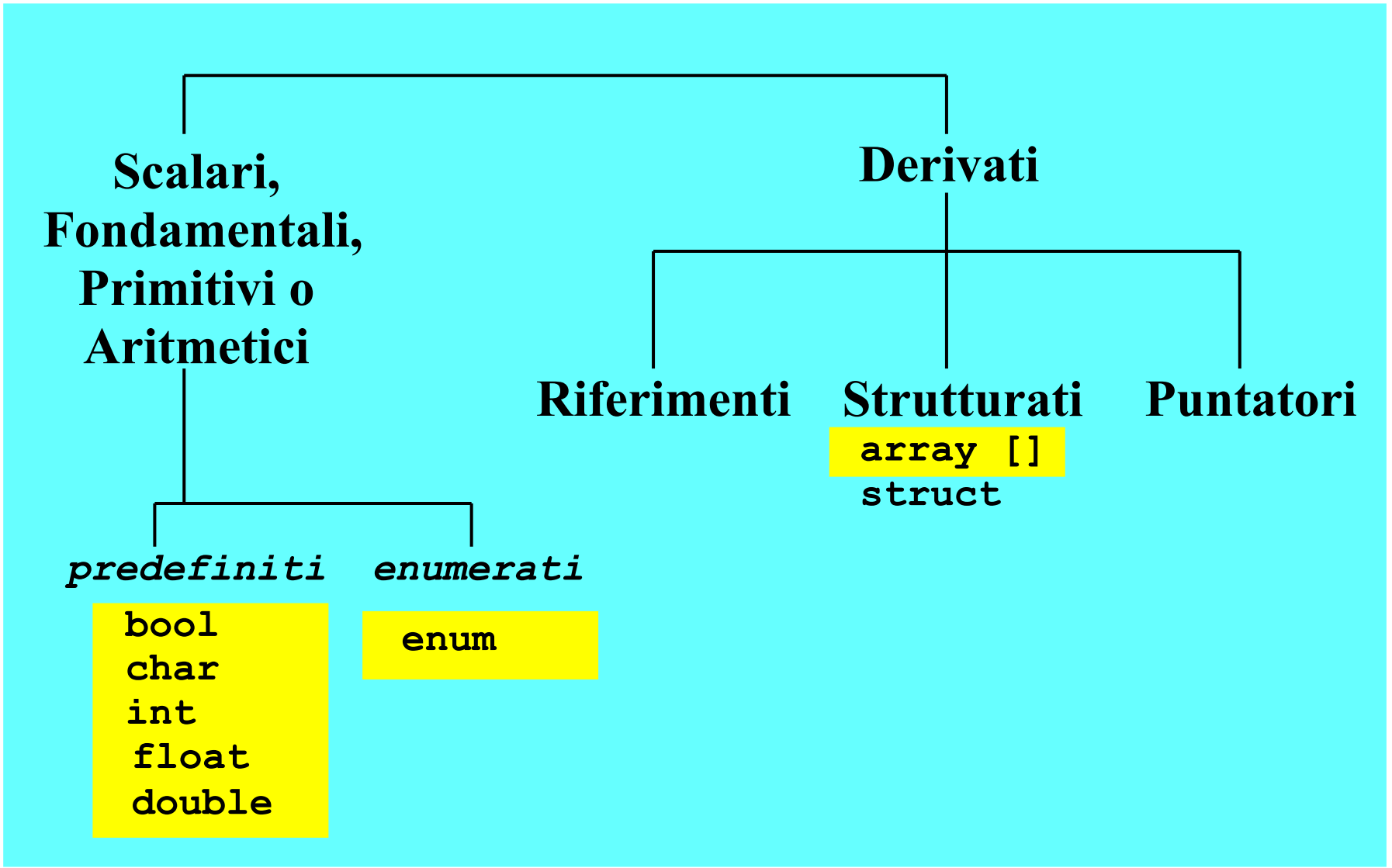
Tipi di dato strutturati

(Parte 1: Array, Matrici)

Tipi di dato


Scalari, Fondamentali, Primitivi o Aritmetici
Derivati
Riferimenti
Strutturati
Puntatori
array []
struct
predefiniti
enumerati
bool
char
int
float
double
enum

Tipo di dato Array

Array

- Un array è una ennupla di *N* oggetti dello stesso tipo
  - Allocati in posizioni contigue in memoria

- **Selezione con indice: c**iascun elemento dell'array è denotato da:
  - nome dell'array
  - seguito da un ***indice intero*** compreso fra 0 e *N*-1, scritto tra parentesi quadre

Esempio

Dato **A**, l'identificatore di un array di dimensione ***N***

L'elemento *i-esimo* è denotato da **A[i]**, dove **0 ≤ i < N**

Definizione array

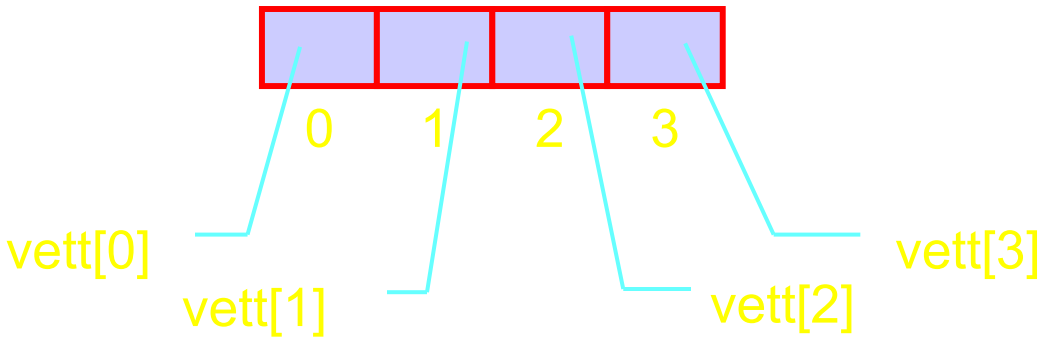
SINTASSI della *definizione* di una *variabile* di tipo array:

<tipo> <identificatore> [<espr-costante>] ;

Importante!

