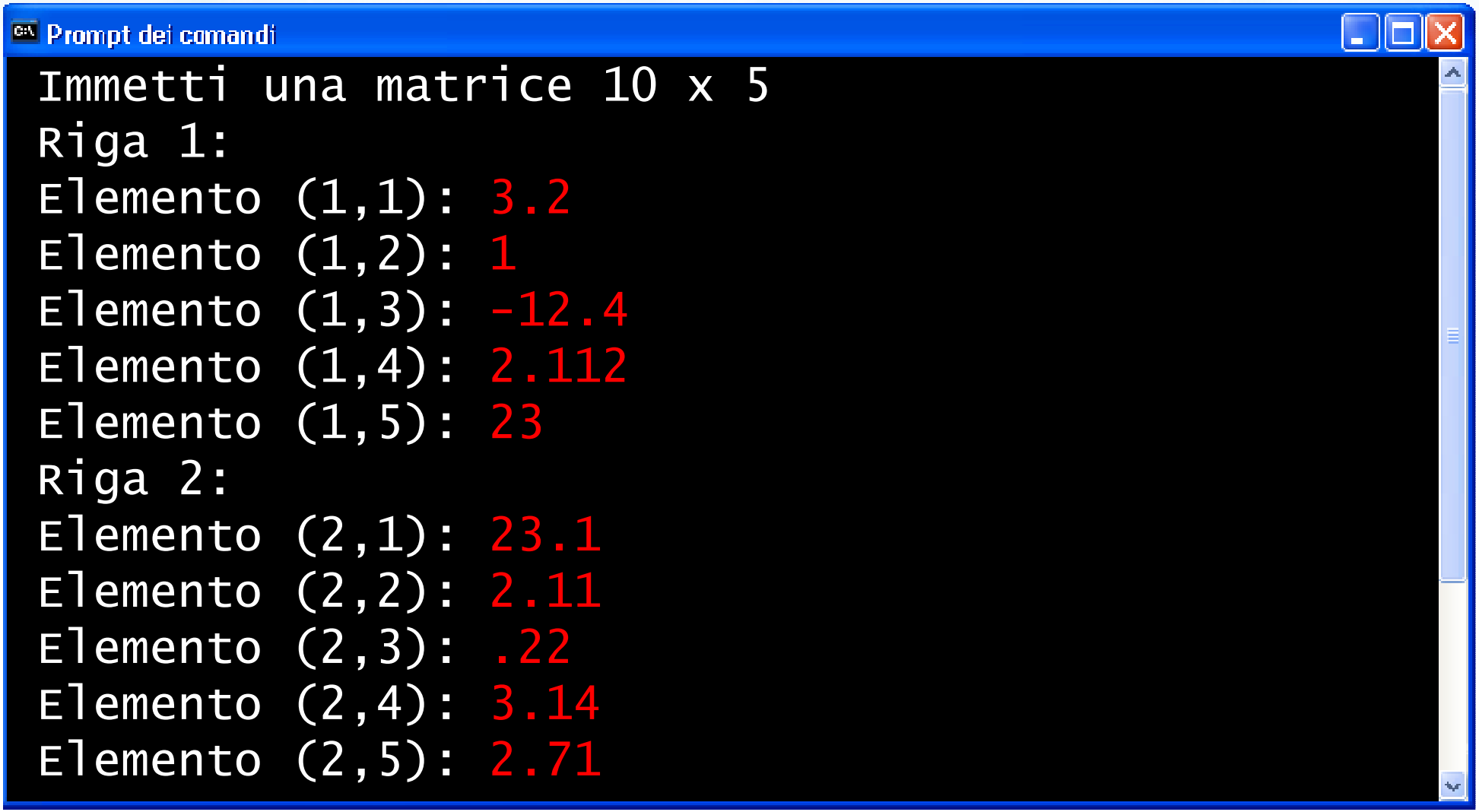
- Occorre leggere un elemento per volta
- Si procede per righe (o per colonne)
- Si utilizzano solitamente due cicli annidati

# Lettura per righe matrice di reali




```
printf("Immetti matrice %d x %d\n",
        N, M) ;

for(i=0; i<N; i++)
{
    printf("Riga %d:\n", i+1) ;
    for(j=0; j<M; j++)
    {
        printf("Elemento (%d,%d): ",
                i+1, j+1) ;
        scanf("%f", &mat[i][j]) ;
    }
}
```

# Esempio


Prompt dei comandi
Immetti una matrice 10 x 5
Riga 1:
Elemento (1,1): 3.2
Elemento (1,2): 1
Elemento (1,3): -12.4
Elemento (1,4): 2.112
Elemento (1,5): 23
Riga 2:
Elemento (2,1): 23.1
Elemento (2,2): 2.11
Elemento (2,3): .22
Elemento (2,4): 3.14
Elemento (2,5): 2.71

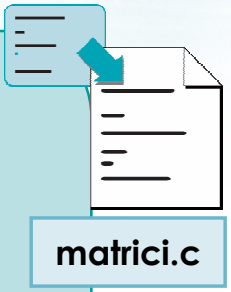
# Operazioni elementari sulle matrici

## Copia di una matrice

# Copia di matrici (1/2)

- L'operazione di copia di una matrice "sorgente" in una "destinazione" richiede che ciascun elemento venga copiato individualmente
- La matrice destinazione deve avere dimensioni uguali o superiori a quelle della sorgente
- L'operazione di copia avviene ovviamente a livello del singolo elemento

# Copia di matrici (2/2)




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

    for(j=0; j<M; j++)

