

ARRAY DI PUNTATORI

- Non ci sono vincoli sul tipo degli elementi di un vettore
- Possiamo dunque avere anche ***vettori di puntatori***

Ad esempio:

```
char * stringhe[4];
```

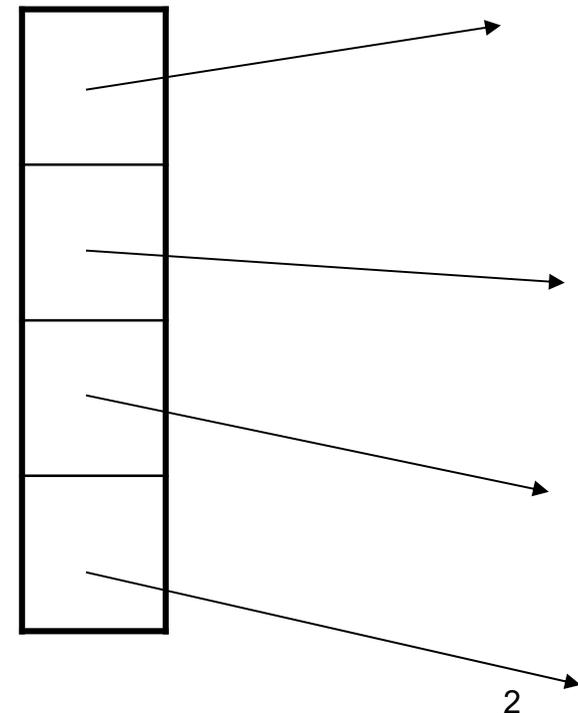
definisce un vettore di 4 puntatori a carattere (allocata memoria per 4 puntatori)

ARRAY DI PUNTATORI

`stringhe` sarà dunque una struttura dati rappresentabile nel modo seguente

I vari *puntatori* sono *memorizzati in celle contigue*. Possono invece *non essere contigue le celle che loro puntano*

`stringhe`



INIZIALIZZAZIONE

Come usuale, anche gli array di puntatori a stringhe possono essere *inizializzati*

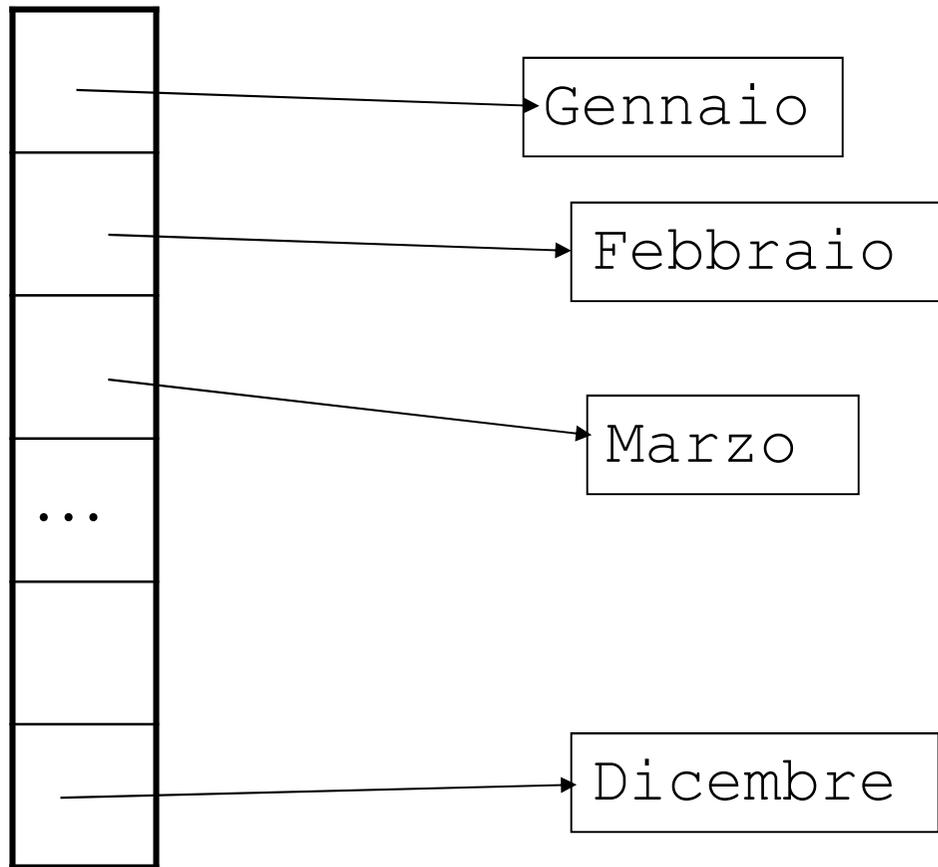
```
char * mesi[] =          {"Gennaio", "Febbraio",  
                          "Marzo", "Aprile", "Maggio", "Giugno",  
                          "Luglio", "Agosto", "Settembre", "Ottobre",  
                          "Novembre", "Dicembre"};
```