Es: Array di 4 elementi di tipo int

int vett[4] ; alloca spazio per 4 variabili int contigue



FARE	NON FARE
const int max_vett 500;	int max; cin>>max;
int vett2[max_vett];	int vett[max];

- La seconda possibilità è fuori dallo standard
  - Alcuni compilatori la consentono
- Il programma risultante non sarebbe più **portabile**

NOTE (da ricordare)

- Contrariamente ad altri linguaggi, il C/C++ non consente di scegliere il valore iniziale dell'indice, che è sempre 0

  Quindi, un array di ***N*** elementi ha sempre, necessariamente, indici da 0 a *N*-1 (inclusi)

- Possiamo utilizzare un array per implementare il concetto matematico di vettore

Esercizi

- Dalle esercitazioni:
  - *ins_stampa_array.cc*
  - *array_casuali.cc*

Esercizio 1 (*Specifica*)

- **Dato un vettore di *N* interi, inizializzati da *stdin* o casualmente, si determini il valore massimo e lo si stampi.**

Esercizio 1 (*Idea*)

- Assumi, come tentativo, che il “massimo momentaneo” sia il primo elemento del vettore
- Poi, confronta via via il “massimo momentaneo” con tutti gli elementi del vettore
- ogni volta che trovi un elemento del vettore maggiore del “massimo momentaneo” sostituisci il “massimo momentaneo” con quell’elemento del vettore
- Dopo aver controllato tutti gli elementi del vettore, il massimo momentaneo corrisponderà al massimo del vettore

Esercizio 1 (*Algoritmo*)

- Utilizzo una variabile ausiliaria, **max**, a cui assegno il primo elemento del vettore, assumendo che sia il “massimo momentaneo”
- Poi, scandisco il vettore da 1 a N-1 confrontando **max** con ciascun elemento
- Se trovo un elemento del vettore maggiore di **max** sostituisco il valore di **max** con il valore di quell’elemento del vettore
- Dopo aver controllato tutti gli elementi del vettore, il massimo del vettore sarà contenuto nella variabile ausiliaria **max**

Esercizio 1 (*Rappresentazione informazioni*)

- Serve una costante (***int***) per denotare la dimensione massima del vettore: **N**

- Serve un vettore di ***int*** di dimensione pari a **N: vettore [ ]**

- Servono, poi, due variabili ausiliarie (***int***) come contatore della scansione del vettore (**i**) e come contenitore del massimo momentaneo (**max**)

Esercizio 1 (*Programma*)

- *max_elem.cc*

Esercizio 1bis (*Specifica*)

- **Dato un vettore di *N* interi, inizializzati da *stdin* o casualmente, si determini il valore massimo e si stampi sia il massimo sia la posizione del vettore in cui questi compare.**

Esercizio 1bis (*Rappresentazione informazioni*)

- Serve una costante (***int***) per denotare la dimensione massima del vettore: **N**

- Serve un vettore di ***int*** di dimensione pari a **N: vettore [ ]**

- Servono, poi, *al più* tre variabili ausiliarie (***int***) come contatore della scansione del vettore (**i**), come contenitore del massimo momentaneo (**max**) e come indice della posizione del massimo (**pos_max**)

Esercizio 1bis (*Programma*)

- *max_pos_elem.cc*
- Si può fare meglio?
  - Servono due variabili *max* e *pos_max*, o ne basta una?
  - *max_pos_elem2.cc*

Rischi di errore

- Dove è memorizzata implicitamente la dimensione di un array?
  - Da nessuna parte!

- **I compilatori del linguaggio C/C++ non effettuano il controllo sul rispetto degli indici (inferiore e superiore) del vettore**

  Quindi, nel caso di dichiarazione: **int vettore[100];** istruzioni del tipo

  vettore[105]=54; **vettore[100]=32;**

  verrebbero accettate dal compilatore senza segnalazione di errori
  - Tali errori possono causare fallimenti in modo impredicibile a tempo di esecuzione (per corruzione della memoria del programma)

Funzioni

(Passaggio di vettori come parametri)

Passaggio di array come parametro
(*come si fa*)

Esempio

DICHIARAZIONE

```
<tipo> fun(int v[ ], ...)
   { … }
```

CHIAMATA

```
int A[4];
fun(A, ...);
```

Tipologia passaggio

- Gli array sono automaticamente passati per **riferimento**
- Le informazioni sulle dimensioni dove sono?
  - Da nessuna parte!
- Come fa una funzione a sapere le dimensioni del vettore che le è stato passato?
  - Parametro addizionale
  - Variabile/costante globale

Evitare modifiche

- Se una funzione modifica l'array preso in ingresso (*parametro formale*) che le è stato passato, di fatto modifica l'array originario (*parametro attuale*)

- Se questo “rischio” o “opportunità” si vuole evitare, bisogna utilizzare il qualificatore **const**:

const int v[ ]

Es.

<tipo> fun(**const int v[ ]**, …)

Esempio

- *calcola_somma.cc*

Implementazione di vettori dinamici

- La dimensione N di un array non può essere determinata o modificata a tempo di esecuzione
- Al contrario, in molte applicazioni è utile utilizzare vettori di dimensioni variabili o di dimensioni costanti ma note solo a tempo di esecuzione
- Uno dei modi più semplici per implementare un vettore di dimensioni variabili mediante un array è memorizzare il vettore in un array di dimensioni pari alla dimensione massima del vettore
- Questo vuol dire però che in determinati momenti dell'esecuzione del programma non tutte le celle dell'array saranno utilizzate

Array parzialmente occupati

1. Come gestire l'occupazione parziale?

2. Se l'array è costituito da due parti, una prima parte totalmente occupata, seguita da un'altra completamente vuota, vi sono due tipiche soluzioni:

    1. Memorizzare il numero di elementi validi in una ulteriore variabile

    2. Identificare il primo elemento non utilizzato con un valore che non appartiene all'insieme dei valori ammissibili per quel vettore
    Es., **0** per un vettore di valori non nulli
    -1 per un vettore di valori positivi

- Questo è un esempio di implementazione di un oggetto astratto, il vettore, mediante un oggetto concreto, un array (più eventualmente una variabile contatore)

Esercizio 2 (*Specifica*)

