Corso Sistemi Operativi
AA 2018-2019
C language; system calls

Marco Tessarotto

Git

- Git è un sistema distribuito per il controllo e la gestione delle versioni per tracciare le modifiche al codice sorgente, nello sviluppo del software
- nella vm: *sudo apt install git*
- La prima volta:

utente@debian-sistemioperativi:~$ ***mkdir git***

cd git

git clone https://www.github.com/marcotessarotto/exOpSys

Cloning into 'exOpSys'...

…

Risoluzione dei delta: 100% (72/72), done.

Git

Le volte successive, per aggiornare la «repo» remota:

utente@debian-sistemioperativi:~$ ***cd git/exOpSys/***

utente@debian-sistemioperativi:~/git/exOpSys$ ***git pull***

…. (output di git)

Linguaggio C - tipi dati

	Types & Description
1	Basic Types Sono tipi dati aritmetici e si dividono in: (a) integer types e (b) floating-point types.
2	Enumerated types Sono tipi dati aritmetici; si utilizzano per definire variabili che a cui possono essere assegnati determinati valori interi discreti.
3	The type void Il tipo void indica che nessun valore è disponibile.
4	Derived types (tipi derivati) Includono (a) Pointer types, (b) Array types, (c) Structure types, (d) Union types e (e) Function types.

Basic types (compilatore a 64 bit)	
char	1 byte, range [-128 +127]
unsigned char	1 byte, [0 255] or [0, 0xFF]
signed char	1 byte
int	4 byte, [-2,147,483,648 to 2,147,483,647]
unsigned int	4 byte []
signed int	4 byte
short	2 byte
unsigned short	2 byte
signed short	2 byte
long	8 byte
unsigned long	8 byte
signed long	8 byte
long long	8 byte
unsigned long long	8 byte
signed long long	8 byte
float	4 byte, 1.2E-38 to 3.4E+38, 6 decimal places
double	8 byte, 2.3E-308 to 1.7E+308, 15 decimal places
long double	10 byte, 3.4E-4932 to 1.1E+4932, 19 decimal places
Pointers	
void *, char *, int *, short *, long *, float *, double *….	8 byte

C99 - stdint.h definisce “Exact-width integer types”

La libreria stdint.h è stata introdotta in C99 per fornire tipi interi di lunghezze indipendenti dall'architettura.

Specific integral type limits					
Specifier	Signing	Bits	Bytes	Minimum Value	Maximum Value
int8_t	Signed	8	1	-2^7 which equals −128	$2^7 - 1$ which is equal to 127
uint8_t	Unsigned	8	1	0	$2^8 - 1$ which equals 255
int16_t	Signed	16	2	-2^{15} which equals −32,768	$2^{15} - 1$ which equals 32,767
uint16_t	Unsigned	16	2	0	$2^{16} - 1$ which equals 65,535
int32_t	Signed	32	4	-2^{31} which equals −2,147,483,648	$2^{31} - 1$ which equals 2,147,483,647
uint32_t	Unsigned	32	4	0	$2^{32} - 1$ which equals 4,294,967,295
int64_t	Signed	64	8	-2^{63} which equals −9,223,372,036,854,775,808	$2^{63} - 1$ which equals 9,223,372,036,854,775,807
uint64_t	Unsigned	64	8	0	$2^{64} - 1$ which equals 18,446,744,073,709,551,615

Number Literals			
Integers			
0b11111111	binary	0B11111111	binary
0377	octal	255	decimal
0xff	hexadecimal	0xFF	hexadecimal
87.0f / 3.1495f	single precision float	4.345786345	double precision float

struct

- struct è una raccolta di variabili (può essere di diversi tipi) sotto un singolo nome.
- Esempio: vogliamo immagazzinare informazioni su una persona: potrei creare N variabili: nome, cognome, email, età, indirizzo, numero di telefono, foto…
- Per gestire più di una persona? Creo nome1, nome2, nome3…. ???
- Creo una collezione di informazioni sotto una singola… struttura.

```
struct   persona {
    char * nome;
    char * cognome;
    ….
```

struct - esempi

Il tipo dati struct coord2d con due membri, x e y.

```
struct coord2d {
   int x;
   int y;
};
```