        mat2[i][j] = mat[i][j] ;
```

# Operazioni elementari sulle matrici

## Somme di riga o di colonna

# Sommatorie in matrici

- Il calcolo di totali sui dati contenuti in una matrice può corrispondere a tre diverse operazioni:
  - Somma degli elementi di ciascuna riga (totali di riga)
  - Somma degli elementi di ciascuna colonna (totali di colonna)
  - Somma di tutti gli elementi della matrice

# Esempio

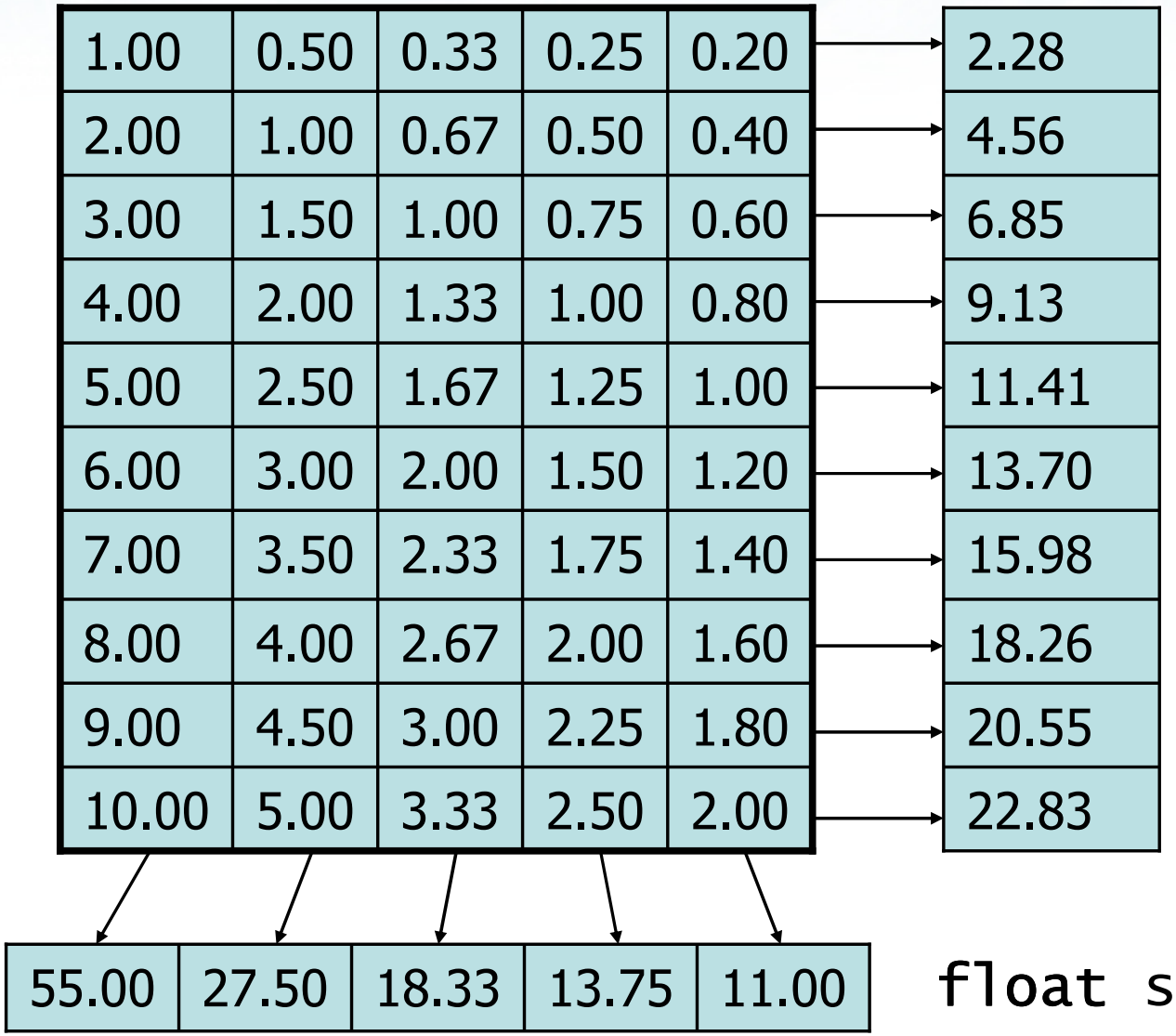
```
float mat[N][M] ;
```

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.25 | 0.20 |
| 2.00 | 1.00 | 0.67 | 0.50 | 0.40 |
| 3.00 | 1.50 | 1.00 | 0.75 | 0.60 |
| 4.00 | 2.00 | 1.33 | 1.00 | 0.80 |
| 5.00 | 2.50 | 1.67 | 1.25 | 1.00 |
| 6.00 | 3.00 | 2.00 | 1.50 | 1.20 |
| 7.00 | 3.50 | 2.33 | 1.75 | 1.40 |
| 8.00 | 4.00 | 2.67 | 2.00 | 1.60 |
| 9.00 | 4.50 | 3.00 | 2.25 | 1.80 |
| 10.00 | 5.00 | 3.33 | 2.50 | 2.00 |

# Esempio

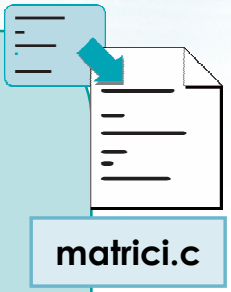
`float mat[N][M] ;`

`float sr[N] ;`



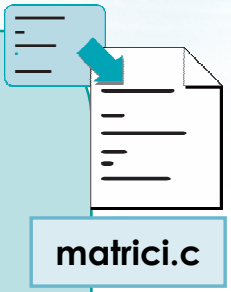

`float sc[M] ;`

# Somma per righe



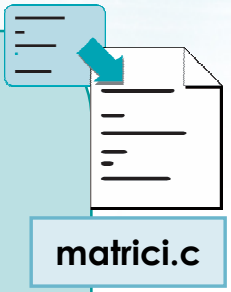

```
for(i=0 ; i<N ; i++)
{
     somma = 0.0 ;
     for(j=0; j<M; j++)
          somma = somma + mat[i][j] ;
     sr[i] = somma ;
}

for(i=0; i<N; i++)
     printf("Somma riga %d = %f\n",
               i+1, sr[i]) ;
```

# Somma per colonne




```
for(j=0 ; j<M ; j++)
{
     somma = 0.0 ;
     for(i=0; i<N; i++)
          somma = somma + mat[i][j] ;
     sc[j] = somma ;
}

for(j=0; j<M; j++)
     printf("Somma colonna %d = %f\n",
               j+1, sc[j]) ;
```

# Somma complessiva




```
somma = 0.0 ;
for(i=0 ; i<N ; i++)
{
     for(j=0; j<M; j++)
          somma = somma + mat[i][j] ;
}

printf("Somma complessiva = %f\n",
          somma) ;
```

# Operazioni elementari sulle matrici

## Ricerca di un elemento

# Ricerca di elementi

- Dato un valore dato, ricercare se esso esiste (almeno una volta) nella matrice
- In caso affermativo, specificare la riga e la colonna
- Si utilizzano i soliti due cicli annidati

# Ricerca elemento (1/2)

```
printf("Dato da ricercare: ");
scanf("%f", &dato) ;

trovato = 0 ;
riga = -1 ;
col  = -1 ;

for(i=0; i<N && trovato==0; i++)
    for(j=0; j<M && trovato==0; j++)
        if( mat[i][j]==dato )
        {
            trovato=1 ;
            riga = i ;
            col = j ;
        }
```

# Ricerca elemento (2/2)

```
if(trovato==1)
  printf("Dato %f presente: (%d,%d)\n",
    dato, riga, col) ;
else
  printf("Dato %f non presente\n",
      dato) ;
```

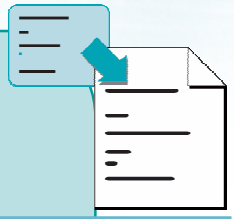
# Operazioni elementari sulle matrici

## Ricerca del massimo o del minimo

# Massimi e minimi

- Per quanto riguarda il calcolo di massimi e minimi si possono distinguere i 3 scenari:
  - Massimo/minimo degli elementi di ciascuna riga
  - Massimo/minimo degli elementi di ciascuna colonna
  - Massimo/minimo tra tutti gli elementi della matrice

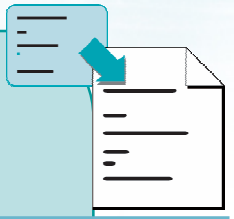
# Massimo per righe



matrici.c

```
for(i=0; i<N; i++)
{
     col = 0 ;
     maxr = mat[i][0] ;
     for(j=1; j<M; j++)
          if( mat[i][j] > maxr )
          {
               maxr = mat[i][j] ;
               col = j ;
          }

     printf("Max di riga %d vale %f
        e si trova nella colonna %d\n",
          i+1, maxr, col+1) ;
}
```

# Massimo per colonne



matrici.c