- **Data una serie di rilevazioni di al più 100 temperature espresse in gradi Kelvin da memorizzare in un vettore, si calcoli la media delle temperature effettivamente fornite e si ristampino solo le temperature al di sopra della media**
- Supporre che, se non inizializzato, un elemento di un array contenga inizialmente un valore casuale (vedremo a breve come inizializzarlo)

Esercizio 2 (*Idea*)

- Chiedi in input il numero di valori **M** effettivamente rilevati, e leggi tutti questi valori
- Somma tutti i valori inseriti
- La media cercata è data dalla somma precedente divisa per **M**

Esercizio 2 (*Algoritmo*)

- Assumi che vi possano essere fino a 100 temperature, ma chiedi in input il numero di valori **M** effettivamente rilevati
- Leggi **M** valori non negativi e inseriscili in un vettore nelle posizioni da **0** a **M-1**
- Somma tutti gli M valori del vettore
- La media cercata è data dalla somma precedente suddivisa per **M**
- Per tutti gli elementi del vettore stampa solo quelli di valore maggiore della media

Esercizio 2 (*Rappresentazione informazioni*)

- Serve una costante (***int***) per denotare la dimensione massima del vettore: **max_M=100** (°)
- Serve un vettore di reali di dimensione pari a **max_M**
- Serve una variabile (***int***) per indicare il numero di valori di temperature effettivamente letti da input: **M** (0<M<=max_M)
- Servono, poi, una o due variabili ausiliarie (reale e ***int***), una non strettamente necessaria ove inserire temporaneamente i valori delle temperature lette (**temp**), ed una da usare come contatore della scansione del vettore (**i**)
- Serve, infine, una variabile ausiliaria reale con il doppio ruolo di accumulatore delle somme parziali e di media

(°)**Il vettore dovrà essere dimensionato a 100 celle, perché si possono leggere al più 100 temperature, anche se le celle realmente utilizzate potranno essere di meno**

Esercizio 2 (*Programma*)

- *media_temp.cc*
- E se volessimo realizzarne una variante in cui l'utente non comunica neanche il numero M di temperature da memorizzare, ma bensì segnala la fine della lettura inserendo un valore negativo?
- Supponiamo inoltre di adottare la convenzione di assegnare un valore non valido all'elemento dell'array successivo all'ultimo elemento valido del vettore e di utilizzare quindi tale valore per determinare la fine della porzione dell'array contenente elementi validi
- Attenzione al caso in cui si inseriscono *max_M* elementi !!!

Esercizio 2 (*Variante*)

```
main()
{
    const int max_M = 100 ; double vett_temper[max_M], media=0.;

    for (int i = 0; i < max_M; i++) {
        cin>>vett_temper[i];
        if (vett_temper[i] < 0) {
            vett_temper[i] = -1 ; // inseriamo il terminatore
            break ;
        }
    } // nota: se inseriamo max_M valori non vi sarà alcun terminatore!

    int num_val_letti ; // in uscita dal ciclo conterra' il numero di valori letti
    for (num_val_letti = 0; vett_temper[num_val_letti] >= 0; num_val_letti++)
      media += vett_temper[num_val_letti];

    media /= num_val_letti ;

    cout<<"Media: "<<media<<endl<<endl ;


    ...
}
```

Esercizio 2 (*Correzione*)

- Errore:
  - Non si controlla di essere sempre dentro l'array nella fase di calcolo della somma delle temperature
  - Se nell'array fossero stati inseriti *max_M* elementi, si finirebbe per leggere fuori dall'array
    - Errore logico
    - Possibile fallimento del programma, oppure lettura di valori casuali
      - Come mai fallimento o lettura valori casuali?
      - La risposta è nelle seguenti slide

Contenuto memoria 1/3

- Sappiamo già che la memoria di un programma è utilizzata per memorizzare le variabili e le costanti con nome definite nel programma (o allocate dinamicamente, come vedremo nelle prossime lezioni)
- Ma non solo, la memoria contiene anche
  - Codice delle funzioni
  - Strutture dati aggiuntive di supporto all'esecuzione del programma stesso
- In merito alle strutture dati aggiuntive, senza entrare nei dettagli consideriamo solo che, quando il compilatore traduce il programma in linguaggio macchina, non si limita a creare solo il codice macchina che esegue ciascuna delle istruzioni esplicitamente inserite nel codice sorgente

Contenuto memoria 2/3

- Il compilatore di fatto aggiunge codice ulteriore, di cui vedremo qualche dettaglio in alcune delle prossime lezioni, che effettua operazioni di supporto all'esecuzione del programma stesso (e che non sono e non possono essere esplicitamente inserite nel codice sorgente in base alle regole del linguaggio)
  - Inizializzare i parametri formali con i parametri attuali all'atto della chiamata di una funzione
  - Allocare spazio in memoria quando viene eseguita la definizione di una variabile/costante con nome
  - Deallocare spazio dalla memoria quando finisce il tempo di vita di una variabile/costante con nome
  - ...

Contenuto memoria 3/3

- Per realizzare alcune di queste operazioni il compilatore inserisce nella versione in linguaggio macchina del programma le strutture dati aggiuntive precedentemente menzionate
- In definitiva, se si accede a celle di memoria al di fuori di quelle dedicate ad oggetti correttamente definiti, si rischia di accedere a
  - Porzioni della memoria non ancora utilizzate per alcuno scopo, tipicamente contenenti valori casuali
  - Memoria occupata da altri oggetti definiti dal programmatore
  - Memoria occupata da strutture dati aggiuntive

Errore di gestione della memoria

- In ogni caso, accedere al di fuori delle celle di memoria dedicate ad oggetti correttamente definiti è un **errore di gestione della memoria**
  - Se l'accesso avviene in lettura si leggono di fatto valori casuali
  - Se l'accesso avviene in scrittura si rischia la cosiddetta **corruzione della memoria** del programma, ossia la sovrascrittura del contenuto di altri oggetti definiti nel programma o delle strutture dati aggiuntive precedentemente menzionate
    - Se si corrompono le strutture dati aggiuntive il comportamento del programma diventa impredicibile