I caratteri dell'i-esima stringa vengono posti in una locazione qualsiasi e *in mesi[i] viene memorizzato un puntatore a tale locazione*

Come sempre, poiché l'ampiezza del vettore non è stata specificata, il compilatore conta i valori di inizializzazione e dimensiona il vettore di conseguenza

INIZIALIZZAZIONE

mesi



ARRAY MULTIDIMENSIONALI

È possibile definire variabili di tipo array con più di una dimensione

`<tipo> <identificatore> [dim1] [dim2] .. [dimn]`

Array con due dimensioni vengono solitamente detti *matrici*

```
float M[20][30];
```

Un array bidimensionale è un array di array.

Nell'esempio sono 20 array monodimensionali di lunghezza 30.

Come sempre, **allocazione statica**:

allocazione di 20x30 celle
atte a mantenere float

	0	1	...	29
0				
1				
...				
19				

MATRICI

Per accedere all'elemento che si trova nella *riga* i e nella *colonna* j si utilizza la notazione

$M[i][j]$

Anche possibilità di vettori con più di 2 indici:

```
int C[20][30][40];
```

```
int Q[20][30][40][40];
```

MEMORIZZAZIONE

Le matrici multidimensionali sono **memorizzate per righe in celle contigue**. Nel caso di M:

M[0][0]	M[0][1]	...	M[0][29]	M[1][0]	M[1][1]	...	M[1][29]	M[19][0]	M[19][1]	...	M[19][29]
---------	---------	-----	----------	---------	---------	-----	----------	------	----------	----------	-----	-----------

E analogamente nel caso di più di 2 dimensioni: viene fatto variare prima l'indice più a destra, poi il penultimo a destra, e così via fino a quello più a sinistra

Per calcolare **l'offset** della cella di memoria dell'elemento (i,j) in una matrice bidimensionale (rispetto all'indirizzo di memorizzazione della prima cella – *indirizzo dell'array*):

$$\text{LungRiga} * i + j$$

Nel caso di M: $M[i][j]$ elemento che si trova nella cella $30*i+j$ dall'inizio della matrice

Elemento: $*(&M[0][0] + 30*i+j)$

MEMORIZZAZIONE

In generale, se

`<tipo> mat[dim1] [dim2] ... [dimn]`

`mat[i1] [i2] ... [in-1] [in]`

è l'elemento che si trova nella cella

$i_1 * \text{dim}_2 * \dots * \text{dim}_n + \dots + i_{n-1} * \text{dim}_n + i_n$ a partire dall'inizio del vettore

MATRICI

Si possono anche dichiarare dei tipi vettore multidimensionale

```
typedef <tipo> <ident>[dim1][dim2]...[dimn]
```

```
typedef float MatReali [20] [30];
```

```
MatReali Mat;
```

è equivalente a

```
typedef float VetReali[30];
```

```
typedef VetReali MatReali[20];
```

```
MatReali Mat;
```

INIZIALIZZAZIONE

I vettori multidimensionali possono essere inizializzati con una lista di valori di inizializzazione racchiusi tra parentesi graffe (per riga).

```
int matrix[4][4]={{1,0,0,0},{0,1,0,0},  
                 {0,0,1,0},{0,0,0,1}}
```

	0	1	2	3
0	1	0	0	0
1	0	1	0	0
2	0	0	1	0
3	0	0	0	1

Seguono le stesse regole degli array monodimensionali. Gli elementi non specificati vengono posti a 0.