```
for(j=0; j<M; j++)
{
     riga = 0 ;
     maxc = mat[0][j] ;
     for(i=1; i<N; i++)
          if( mat[i][j] > maxc )
          {
               maxc = mat[i][j] ;
               riga = i ;
          }

     printf("Max di colonna %d vale %f
        e si trova nella riga %d\n",
          j+1, maxc, riga+1) ;
}
```

# Osservazioni

- Le operazioni qui citate sono gli elementi fondamentali dell'elaborazione di matrici
- Nei problemi concreti si osserveranno delle combinazioni di tali operazioni
- Occorre analizzare il problema, scomporlo nei suoi sottoproblemi e combinare opportunamente le varie tecniche

# Esercizio "Max Sum Abs"

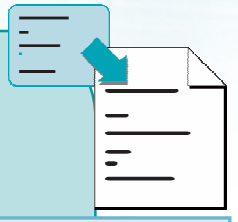
- Data una matrice NxN, determinare la riga in cui la somma dei valori assoluti degli elementi sia massima

$$r = \max_i \left( \sum_j \left| M_{ij} \right| \right)$$

# Soluzione 1

- Inizializza `max`
- Per ogni riga `i`:
  - Calcola la somma `sommar` dei valori assoluti di tale riga
  - Confronta `sommar` con il `max` corrente, ed eventualmente aggiorna il `max`
- Stampa `max`

# Soluzione 1



maxsumabs1.c

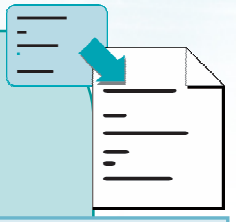
```
max = -1.0 ;

for(i=0; i<N; i++)
{
     sommar = 0.0 ;
     for(j=0; j<M; j++)
     {
          sommar = sommar +
                   fabs(mat[i][j]) ;
     }

     if(sommar>max)
          max = sommar ;
}
printf("R = %f\n", max) ;
```

# Soluzione 2

- Calcola un vettore di appoggio, di N elementi, contenente le sommatorie per ogni riga
- Trova il max all'interno di questo vettore di appoggio

- Soluzione più lunga dal punto di vista del codice, ma più semplice da concepire e realizzare

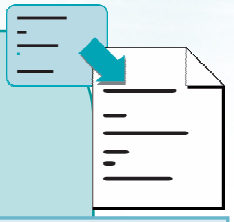
# Soluzione 2 (1/2)



maxsumabs2.c

```
for(i=0; i<N; i++)
{
    sommar = 0.0 ;
    for(j=0; j<M; j++)
    {
        sommar = sommar +
                 fabs(mat[i][j]) ;
    }
    sr[i] = sommar ;
     }
```

# Soluzione 2 (2/2)



maxsumabs2.c

```
max = -1.0 ;

for(i=0; i<N; i++)
    if(sr[i]>max)
        max = sr[i] ;

printf("R = %f\n", max) ;
```

# Matrici – Vettori di stringhe

## Vettori di stringhe

# Vettori di stringhe

- Matrici di caratteri
- Vettori di stringhe
- I/O di vettori di stringhe

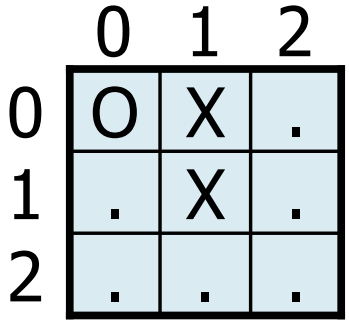
# Vettori di stringhe

## Matrici di caratteri

# Matrici di caratteri

- Nel definire una matrice, è ovviamente possibile usare il tipo base `char`
- Permette di memorizzare una tabella NxM di caratteri ASCII
- Ogni posizione `[i][j]` deve contenere **un carattere**
  - Non può essere vuota
  - Non può contenere più di un carattere

```
char tris[3][3] ;
```



# Esercizio "Verifica Sudoku"

- Si realizzi un programma in C che verifichi la corretta soluzione della griglia di un "Sudoku"
- Il programma acquisisce da tastiera la griglia 9x9, in cui ciascun elemento è un carattere tra 1 e 9
- Il programma deve verificare se il Sudoku è stato correttamente risolto

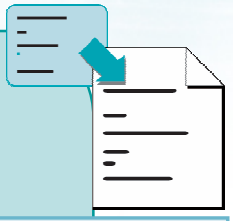
# Esempio

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 |
| 6 | 7 | 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 4 | 8 |
| 1 | 9 | 8 | 3 | 4 | 2 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 9 | 7 | 6 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 6 | 8 | 5 | 3 | 7 | 9 | 1 |
| 7 | 1 | 3 | 9 | 2 | 4 | 8 | 5 | 6 |
| 9 | 6 | 1 | 5 | 3 | 7 | 2 | 8 | 4 |
| 2 | 8 | 7 | 4 | 1 | 9 | 6 | 3 | 5 |
| 3 | 4 | 5 | 2 | 8 | 6 | 1 | 7 | 9 |

# Analisi

- Tutti i valori devono essere singoli caratteri tra ‘1’ e ‘9’
- Su ciascuna delle 9 righe, non devono esserci valori ripetuti
- Su ciascuna delle 9 colonne, non devono esserci valori ripetuti
- In ciascuno dei 9 blocchi 3x3, non devono esserci valori ripetuti

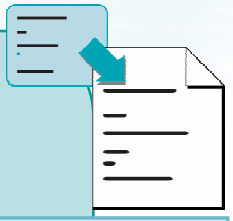
# Soluzione (1/10)



sudoku.c

```
const int N = 9 ;

char sudoku[N][N] ;

int i, j, k ; /* indici dei cicli */
int r1, c1, r2, c2 ;
char ch ;
int err, good ; /* flag */

printf("Verifica Sudoku\n") ;
```

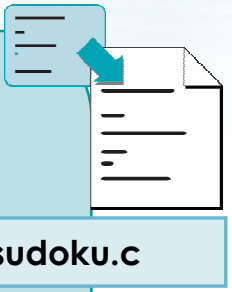
# Soluzione (2/10)




```
for(i=0; i<N; i++)
{
     printf("Riga %d:\n", i+1) ;
     for(j=0; j<N; j++)
     {
          sudoku[i][j] = ch ;
     }
}
```

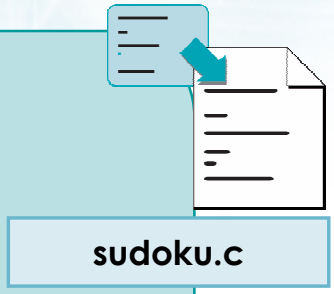
Acquisisci un carattere
ch tra '1' e '9'

# Soluzione (2/10)



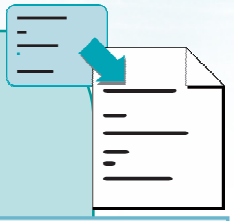

```
do {
     printf("  Colonna %d: ", j+1) ;
     ch = getchar() ;
     if( ch<'1' || ch>'9' )
          printf("Errata - ripeti\n") ;

     /* elimina fino fine linea */
     while( getchar()!='\n')
          /*nop*/ ;

} while( ch<'1' || ch>'9') ;
```

# Soluzione (3/10)



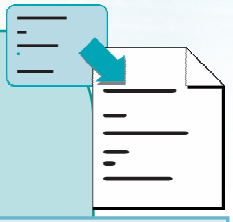

```
/* Stampa il tabellone */
for(i=0; i<9; i++)
{
    for(j=0; j<9; j++)
    {
        printf("%c ", sudoku[i][j]) ;

        if(j==2 || j==5)
            printf("  ") ;
    }
    printf("\n");

    if(i==2 || i==5)
        printf("\n") ;
}
```

# Soluzione (4/10)



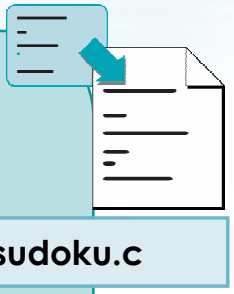

```
good = 1 ; /* flag generale */

/* Verifica le righe */
for(i=0; i<N; i++)
{
    printf("Riga %d: ", i+1) ;
    err = 0 ;

    /* ricerca duplicati su col. j,k */
    for(j=0; j<N; j++)
        for(k=j+1; k<N; k++)
            if(sudoku[i][j]==
                        sudoku[i][k])
                err = 1 ;
```

# Soluzione (5/10)