Diritti di accesso alla memoria

- I processori moderni permettono di suddividere la memoria in porzioni distinte e stabilire quali operazioni si possono/non possono effettuare su certe porzioni della memoria e chi ha diritto di effettuarle
  - Ad esempio, il codice di un programma viene tipicamente collocato in una porzione della memoria del programma stesso che è etichettata come non modificabile
  - Alcune porzioni della memoria gestite direttamente dal sistema operativo possono non essere accessibili neanche in lettura dal programma

Eccezione di accesso illegale

- Se un programma tenta di scrivere/leggere in una porzione della memoria in cui non ha il diritto di effettuare tale operazione viene tipicamente generata dal processore una **eccezione hardware** di accesso illegale alla memoria
  - Le eccezioni hardware sono un meccanismo del processore che fa interrompere l'esecuzione dell'istruzione in corso e saltare immediatamente all'esecuzione di codice speciale dedicato alla gestione dell'eccezione
  - Tipicamente il codice di gestione delle eccezioni hardware di accesso illegale alla memoria termina immediatamente il programma (che quindi fallisce)

Segmentation Fault

- In ambiente UNIX l'eccezione scatenata da un accesso illegale alla memoria viene tipicamente chiamata *Segmentation Fault*
- Tornando all'esercizio, la versione corretta del programma è: *media_temp2.cc*

Inizializzazione di un array 1/2

- Un array può essere inizializzato (solo) all'atto delle sua definizione

- Notazione (per array di N elementi):
  `= { espr1, espr2, ..., esprN }`

- Esempi:
```
int a[3] = { 7, 3, 1 } ;
char cv[4] = { 't', 'A', '8', '$'} ;
```

Inizializzazione di un array 2/2

- Se un array è inizializzato, l'indicazione della dimensione si può omettere. In tal caso la dimensione è dedotta dal numero di valori inizializzati. I precedenti esempi sono equivalenti a:

```
int a[] = { 7, 3, 1 } ;
char cv[] = { 't', 'A', '8', '$'} ;
```

- Se invece le dimensioni sono indicate esplicitamente
  - Non si possono inizializzare più elementi di quanti se ne dichiara contenere l'array
  - Se se ne inizializzano meno, i restanti possono contenere valori casuali
- Un array costante va inizializzato

Assegnamento array

- Non è possibile assegnare il valore di un array ad un altro
  Es.:

```
int a[10], b[10] ;
...
a = b ; // SBAGLIATO !!!!!!!!!!!!!
```

- L'unica soluzione è assegnare gli elementi uno alla volta

Array, vettori e dati astratti

- Come anticipato, mediante un array, si può definire un **oggetto astratto** vettore.
  - lunghezza variabile
    - mediante variabile esterna o valori nulli
  - assegnamento
    - mediante per esempio una funzione in cui si assegnano gli elementi uno ad uno
- In C++ esistono oggetti astratti di tipo vettore (*vector*) che forniscono già queste ed altre operazioni

Accesso fuori dall'array

- Errore logico
- Errore di gestione della memoria
  - Corruzione della memoria nel caso di accesso in scrittura

Esercizio 4 (*Specifica*)

- **Dato un vettore di al più max_M=5 elementi interi non nulli, si copino in un altro vettore solo gli elementi compresi tra 10 e 500**
- **Al termine, si stampi il numero di valori copiati nel secondo vettore**

Esercizio 4 (*Idea*)

- **Ipotesi**: Nel caso in cui il vettore iniziale contenga meno di 5 elementi, la sequenza di elementi da considerare è terminata da uno 0
- Scandisci tutti gli elementi del primo vettore
- Mentre scandisci il vettore, copia ogni valore accettabile nel nuovo vettore ed incrementa un contatore diverso da quello utilizzato per scandire il primo vettore
- Stampa il valore finale del contatore

Esercizio 4 (*Algoritmo*)

- Inizializza il vettore a tempo di scrittura del programma
- Scandisci tutti gli elementi del primo vettore fino a trovare il valore 0 oppure finché non si sono letti 5 elementi
- Mentre scandisci il vettore, copia ogni valore compreso tra 10 e 500 nella posizione nel nuovo vettore ed incrementa un contatore, precedentemente inizializzato a 0. Questo stesso contatore è utilizzato per scandire il secondo vettore
- Stampa il valore finale del contatore

Esercizio 4 (*Rappresentazione informazioni*)

- Serve una costante (***int***) per denotare la dimensione massima dei due vettori: **max_M=5** (°)

- Servono due vettori di ***double***, ciascuno di dimensione pari a **max_M**

- Servono, poi, due variabili ausiliarie (***int***) come contatore della scansione del primo vettore (**i**) e come contatore dei valori effettivamente copiati (**conta**)

(°) **Probabilmente, il secondo vettore avrà meno valori ammissibili del primo, ma perché il programma funzioni in tutti i casi, entrambi i vettori devono essere dimensionati per contenere fino a 1000 elementi**

Esercizio 4 (*Proposta soluzione*)

```
main()
{
    const int max_M = 5 ;
    int vett_uno[max_M] = { 100, 3, 200, 0, 300 } ;
    int vett_due[max_M];

    int conta=0;
    for (int i=0; vett_uno[i] != 0 && i<max_M; i++)
      if (vett_uno[i]>=10  &&  vett_uno[i]<=500) {
          vett_due[conta]=vett_uno[i];
          conta++;
       }
    if (conta < max_M) // altrimenti scriviamo "fuori"
        vett_due[conta] = 0; // inseriamo il terminatore
    cout<<"Sono stati copiati "<<conta<<" elementi"<<endl;
}
```

Esercizio 4 (*Versione corretta*)

- C'è un errore logico: si accede all'elemento i-esimo prima di controllare di non essere fuori dall'array
- Versione corretta:
  - *copia_in_intervallo.cc*

Problemi con vettori e funzioni

1) void genera (int v[], int N, int TOT);

Creazione di un vettore di interi riempito con un numero casuale da 0 a TOT, per N elementi

Riceve: V, N, TOT - *Restituisce*: niente

2) void leggiord (int v[], int N);

Lettura di un vettore di interi letto da tastiera, per N elementi, valutando che il vettore sia inserito ordinatamente (cioè un dato è rifiutato se minore di quello inserito nella posizione precedente)

Riceve: V, N - *Restituisce*: niente

3) int pos (int v[], int N, int E);

Ricerca sequenziale di un elemento E in un vettore V di N elementi

Riceve: V, N, E - *Restituisce*: posizione dell'elemento (-1 se non esiste)

4) int ins (int v[], int N, int DIM, int E);

Inserimento di un elemento E nella posizione corretta in un vettore V ordinato di N elementi con al massimo DIM elementi, slittando a destra gli elementi successivi alla posizione di inserimento.