Una struttura con un puntatore ricorsivo della stessa struttura all'interno. Utile per linked list.

```
struct item {
   struct item *next;
};
```

Dichiarazione di variabile – tipo dati struct

```
int main() { …
struct coord2d puntoA;

struct coord2d puntoB = { 10, 20 };
puntoA.x = puntoA.y = 42;

struct coord2d * ptr = &puntoB;
If (ptr->x == 10) printf(«yes!»); else printf(«no!»); // cosa scrive?
```

struct con bitfields

```
struct {
   int flag_booleanoA : 1; // 1 bit
   int flag_booleanoB : 1;
   int flag_booleanoC : 1;
   ....
   char  a:4,  b:4;
} x;
```

Niente nome della struct, in questo esempio

Definizione della variabile x

```
// es. senza bitfields
struct {
   char * nome;
   char * cognome;
   char * email;
} tizio;
```

```
// con bitfields
struct registro_presenze {
   int pino:1;
   int gino:1;
   int marco:1;
   …
};
```

enum

Definizione di un enum	
enum bool { false, true };	A custom data type bool with two possible states: false or true.
Dichiarazione di un enum	
enum bool varName;	A variable varName of data type bool.
assegnazione	
varName = true;	Variable varName can only be assigned values of either false or true.
valutazione	
if(varName == false)	Testing the value of varName.

Type definition (typedef)

typedef unsigned short ***uint16****;* // uint16 diventa l'abbreviazione di…

- Creiamo il nuovo tipo «newType» a partire da una struct

```
typedef struct structName {
    int a, b;
} newType;
```

- Creiamo il tipo bool a partire da un enum

```
typedef enum typeName {
    false, true
} bool;
```

typedef – dichiarazioni di variabili

uint16 x = 65535; // uint16 → typedef unsigned short uint16

newType y = {0, 0};

Header stdio.h

- Output Formattato

```
int printf( “stringa di controllo”, elencoVaribili
);
```

- Formati importanti

```
%c          singolo carattere
%d, %i      intero con segno
%e, %E      notazione scientifica 1e+10
%f          virgola mobile 1.25
%s          stringa di caratteri
%u          intero senza segno
%x, %X      esadecimale xF5
```

- Esempio

```
printf(“singolo carattere:%c\n”,carat);
printf(“intero con segno:%d\n”,indice);
printf(“numero decimale: %f\n”,valore);
```

Header stdio.h

- Input formattato

```
int scanf( char * stringaDiControllo, indirizzoVariabili)
```

- Le variabili di scanf sono dati mediante indirizzo
- I formati sono gli stessi di printf
- Esempio:

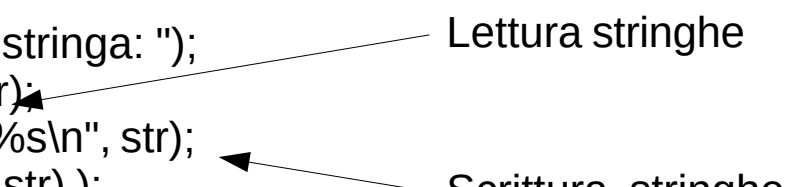
```
int x; char nome[10];
char carat; float nr;

scanf(“%d”, &x);
scanf(“%s”, nome);
scanf(“%c”, &carat);
scanf(“%f”, &nr);
```

Lettura stringa

Header stdio.h

- Lettura/scrittura stringhe:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
void main( void )
{
	char str[80];
	do {
		printf("scrivi una stringa: ");
		scanf("%79s", str);
		printf("stringa = %s\n", str);
	} while( strcmp("quit",str) );
}
```



Gestione file

- **System call:**