```
        if(err==0)
            printf("OK\n");
        else
        {
            printf("Errore!\n");
            good = 0 ;
        }
}
```

# Soluzione (6/10)

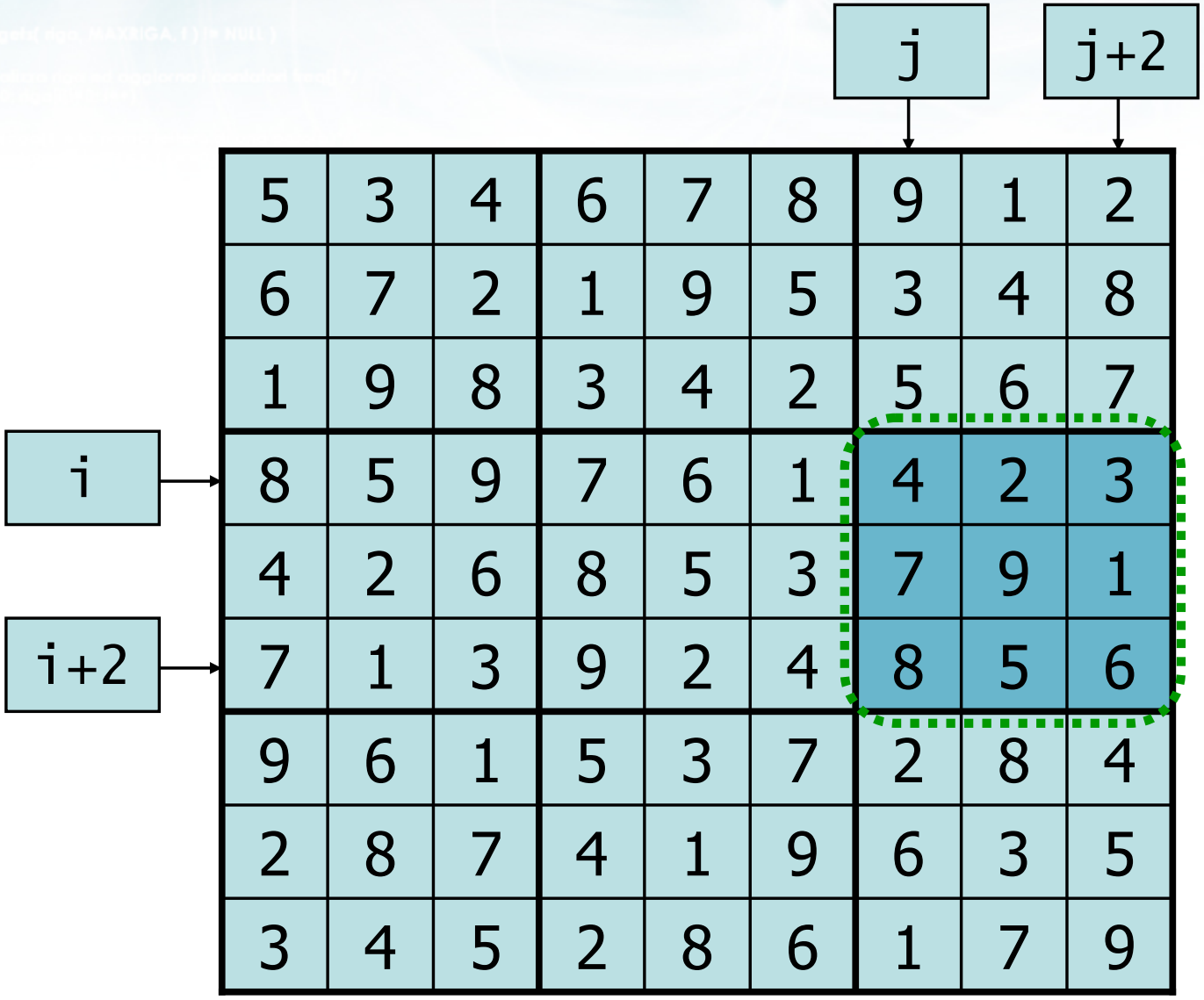



```
for(i=0; i<N; i++) /* Colonne */
{   printf("Colonna %d: ", i+1) ;
    err = 0 ;
    /* ricerca dupl. su righe j,k */
    for(j=0; j<N; j++)
      for(k=j+1; k<N; k++)
        if(sudoku[j][i]==sudoku[k][i])
          err = 1 ;

    if(err==0) printf("OK\n");
    else
    {   printf("Errore!\n");
        good = 0 ;
    }
}
```

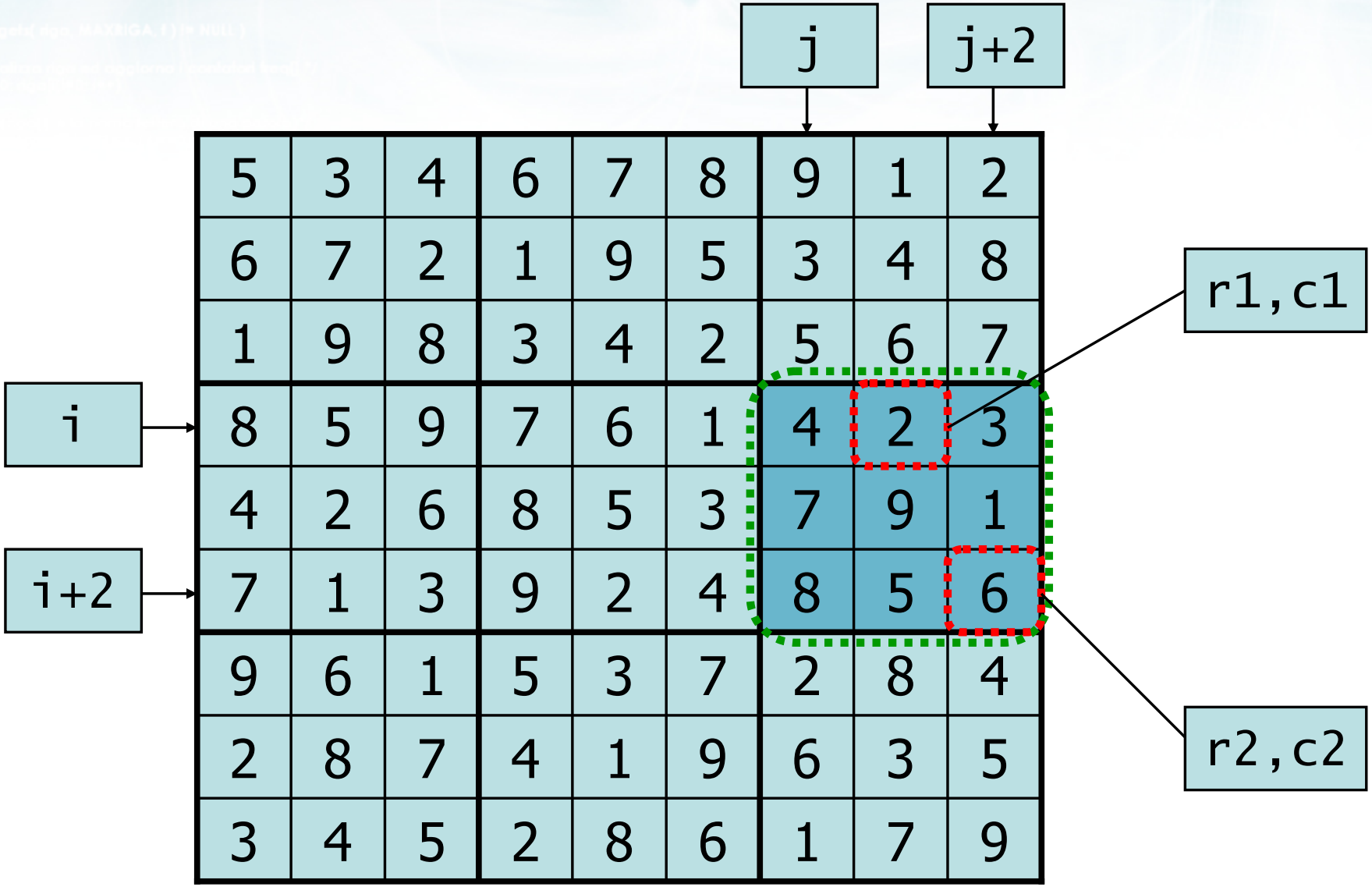
# Ricerca per blocchi

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 |
| 6 | 7 | 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 4 | 8 |
| 1 | 9 | 8 | 3 | 4 | 2 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 9 | 7 | 6 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 6 | 8 | 5 | 3 | 7 | 9 | 1 |
| 7 | 1 | 3 | 9 | 2 | 4 | 8 | 5 | 6 |
| 9 | 6 | 1 | 5 | 3 | 7 | 2 | 8 | 4 |
| 2 | 8 | 7 | 4 | 1 | 9 | 6 | 3 | 5 |
| 3 | 4 | 5 | 2 | 8 | 6 | 1 | 7 | 9 |

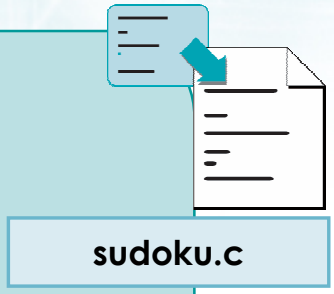
# Ricerca per blocchi



# Ricerca per blocchi

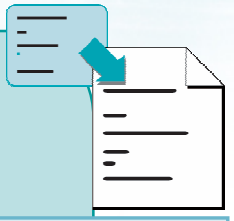


# Soluzione (7/10)