Riceve: V, N, DIM, E - *Restituisce*: il numero di elementi finale (N+1) se l'elemento è stato inserito (cioè se N<DIM), N altrimenti

Problemi con vettori e funzioni (*cont.*)

5) int canc (int v[], int N, int E);

Cancellazione di un elemento E in un vettore V ordinato di N elementi (slittando a sinistra gli elementi successivi alla posizione di cancellazione)

Riceve: V, N, E - *Restituisce*: il numero di elementi finale (N-1) se l'elemento è stato trovato e cancellato, N se l'elemento non è stato trovato, 0 se il vettore è vuoto

6) void stampa (int v[], int N);

Stampa di un vettore V di N elementi

Riceve: V, N - *Restituisce*: niente

7) int ricbin (int v[], int N, int E);

Ricerca binaria di un elemento E in un vettore *ordinato* V di N elementi

Riceve: V, N, E - *Restituisce*: posizione dell'elemento (-1 se non esiste)

Prima di chiamarla si richiami la funzione **ord** per accertarsi *prima* che il vettore sia ordinato

8) int ord (int v[], int N);

Verifica che il vettore V sia ordinato

Riceve: V, N - *Restituisce*: 1 se v è ordinato, 0 altrimenti

9) void fusione(int v1[], int v2[], int v3[], int N);

Fonde i due vettori ordinati v1 e v2 di N elementi, nel vettore (vuoto) v3.

Riceve: V1, V2, N - *Restituisce*: nulla

Prima di chiamarla si richiami la funzione **ord** per accertarsi *prima* che il V1 e V2 sono ordinati . Attenzione che la dimensione di V3 deve essere il doppio di quella di V1 e V2.

Problemi con vettori e funzioni (*cont.*)

1) Si scriva una funzione **somma()** che riceve come parametri 3 vettori vi, v2, v3 e la loro dimensione N. La funzione confronta il primo elemento di v1 e il primo elemento di v2 e copia il maggiore in v3 come primo elemento; confronta il secondo elemento di v1 e il secondo elemento di v2 e copia il maggiore in v3 come secondo elemento; ... e così via.

   La funzione restituisce il numero di volte in cui un elemento di v1 è risultato maggiore dell'elemento di v2 con cui è stato confrontato.

   Si scriva poi un programma che definisce tre vettori vett1, vett2, vett3, chiede a tastiera i valori dei due vettori vett1 e vett2, richiama la funzione sopra descritta e stampa il vettore vett3 risultante e il numero restituito dalla funzione.

2) Realizzare un funzione **conta** che riceve in ingresso un vettore V di interi ed un elemento E e restituisce quante volte E è ripetuto in V. Scrivere poi un main() che riempie un vettore leggendo dei valori da tastiera e fermandosi quando viene digitato il numero sentinella 999. Poi stampa a video il numero che ha il maggior numero di ripetizioni nel vettore. Esempio:

   Input: 15 3 5 3 7 15 5 21 15 6 9 15 5 999

   Output: "il numero più ripetuto è il 15 con 4 ripetizioni"

3) Scrivere una funzione **contavolte** che conta quante volte un elemento x è presente in un vettore v di n elementi. La funzione riceve come parametri x, v, n. Utilizzare contavolte dentro ad una seconda funzione **creaunici**, per costruire, a partire da un vettore v1, un secondo vettore v2 che contiene solo gli elementi unici di v1, cioè presenti una sola volta in v1. Esempio:

   v1: 2 4 3 2 7 1 3 5 1 8 9

   v2: 4 7 5 8 9

REGOLE ESAME 1/2

- **OBBLIGATORIO**: ISCRIVERSI ALL'ESAME VIA E-MAIL
  - Tranne che per il prappello, per cui è prevista l'iscrizione in classe
- Non si possono utilizzare testi/appunti né alla prova scritta
- L'uso di manuali sarà concesso nella prova di programmazione (prova pratica) su richiesta
- **Si accede alla prova PRATICA SOLO DOPO AVER SUPERATO LA PROVA SCRITTA**
- Se si supera la prova scritta e non la prova pratica, è possibile rifare solo la prova pratica

REGOLE ESAME 2/2

- **NELL'AMBITO DI UNA ANNO ACCADEMICO, Il VOTO DELLA PROVA SCRITTA E' VALIDO FINO A QUANDO NON SI CONSEGNA UN'ALTRA PROVA SCRITTA**
  - L'esito della nuova prova si sostituisce a quello della precedente

Tipo di dato “Matrice”

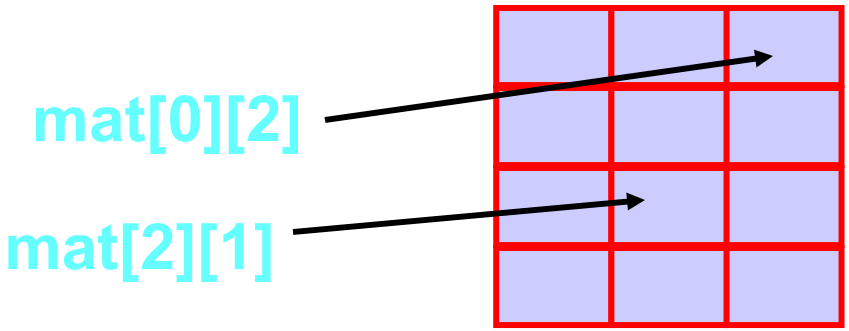
Matrici

SINTASSI della *definizione* di una *variabile* di tipo matrice 2D:

<tipo> <identificatore> [<costante>] [<costante>] ;

Esempio:

Matrice di 4x3 oggetti dello stesso tipo double,
ognuno identificato/selezionata da un *indice intero di riga* compreso fra 0 e 3, ed un *indice intero di colonna* compreso fra 0 e 2 :



Definizione Matrice

La *definizione* di una *variabile* di tipo matrice ricalca quella del vettore:

<tipo> <identificatore> [dim_1] [dim_2] … [dim_K];

dove dim_*i* denota il numero di elementi della dimensione *i-esima*.