Puntatori e Vettori MULTIDIMENSIONALI

Anche un vettore multidimensionale è **implementato in C come un puntatore all'area di memoria** da cui partono le **celle contigue** contenenti il vettore

```
int a[10][4];
```

a vettore di 10 elementi, ciascuno dei quali è un vettore a 4 interi
tipo = “puntatore a vettore di 4 interi” non “puntatore a intero”

```
int ** b; int * c;
```

```
b=a;
```

```
c=a; compila con warning
```

PUNTATORI E VETTORI MULTIDIMENSIONALI

Date le due definizioni

```
int a[10][4]; int *d[10];
```

la prima alloca 40 celle di ampiezza pari alla dim di un int
mentre la seconda alloca 10 celle per contenere 10
puntatori a int

Uno dei vantaggi offerti dall'uso di vettori di
puntatori consiste nel fatto che si possono
realizzare ***righe di lunghezza variabile***

PUNTATORI E VETTORI MULTIDIMENSIONALI

```
char * mesi[] = {"Gennaio", "Febbraio",  
"Marzo", "Aprile", "Maggio", "Giugno",  
"Luglio", "Agosto", "Settembre",  
"Ottobre", "Novembre", "Dicembre"};
```

vengono create *righe di lunghezza variabile*

Esempio: PRODOTTO MATRICI QUADRATE

Gli array multidimensionali sono indicati per implementare operazioni di calcolo matematico.

Programma per il **prodotto (righe x colonne) di matrici quadrate NxN** a valori interi:

$$C[i,j] = \sum_{(k=1..N)} A[i][k]*B[k][j]$$

```
#include <stdio.h>
#define N 2
typedef int Matrici [N] [N];

int main() {
int Somma,i,j,k;
Matrici A,B,C;
```

Esempio: PRODOTTO MATRICI QUADRATE

```
/* inizializzazione di A e B */
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<N; j++)
        scanf("%d",&A[i][j]);
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<N; j++)
        scanf("%d",&B[i][j]);
/* prodotto matriciale */
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<N; j++){
        Somma=0;
        for (k=0; k<N; k++)
            Somma=Somma+A[i][k]*B[k][j];
        C[i][j]=Somma;}
/* stampa */
for (i=0; i<N; i++) {
    for (j=0; j<N; j++)
        printf("%d\t",C[i][j]);
    printf("\n"); }
}
```

PASSAGGIO DI PARAMETRI

Nel caso di passaggio come parametro di un array bidimensionale a una funzione, nel prototipo della funzione **va dichiarato necessariamente il numero delle colonne** (ovvero la dimensione della riga)

Ciò è essenziale perché il compilatore sappia come accedere all'array in memoria calcolandosi correttamente il giusto offset.

PASSAGGIO DI PARAMETRI

Esempio: se si vuole passare alla funzione `f()` la matrice `par` occorre scrivere all'atto della definizione della funzione:

`f(float par[20][30], ...)` oppure

`f(float par[][30], ...)`

Il numero di righe è irrilevante ai fini dell'aritmetica dei puntatori su `par`, ma non il numero di colonne (dimensioni delle righe)

In generale, ***soltanto la prima dimensione di un vettore multidimensionale può non essere specificata***

Esempio: PRODOTTO MATRICI QUADRATE

```
#include <stdio.h>
#define N 2
typedef int Matrici[N][N];

void prodottoMatrici(int X[][N], int Y[][N],
                    int Z[][N]) {
    int Somma,i,j,k;
    for (i=0; i<N; i++)
        for (j=0; j<N; j++){
            Somma=0;
            for (k=0; k<N; k++)
                Somma=Somma+X[i][k]*Y[k][j];
            Z[i][j]=Somma;
        }
}
```

Esempio: PRODOTTO MATRICI QUADRATE

```
int main(void) {
int Somma,i,j,k;
Matrici A,B,C;

for (i=0; i<N; i++) /* inizializ. di A e B */
    for (j=0; j<N; j++)
        scanf("%d",&A[i][j]);
for (i=0; i<N; i++)
    for (j=0; j<N; j++)
        scanf("%d",&B[i][j]);

prodottoMatrici(A,B,C); //in C verrà caricato il
    risultato del prodotto

for (i=0; i<N; i++) {                /* stampa */
    for (j=0; j<N; j++)
        printf("%d\t",C[i][j]);
    printf("\n"); } }
```

Esempio: problemi con parametri formali e array multidimensionali

```
#include <stdio.h>
void f1(int A[][3], int n) {
    int i;
    for (i=0; i<n; i++)
        printf ("A[%d][0]" = %d\n", i, A[i][0])
    }
void f2(int A[][2], int n) {
    int i;
    for (i=0; i<n; i++)
        printf ("A[%d][0]" = %d\n", i, A[i][0])
    }
int main() {
    int A[3][2])= {{1,2}{3,4}{5,6}};
    f1(A,3); // problema con dimensioni, stampa 1 poi 4 e poi ???
    f2(A,3); // ok stampa 1 poi 3 e poi 5
    return 0;
}
```