```
for(i=0; i<N; i=i+3)
{
  for(j=0; j<N; j=j+3)
  {
    printf("Blocco (%d,%d)-(%d,%d): ",
          i+1, j+1, i+3, j+3) ;

    /* ricerca duplicati nel blocco */
    /* Confronta [r1][c1]
                 con [r2][c2] */

    err = 0 ;
```

# Soluzione (8/10)



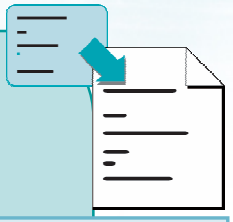

```
for(r1=i; r1<i+3; r1++)
for(c1=j; c1<j+3; c1++)
{   /* elemento [r1][c1]... */
    for(r2=i; r2<i+3; r2++)
    for(c2=j; c2<j+3; c2++)
    {
        /* ..rispetto a [r2][c2] */
        if( ((r1!=r2)||(c1!=c2)) &&
            sudoku[r1][c1]==
                        sudoku[r2][c2] )
        {
            err = 1 ;
        }
    } /*r2,c2*/
} /*r1,c1*/
```

# Soluzione (9/10)

sudoku.c

```
            if(err==0)
                printf("OK\n");
            else
            {
                printf("Errore!\n");
                good = 0 ;
            }
        } /*j*/
} /*i*/
```

# Soluzione (10/10)




```
if(good==1)
     printf("Sudoku valido!\n");
else
     printf("Sudoku errato...\n");
```

# Vettori di stringhe

Vettori di stringhe

# Vettori di stringhe

- Una matrice di caratteri può anche essere vista come:
  - Un vettore di vettori di caratteri, cioè
  - Un vettore di stringhe
- Si tratta di un metodo diverso di interpretare la stessa struttura dati

# Esempio

```
char tris[3][3] ;
```

| | 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|
| 0 | O | X | . |
| 1 | . | X | . |
| 2 | . | . | . |

```
char nomi[5][10] ;
```

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | F | u | l | v | i | o | \0 | x | ! | w |
| 1 | A | n | t | o | n | i | o | \0 | . | z |
| 2 | C | r | i | s | t | i | n | a | \0 | u |
| 3 | E | l | e | n | a | \0 | 5 | g | r | d |
| 4 | D | a | v | i | d | e | \0 | $ | 2 | e |

# Caratteristiche

5 stringhe di lunghezza variabile

Lunghezza max 9 caratteri

Terminatore nullo in ogni stringa (riga)

```
char nomi[5][10] ;
```

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | F | u | l | v | i | o | \0 | x | ! | w |
| 1 | A | n | t | o | n | i | o | \0 | . | z |
| 2 | C | r | i | s | t | i | n | a | \0 | u |
| 3 | E | l | e | n | a | \0 | 5 | g | r | d |
| 4 | D | a | v | i | d | e | \0 | $ | 2 | e |

# Sintassi

- Definizione

```
char vett[MAX][LUN] ;
```

Nome del vettore di stringhe

Numero di stringhe

Lunghezzza massima di ciascuna stringa (compreso terminatore nullo)

# Sintassi

- Definizione

```
char vett[MAX][LUN] ;
```

- Accesso al singolo carattere

```
vett[i][j]
```

Carattere (j+1)-esimo della stringa (i+1)-esima, da usarsi per l'elaborazione carattere-per-carattere

# Sintassi

- Definizione

```
char vett[MAX][LUN] ;
```

- Accesso

Stringa (i+1)-esima, da usarsi con le funzioni di libreria

- Accesso all'intera stringa

```
vett[i]
```

# Esempio 1

- Dato un vettore di stringhe, determinare quante volte è presente la lettera 'A' (maiuscola o minuscola)

```
cont = 0 ;
for(i=0; i<MAX; i++)
{
   for(j=0; vett[i][j]!=0; j++)
   {
      if(toupper(vett[i][j])=='A')
         cont++ ;
   }
}
```

# Esempio 2

- Dato un vettore di stringhe, determinare se esistono due stringhe identiche

```
uguali = 0 ;
for(i=0; i<MAX; i++)
{
   for(k=i+1; k<MAX; k++)
   {
      if(strcmp(vett[i], vett[k])==0)
         uguali=1 ;
   }
}
```

# Occupazione variabile

- In un vettore di stringhe, ogni riga (ogni stringa) è intrinsecamente un vettore di caratteri ad occupazione variabile
  - Terminatore nullo per indicare la lunghezza effettiva
- Il numero di stringhe effettivamente memorizzato potrebbe non riempire l'intero vettore
  - Variabile intera che indica l'effettiva occupazione del vettore

# Esempio

```
const int MAX = 5 ;
const int LUN = 9 ;

char nomi[MAX][LUN+1] ;
int N ;
```

N=3

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | F | u | l | v | i | o | \0 | x | ! | w |
| 1 | A | n | t | o | n | i | o | \0 | . | z |
| 2 | C | r | i | s | t | i | n | a | \0 | u |
| 3 | e | 4 | 1 | ) | a | \0 | 5 | g | r | d |
| 4 | 1 | % | < | d | d | e | g | $ | 2 | e |

# Errore frequente

- Confondere una stringa (vettore di caratteri) con un vettore di stringhe (matrice di caratteri)

```
char s[LUN+1] ;
```

```
char v[MAX][LUN+1] ;
```

- `s[i]` è un singolo carattere
- `s` è l'intera stringa

- `v[i][j]` è il singolo carattere
- `v[i]` è un'intera stringa
- `v` è l'intera matrice

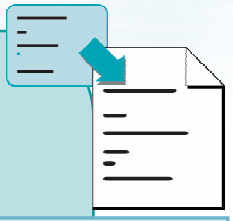
# Vettori di stringhe

## I/O di vettori di stringhe

# Stampa (1/2)

- La stampa del contenuto di un vettore di stringhe si ottiene semplicemente stampando ciascuno degli elementi
  - Si può utilizzare `puts` oppure `printf`

# Stampa (2/2)



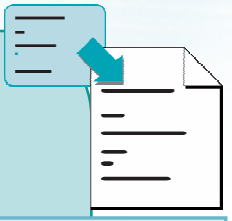
vettstr.c