- Di conseguenza, ci sono tanti indici quante sono le dimensioni e ciascun indice può assumere valori compresi fra 0 e (dim_*i* - 1)
- La selezione di un generico elemento di una matrice è denotata dal nome della matrice seguito dai valori degli indici racchiusi tra []

Esercizio

- Dalle slide di esercitazione:
  - *riempi_stampa_matrice.cc*

Esercizio 6 (*Specifica*)

- **Data una matrice di dimensione MxM di valori reali a precisione elevata inseriti da tastiera, si calcoli la differenza tra la somma degli elementi della diagonale principale e la somma degli elementi della diagonale secondaria**

Esempio: indici matrice 5x5

0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
4,0	4,1	4,2	4,3	4,4

Esercizio 6 (*Algoritmo*)

- IDEA:

  Gli elementi della diagonale principale sono caratterizzati dagli **indici: [i][i]**

  Gli elementi della diagonale secondaria sono caratterizzati dagli **indici: [i][M-1-i]**

  Quindi, per scandire tutti gli elementi delle due diagonali è sufficiente un unico ciclo [e quindi un solo indice]

- Inizializzare due variabili a 0 e sommarvi tutti gli elementi della prima e seconda diagonale

- Stampa il valore finale della variabile che contiene la differenza tra le due variabili

Esercizio 6 (*Rappresentazione informazioni*)

- Serve una costante (***int***) per denotare la dimensione della matrice: **M=100**
- Serve una matrice bidimensionale di double pari a **M** x **M**
- Serve un indice (***int***) per scandire la matrice: **i**
- Servono, infine, due variabili ausiliarie (***double***) per sommarvi i valori delle diagonali: **somma_d1**, **somma_d2**

Esercizio 6 (*Programma*)

```
main()
 {  const int M=100 ;
    double somma_d1=0., somma_d2=0.;
    double mat[M][M];

   for (int i=0; i<M; i++)
          for(int j=0; j<M; j++)
                    cin>>mat[i][j] ;

   for (int i=0; i<M; i++)  {
        somma_d1 = somma_d1+mat[i][i];
        somma_d2 = somma_d2+mat[i][M-1-i];
    }
   cout<<"Differenza valori "<<somma_d1-somma_d2<<endl;
 }
```

Esercizio 7 (*Specifica*)

- **Data una matrice di dimensione MxN di valori interi, si calcoli il numero complessivo di elementi positivi, negativi e nulli**

Esercizio 7 (*Algoritmo*)

- Per scandire tutti gli elementi della matrice possiamo utilizzare due cicli innestati
- Inizializzare due variabili a 0 e sommarvi tutti gli elementi che risultano positivi e negativi
- Serve un'altra variabile per gli elementi nulli?
- Stampa il valore finale delle tre variabili

Esercizio 7 (*Rappresentazione informazioni*)

- Servono due costanti (***int***) per denotare la dimensione massima delle righe e delle colonne della matrice: **max_R=100**, **max_C=1000**
- Serve una matrice bidimensionale di int pari a **max_R * max_C**

- Servono, infine, due (tre ?) variabili ausiliarie (***int***) come contatori dei valori positivi e negativi (**positivi**, **negativi**)

Esercizio 7 (*Programma*)

```
main()
{
   const int max_R = 100, max_C = 1000 ;
   int positivi=0, negativi=0 ;
   int mat[max_R][max_C];
   < si ipotizza che la matrice venga inizializzata in qualche modo >

   for (int i=0; i<max_R; i++)
     { for (int j=0; j<max_C; j++) {
          if (mat[i][j]>0)  positivi++;
          else if (mat[i][j]<0)  negativi++;
     }
   }

 cout<<"Valori positivi= "<<positivi<<", negativi = "<<negativi
       <<", nulli = "<< (max_R*max_C – positivi – negativi)<<endl ;
}
```

Array di array

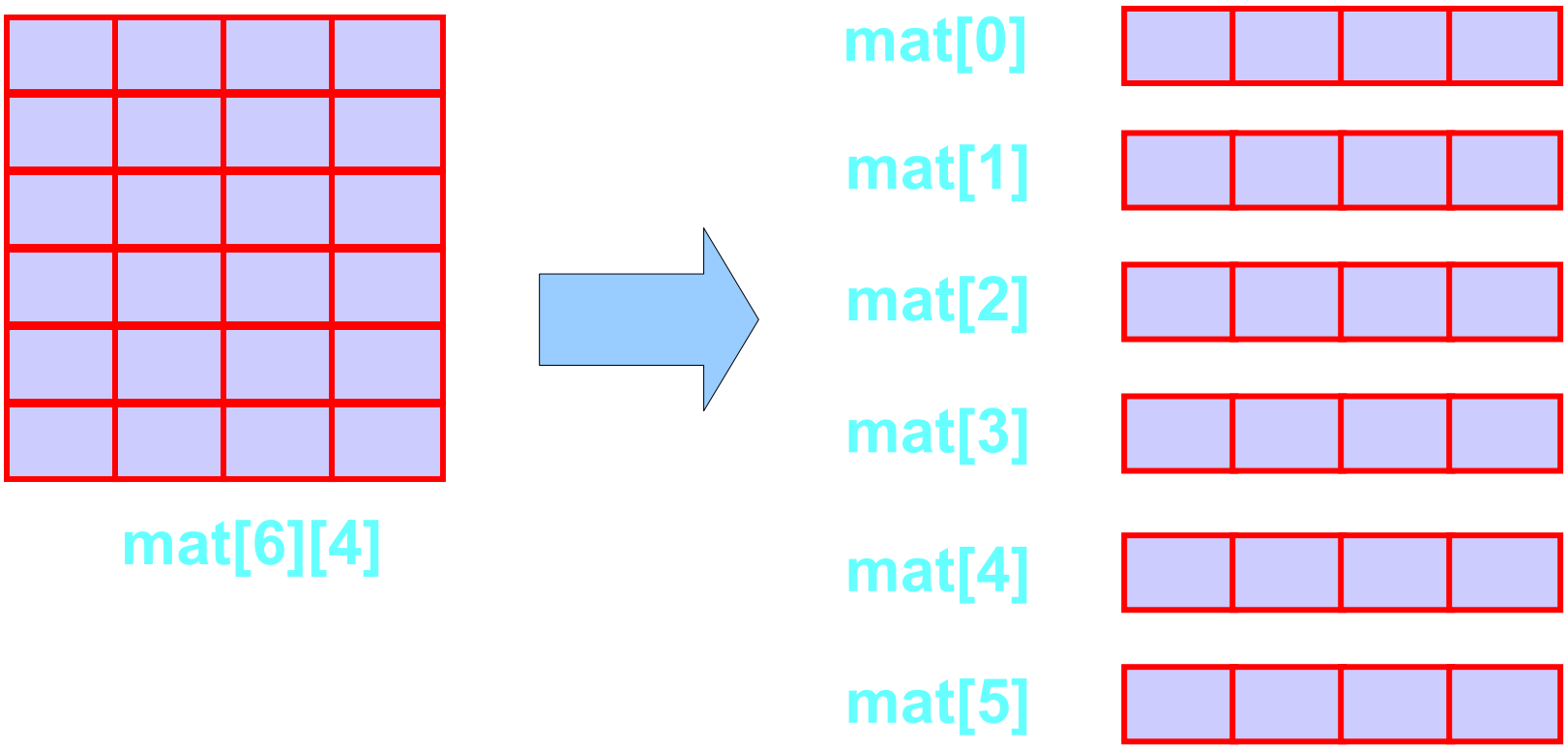
Nel linguaggio C/C++, una matrice è a tutti gli effetti un array di array (*aggregati per riga*).

- Ad esempio
  `int mat[M][N] ;`
  definisce un array di M array da N elementi ciascuno

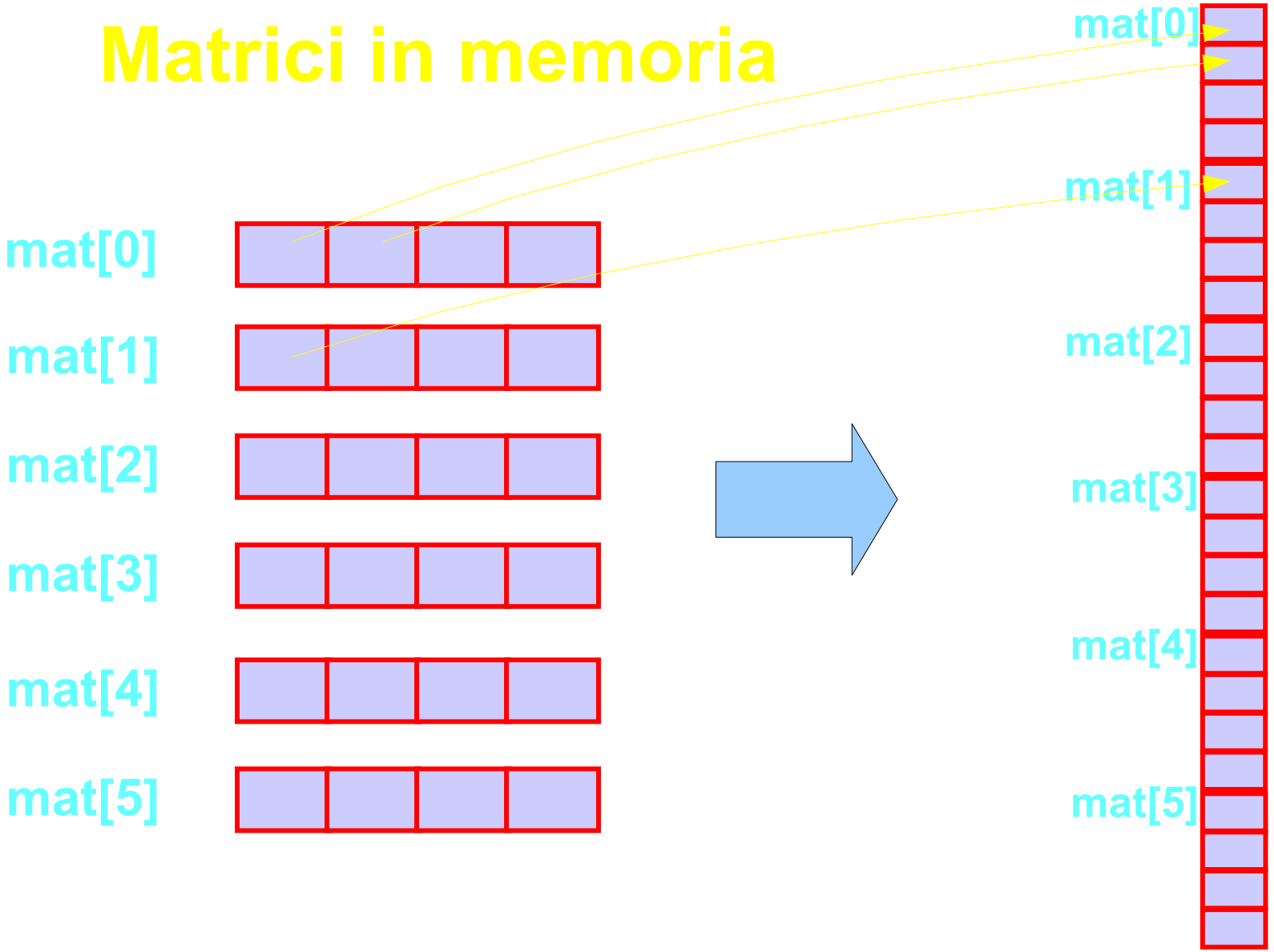
Array di array

Per fare un esempio numerico, consideriamo

```
int mat[6][4] ;
```



Matrici in memoria



Passaggio righe di una matrice 2D

- Riassumendo:
  `int mat[M][N] ;`
  definisce un array di M array da N elementi ciascuno
- Cos'è quindi mat[i] con i = 0, 1, ..., M -1 ?
  - è un array di N elementi
- Quindi data una matrice di N colonne, come si passa una delle righe ad una funzione che prende in ingresso un array lunghezza N
- Esercizio: *calcola_somma_righe.cc*
- A voi la generalizzazione per il passaggio di fette di matrici con più di due dimensioni