```
for(i=0; i<N; i++)
{
    puts(vett[i]) ;
}
```

# Lettura

- Acquisire da tastiera un vettore di stringhe
- Un ciclo per ciascuna delle stringhe da leggere
  - Lunghezza nota a priori
  - Lunghezza determinata dalla lettura di un certo dato (es.: “FINE”)
- Acquisizione, nel ciclo, di ciascuna delle stringhe
  - Utilizzo della funzione `gets`
  - Eventualmente, lettura in una stringa d’appoggio per la verifica di correttezza, prima di ricopiare nel vettore destinazione

# Dimensione nota a priori (1/2)

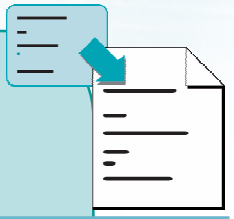


vettstr.c

```
char vett[MAX][LUN+1] ;
char s[250] ;
. . .

do {
     printf("Quante stringhe? ") ;
     gets(s) ;
     N = atoi(s) ;
     if(N<1 || N>MAX)
          printf("Valore errato: deve
            essere tra 1 e %d\n", MAX) ;
} while(N<1 || N>MAX) ;
```

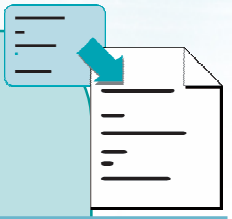
# Dimensione nota a priori (2/2)

```
for(i=0; i<N; i++)
{   printf("Stringa %d: ", i+1) ;
    gets(s) ;
    if (strlen(s)==0)
    {   printf("Vuota - ripeti\n");
        i-- ;
    }
    else if(strlen(s)>LUN)
    {   printf("Troppo lunga –
                  max %d chr\n", LUN) ;
        i-- ;
    }
    else
        strcpy(vett[i], s) ;
}
```



vettstr.c

# Lettura terminata da "FINE"



vettstr.c

```
N = 0 ;
end = 0 ;
do {
     printf("Stringa %d: ", N+1) ;
     gets(s) ;
     if (strlen(s)==0)
          printf("Vuota - ripeti\n");
     else if(strlen(s)>LUN)
          printf("Troppo lunga\n") ;
     else if(strcmp(s, "FINE")==0)
          end = 1 ;
     else
     {    strcpy(vett[N], s) ;
          N++ ;
     }
} while(end==0) ;
```

# Matrici – Vettori di stringhe

## Esercizi proposti

# Esercizi proposti

- Esercizio “Statistiche testo”
- Esercizio “Magazzino”

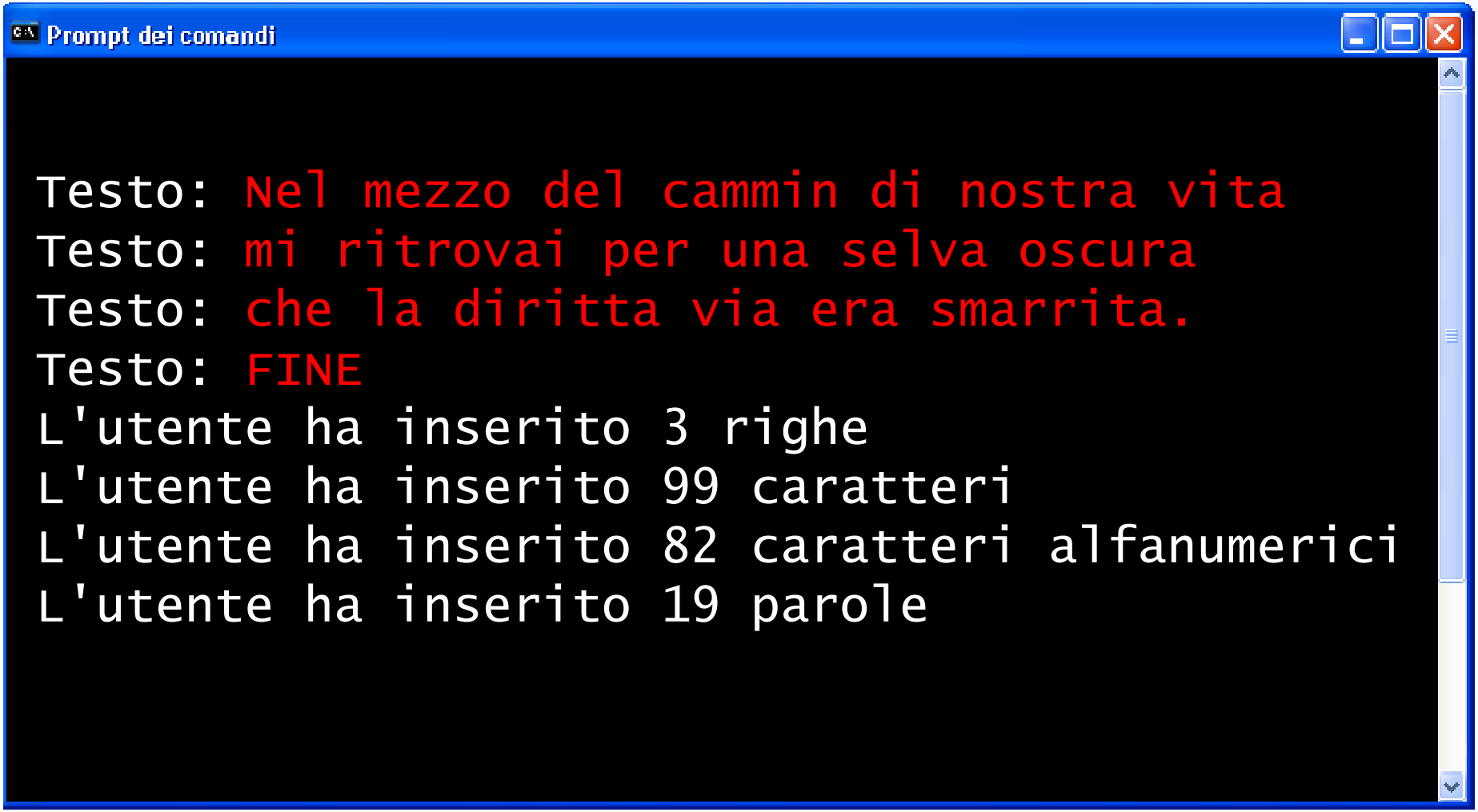
# Esercizi proposti

## Esercizio "Statistiche testo"

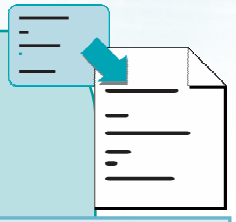
# Esercizio "Statistiche testo"

- Un utente inserisce una serie di frasi da tastiera, su più righe
- L'inserimento termina quando l'utente inserisce la parola FINE su una riga da sola
- Il programma deve determinare:
  - 1) Quante righe sono state inserite dall'utente
  - 2) Quanti caratteri sono stati inseriti
  - 3) Quanti caratteri alfanumerici sono stati inseriti
  - 4) Quante parole sono state inserite

# Analisi


Prompt dei comandi
Testo: Nel mezzo del cammin di nostra vita
Testo: mi ritrovai per una selva oscura
Testo: che la diritta via era smarrita.
Testo: FINE
L'utente ha inserito 3 righe
L'utente ha inserito 99 caratteri
L'utente ha inserito 82 caratteri alfanumerici
L'utente ha inserito 19 parole

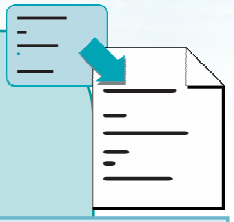
# Soluzione (1/5)



statistichetesto.c