Passaggio matrici

- Così come gli array monodimensionali, gli array di array sono passati per **riferimento**
- La dichiarazione/definizione di un parametro formale di tipo matrice bidimensionale è la seguente:
  <tipo_elementi> identificatore [][<numero_colonne>]
  - Nessuna indicazione del numero di righe !!!
  - La funzione pertanto non conosce implicitamente il numero di righe della matrice
- Nell'invocazione della funzione, una matrice si passa scrivendone semplicemente il nome

Passaggio matrici

```
const int num_col = 4 ;
void fun(int mat[][num_col], int num_righe) ;
main()
{
   const int M = 3 ;
   int A[M][num_col] ;
   fun(A, M) ;
   ...
}
```

Se si vuole che la matrice non sia modificata:

const <tipo_elementi> identificatore [][<num_col>]

Domanda

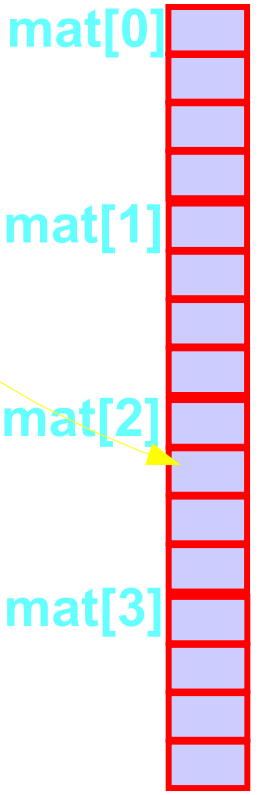
- Come mai bisogna passare obbligatoriamente il numero di colonne?

Accesso agli elementi in memoria 1/2

- Perché, per accedere al generico elemento `A[i][j]` di una matrice, il compilatore deve conoscere l'indirizzo in memoria di tale elemento
- Di quali informazioni ha bisogno per calcolare tale indirizzo?

Accesso agli elementi in memoria 2/2

- Per accedere, per esempio, al secondo elemento della terza riga, il compilatore deve conoscere
  - la prima locazione in cui è memorizzata la matrice
  - le dimensioni di ciascuna cella (numero di celle occupate, dipende dal tipo degli elementi)
  - la lunghezza di ciascuna riga, ossia il **numero di colonne della matrice**



Inizializzazione array multidimensionali

- Generalizzazione sintassi degli array monodimensionali
- Esempio:

```
int mat[3][4] = { {2, 4, 1, 3},
                  {5, 3, 4, 7},
                  {2, 2, 1, 1} } ;
```

- Il numero di colonne **deve** essere specificato
- Il numero di righe può essere omesso
- Elementi non inizializzati possono avere valori casuali
- Non si possono inizializzare più elementi di quelli presenti

Esercizio 8 (*Specifica*)

- Scrivere una funzione INSERT che riceva in input un numero di navi e le inserisca casualmente in una mappa di dimensioni 10x10
  [NOTA: - Si assuma che ciascuna nave occupi 1 cella
  - Si faccia attenzione a non posizionare le navi in celle coincidenti]

- Scrivere una funzione TIRO che riceva in input una coordinata (ovvero due elementi interi), e restituisca se il tiro ha colpito o meno una nave

Esercizio 8 (*Specifica*)

Realizzare un programma che, dopo aver fatto creare una mappa 10x10 con 12 navi da 1 cella in posizioni casuali, consenta ad un giocatore di “scoprire” tutte le posizioni delle nave avversaria.
La classifica dei record viene mantenuta rispetto al numero dei colpi necessari per scoprire tutte le nave nemiche.

[Integrazione: si visualizzi la mappa, con la posizione delle navi scoperte, i tiri effettuati andati a vuoto, e quelli andati a buon fine]

Esercizio 9* (*Specifica*)

Data una mappa di dimensione 10x10, si inseriscano casualmente (in posizioni non sovrapposte):

- 1 nave da 4 celle
- 2 navi da 3 celle
- 3 navi da 2 celle
- 4 navi da 1 cella

[Si accettano navi in diagonale?]

Fornita, poi, da input una coordinata, si stampi su video se il tiro ha colpito o meno una nave.

Esercizio 9* (*Specifica*)

Nell'ipotesi che il computer abbia creato una mappa con delle navi in posizioni casuali (1 nave da 4 celle, 2 navi da 3 celle, 3 navi da 2 celle, 4 navi da 1 cella), sviluppare un programma che consenta ad un giocatore di "scoprire" le posizioni delle navi avversarie.
La classifica dei record viene mantenuta rispetto al numero dei colpi necessari per scoprire tutte le navi nemiche.
[Integrazione: si visualizzi la mappa, con la posizione delle navi scoperte, i tiri effettuati andati a vuoto, e quelli andati a buon fine]

Esercizio 10* (*Specifica*)

Una mappa di dimensione NxM rappresenta il mondo.
Ogni cella può essere occupata o meno da un organismo.
Partendo da una configurazione iniziale di organismi, questa popolazione evolve nel tempo secondo tre regole genetiche:

- un organismo sopravvive fino alla generazione successiva se ha 2 o 3 vicini;
- un organismo muore, lasciando la cella vuota, se ha più di 3 o meno di 2 vicini;
- ogni cella vuota con 3 vicini diventa una cella di nascita e alla generazione successiva viene occupata da un organismo.

Si visualizzi l'evoluzione della popolazione nel tempo.

Esercizio 10* (*nota*)

Il concetto di “vicinanza” in una tabella raffigurante il mondo può essere interpretato in 2 modi:

- Al di là dei bordi c’è il vuoto che non influenza il gioco, per cui ci sono punti interni che hanno 8 potenziali “vicini”, punti sulle righe e colonne estreme che hanno 5 “vicini”, punti ai vertici che hanno 3 “vicini”
- I bordi estremi confinano tra di loro: la colonna “0” è “vicina” alla colonna “M”, così come la riga “0” è “vicina” alla riga “N” (con attenzione a trattare i vertici!)