```
const int MAXRIGHE = 2000 ;
const int LUN = 80 ;

char testo[MAXRIGHE][LUN] ;
int Nrighe ; /* righe inserite */
char riga[LUN*10] ;
int i, j ;
int caratteri, caralfa, parole ;
```

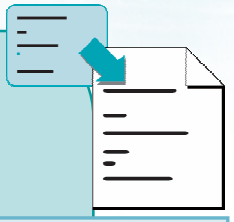
# Soluzione (2/5)



statistichetesto.c

```
Nrighe = 0 ;
do {
   printf("Testo: ");
   gets(riga) ;

   if( strcmp(riga, "FINE")!=0 )
   {
      /*copia riga in testo[Nrighe] ;*/
      strcpy( testo[Nrighe] , riga ) ;

      Nrighe++ ;
   }
} while( strcmp(riga, "FINE")!=0 ) ;
```

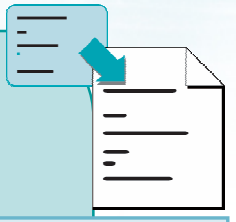
# Soluzione (3/5)



statistichetesto.c

```
printf("L'utente ha inserito"
       " %d righe\n", Nrighe);

caratteri = 0 ;
for(i=0; i<Nrighe; i++)
    caratteri = caratteri +
                strlen(testo[i]) ;

printf("L'utente ha inserito"
       " %d caratteri\n", caratteri) ;
```

# Soluzione (4/5)



statistichetesto.c

```
caralfa = 0 ;
for(i=0; i<Nrighe; i++)
{
    for(j=0; testo[i][j]!=0; j++)
    {
        if( isalnum(testo[i][j] ) )
            caralfa++ ;
    }
}

printf("L'utente ha inserito "
       "%d caratteri alfanumerici\n",
       caralfa) ;
```

# Soluzione (5/5)

statistichetesto.c

```
parole = 0 ;
for(j=0; j<Nrighe; j++)
{
    for(i=0; testo[j][i]!=0; i++)
    {
        if( isalpha(testo[j][i]) &&
        (i==0 || !isalpha(testo[j][i-1])))
        {
            parole ++ ;
        }
    }
}

printf("L'utente ha inserito "
          "%d parole\n", parole) ;
```

# Esercizi proposti

## Esercizio "Magazzino"

# Esercizio "Magazzino" (1/2)

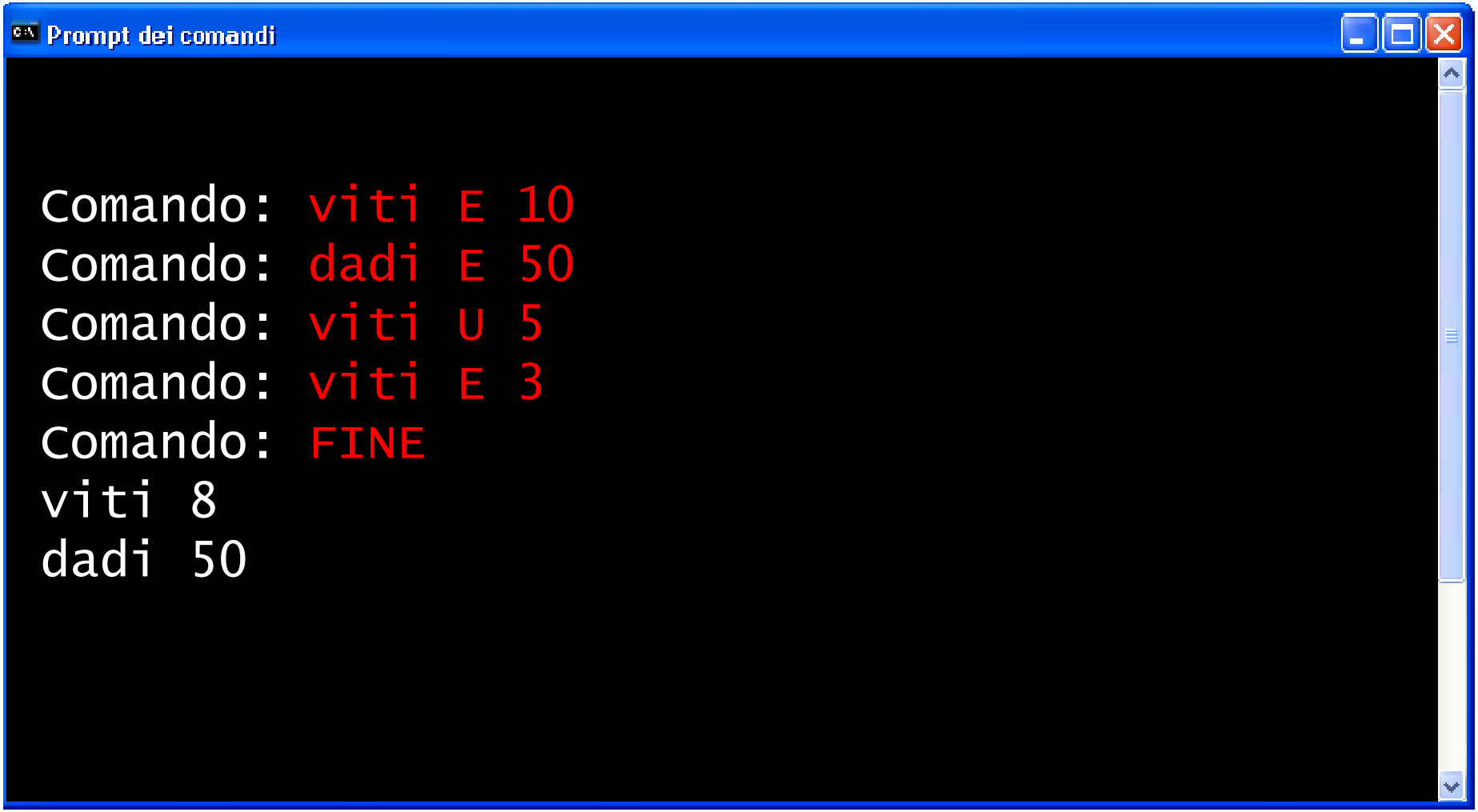
- Un'azienda deve tenere traccia dei beni presenti in un magazzino
- L'utente inserisce da tastiera dei "comandi" nel seguente formato:
  - `bene EU quantità`

  dove:
  - `bene` è il nome di un bene
  - `EU` è la lettera `'E'` per entrata, `'U'` per uscita
  - `quantità` è la quantità di bene entrata o uscita

# Esercizio “Magazzino” (2/2)

- L’utente termina il caricamento inserendo un comando pari a "`FINE`". In tal caso il programma deve stampare le quantità di beni presenti a magazzino

# Analisi


Prompt dei comandi
Comando: viti E 10
Comando: dadi E 50
Comando: viti U 5
Comando: viti E 3
Comando: FINE
viti 8
dadi 50

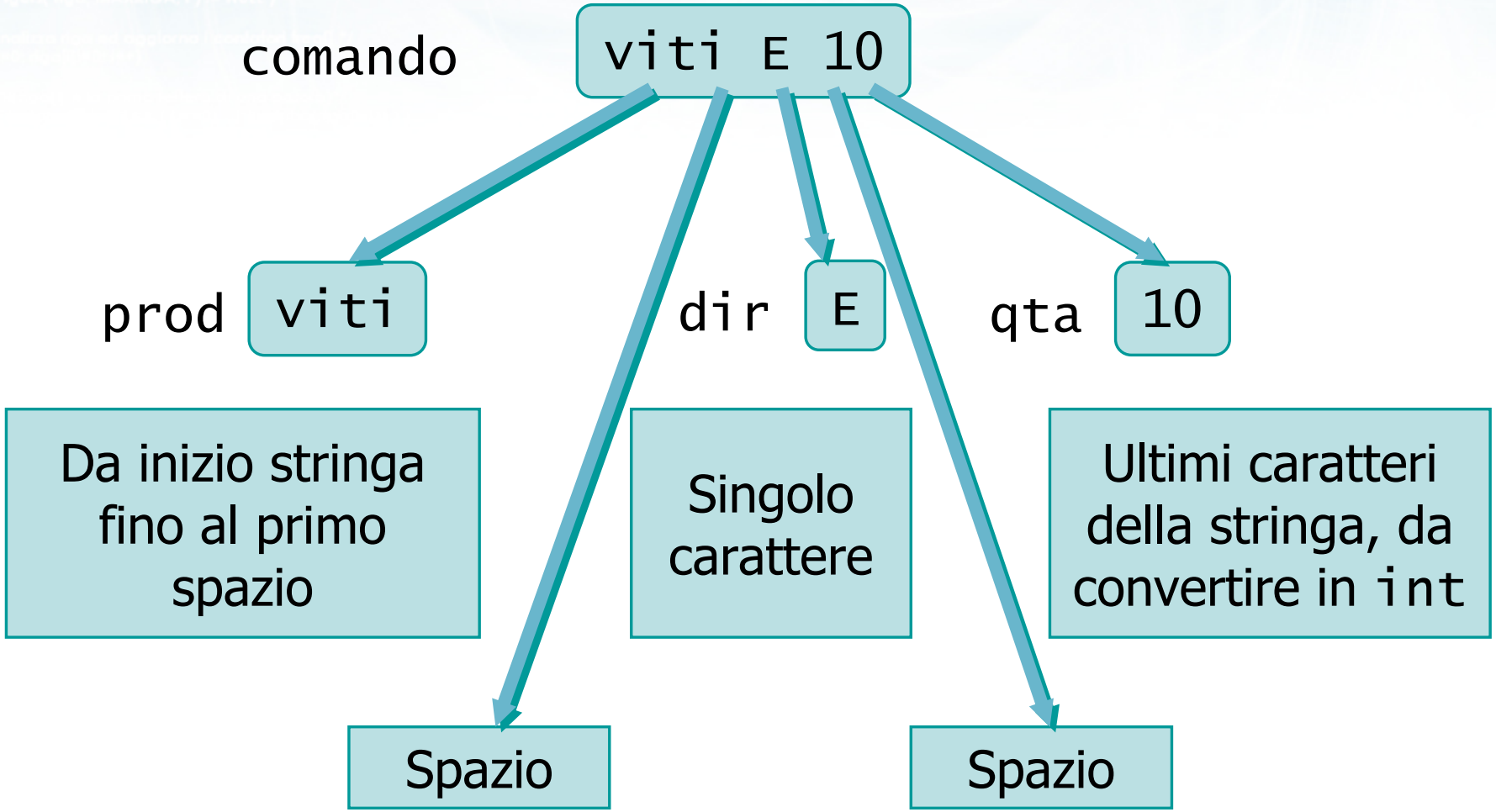
# Problemi

- Estrazione dei 3 parametri dal comando immesso dall'utente
  - Nome prodotto: stringa
  - Direzione: carattere
  - Quantità: intero

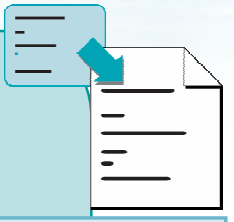
```
viti E 10
```

- Memorizzazione di nomi di prodotti e quantità relative
  - Vettori paralleli
- Aggiornamento delle giacenze

# Stringa di comando



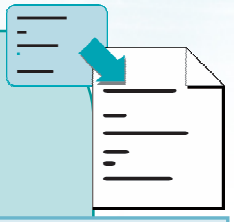
# Analisi del comando (1/2)



magazzino.c

```
i = 0 ;
while(comando[i]!=' ')
{
     prod[i] = comando[i] ;
     i++ ;
}
prod[i] = 0 ;

/* salta lo spazio */
i++ ;

dir = comando[i] ; /* 'E' o 'U' */
```

# Analisi del comando (2/2)



magazzino.c

```
/* salta lo spazio */
i++ ;

/* da qui a fine: la quantità */
j = 0 ;
while(comando[i]!=0)
{
     temp[j] = comando[i] ;
     i++ ;
     j++ ;
}
temp[j] = 0 ;
qta = atoi(temp) ;
```

# Osservazione

- L'analisi di una stringa di comando composta da più campi è sempre un'operazione complessa
- Nel caso in cui si dovessero gestire delle condizioni anomale (es. più spazi consecutivi) o di errore (es. manca la quantità), il codice diverrebbe estremamente articolato
- Vedremo più avanti la funzione `sscanf` che può aiutare in questi casi

# Rappresentazione del magazzino

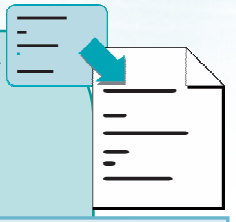
- Occorre memorizzare, per ciascun prodotto
  - Il nome
  - La quantità corrente
- Si possono usare due vettori "paralleli"

```
char prodotti[MAX][LUN+1] ;
int quantita[MAX] ;

int N ; /* occupazione effettiva
           vettori prodotti e quantita */
```

# Inserimento di un prodotto

- Determinare se il prodotto è già in magazzino
  - Ricerca del nome del prodotto nel vettore `prodotto`
- Se c'è già, incrementa la quantità
- Se non c'è ancora, aggiungi una riga ai vettori

# Inserimento di un prodotto




```
/* trova la posizione del prodotto */
trovato = -1 ;
for(i=0; i<N; i++)
    if(strcmp(prodotti[i], prod)==0)
        trovato = i ;

if( trovato != -1 ) /* esiste già */
    quantita[trovato] =
        quantita[trovato] + qta ;

else /* prodotto nuovo */
{   strcpy(prodotti[N], prod) ;
    quantita[N] = qta ;
    N++ ;
}
```

# Eliminazione di un prodotto

- Determinare se il prodotto è già in magazzino
  - Ricerca del nome del prodotto nel vettore `prodotto`
- Se c'è già, decrementa la quantità
- Se non c'è ancora, errore

# Eliminazione di un prodotto

```
/* trova la posizione del prodotto */
trovato = -1 ;
for(i=0; i<N; i++)
    if(strcmp(prodotti[i], prod)==0)
        trovato = i ;

if( trovato == -1 )
    printf("Prodotto %s non "
     "trovato in magazzino\n", prod);
else
    quantita[trovato] =
        quantita[trovato] - qta ;
```

# Matrici – Vettori di stringhe

## Sommario

# Argomenti trattati

- Matrici bi-dimensionali e pluri-dimensionali
- Matrici di numeri interi e reali
  - Definizione
  - Operazioni frequenti
- Matrici di caratteri
- Vettori di stringhe
  - Caso particolare di matrici di caratteri
  - Operazioni frequenti

# Tecniche di programmazione

- Usare matrici per memorizzare schiere di dati numerici
- Usare vettori di stringhe per memorizzare stringhe di testo di lunghezza variabile
- Compiere operazioni di ricerca nei vettori di stringhe

# Materiale aggiuntivo

- Sul CD-ROM
  - Testi e soluzioni degli esercizi trattati nei lucidi
  - Scheda sintetica
  - Esercizi risolti
  - Esercizi proposti
- Esercizi proposti da altri libri di testo