```
int open(const char *path, int oflag, ...);
```

- apre (o crea) il file specificato da **pathname** (assoluto o relativo), secondo la modalità specificata in **oflag**
- restituisce il **file descriptor** con il quale ci si riferirà al file successivamente (o -1 se errore)
- **Valori di oflag**
  - **O_RDONLY** read-only (0)
  - **O_WRONLY** write-only (1)
  - **O_RDWR** read and write (2)
  - Solo una di queste costanti può essere utilizzata in oflag
  - Altre costanti (che vanno aggiunte in or ad una di queste tre) permettono di definire alcuni comportamenti particolari

Gestione file

`ssize_t read(int filedes, void *buf, size_t nbyte);`

- legge in ***buf** una sequenza di **nbyte** byte dalla posizione corrente del file **filedes**
- aggiorna la posizione corrente
- restituisce il numero di bytes effettivamente letti, o -1 se errore
- Esistono un certo numero di casi in cui il numero di byte letti e' inferiore al numero di byte richiesti:
  - Fine di un file regolare
  - Per letture da stream provenienti dalla rete
  - Per letture da terminale
  - etc.

`ssize_t write(int filedes, const void *buf, size_t nbyte);`

- scrive da ***buf** una sequenza di **nbyte** byte dalla posizione corrente del file **filedes**
- aggiorna la posizione corrente
- restituisce il numero di bytes effettivamente scritti, o -1 se errore

`int close(int filedes);`

- chiude il file descriptor **filedes**
- restituisce l'esito dell'operazione (0 o -1)
- Quando un processo termina, tutti i suoi file vengono comunque chiusi automaticamente

Esempio

- **CAT in C**

```
#include <unistd.h>
#define      BUFFSIZE     8192
int main(void)
{
   int n;  char
   buf[BUFFSIZE];
   while ( (n = read(STDIN_FILENO, buf, BUFFSIZE)) > 0)
       if (write(STDOUT_FILENO, buf, n) != n) {
              perror("write error");
              exit(1);
       }
   if (n < 0) { perror("read error"); exit(1); }

   exit(0);
}
```

Parole riservate linguaggio C

- `auto double int struct break else long switch case enum register typedef char extern return union const float short unsigned continue for signed void default goto sizeof volatile do if static while`

Generazione di codice eseguibile da un programma C

Algoritmo

|

Codice sorgente in C

|

Preprocessore

|

Compilatore (oppure cross compilatore)

|

Assemblatore (cross assemblatore)

|

codice oggetto

|

Librerie → Linker

|

Codice eseguibile

Compilazione di programmi C

funzione	Windows	Linux
Gestione progetto	nmake.exe	make
Preprocessore	cl.exe	cpp
Compilatore	cl.exe	gcc
Linker	link.exe	ld

- In Linux:

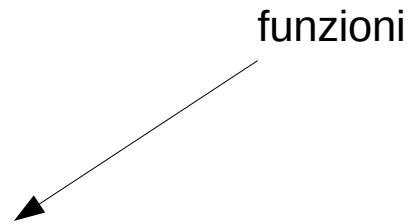
```
$gcc [<opzioni>] file1.c file2.c file3.c  … [l librerie]
```

- Normalmente:

```
$gcc file.c   #compila e linka mettendo il codice eseguibile in a.out

$gcc file.c c #compila e non linka mettendo il codice oggetto in file.o

$gcc file.c o outfile   # compila e linka. codice exe in outfile

$gcc file.c o outputfile l libreria # compila e linka con libreria
```

Struttura di un programma C

```
Comandi del PREPROCESSORE
Prototipi di funzioni
Variabili globali
<tipo_ritorno> <nome_funz>(<elenco_argomenti>)
{
   <sequenza_istruzioni>
}
```



- Una delle funzioni è la funzione main() che definisce l'entry point del programma

Direttive del preprocessore

- Inclusione di file: `#include <file>`
  - `Per esempio #include <stdio.h>` ←stdio.h contiene definizioni e macro per IN/OUT
- Definizione di macro:`#define simbolo`
  - Esempio: `#define MACRO(x)  x * (x+5)`
  - Esempio: `#define inverti(x,y,temp) (temp)=(x);(x)=(y);(y)=(temp);`
- Compilazione condizionata: `#ifdef simbolo....#endif`
  - `Esempio:`

```
#define NAME "www.units.it"
…
#ifdef NAME
...istruzioni...
#endif
```

Struttura di un programma C

- La funzione <main> è l'unica obbligatoria, ed è definita come segue:

```
<tipo> main()
{
      [<dichiarazioni-e-definizioni>]
      [<sequenza-istruzioni>]
}
```

- Intuitivamente il main e' definito dalla parola chiave main()
- E' racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo
  - le dichiarazioni e definizioni
  - una sequenza di istruzioni

Linguaggio C

- Concetti elementari
  - dati (tipi primitivi, tipi di dato)
  - espressioni
  - dichiarazioni / definizioni
  - funzioni
  - istruzioni / blocchi

Tipi di dato primitivi

- caratteri
  - char
  - unsigned char
- interi con segno
  - short (int) -32768 ... 32767 (2byte=16 bit)
  - int [−2147483647, +2147483647] (4byte=32bit)
  - long (int) −9223372036854775807, +9223372036854775807 (8byte=64 bit)

- naturali (interi senza segno)
  - unsigned short (int) 0 ... 65535 (16 bit)
  - unsigned (int) 0 ... 4294967295 (32 bit)
  - unsigned long (int) 0 ... 1.8446744e+19 (64 bit)

Tipi di dato primitivi

- Reali
  - –float singola precisione (32 bit)
  - –double doppia precisione (64 bit)
- boolean
  - – non esistono in C come tipo a sé stante
  - – si usano gli interi:

    zero indica FALSO

    ogni altro valore indica VERO

    convenzione: suggerito utilizzare uno per VERO

Costanti

- interi (in varie basi di rappresentazione)
  - decimale 12 70000 12L
  - ottale 014 0210560
  - esadecimale 0xFF 0x11170
- reali
  - in doppia precisione 24.0 2.4E1 240.0E-1
  - in singola precisione 24.0F 2.4E1F 240.0E-1F
- caratteri
  - singolo carattere racchiuso fra apici: ’A’ ’C’ ’6’
  - caratteri speciali: ’\n’ ’\t’ ’\’’ ’\\’ ’\"’

Dichiarazione di variabile

- Una variabile utilizzata in un programma deve essere definita.
- La definizione è composta da
  - il tipo dei valori che possono essere assegnati alla variabile
  - il nome della variabile (identificatore)

    <tipo> <identificatore>;
- Esempi

```
int x; /* x deve denotare un valore intero */
float y; /* y deve denotare un valore reale */
char ch; /* ch deve denotare un carattere */
```

Definizione/Inizializzazione di una variabile

- Definizione e Inizializzazione di una variabile:

  `<tipo> <identificatore> = <espr> ;`

- Esempio

```
int x = 32;
double speed = 124.6;
```

- Conversione di tipo

```
(tipo) espressione
```

  - Esempio:
```
(char)65;  ← carattere con codice ASCII 65 in base 10 (A)
(char)0x41;← carattere con codice ASCII 41 in base 16 (A)
```
  - Esempio:
```
float x;
x = (float) 7/5;
```

Espressioni

- Il C e' un linguaggio basato su espressioni
- Un’espressione e' una notazione che denota un valore mediante un processo di valutazione
- Una espressione puo' essere semplice o composta tramite aggregazione di altre espressioni

Valutazione di un’espressione

- Una variabile
  - –può comparire in una espressione
  - –può assumere un valore dato dalla
- valutazione di un’espressione
  - double speed = 124.6;
  - double time = 71.6;
  - double km = speed * time;

Classificazione degli operatori

- Due criteri per classificare gli operatori:
  - in base al tipo degli operandi
  - in base al numero di operatori

In base al tipo degli operandi

- Aritmetici
- Relazionali
- Logici

In base al numero degli operandi

- Unari
- Binari
- Ternari

Operatori aritmetici

operazione	**operatore**	**in C**
inversione di segno	unario	-
somma	binario	+
differenza	binario	-
moltiplicazione	binario	*
divisione fra interi	binario	/
divisione fra reali	binario	/
modulo (fra interi)	binario	%

NB:la divisione a/b è fra interi se sia a sia b sono interi, è fra reali in tutti gli altri casi

Operatori di relazione

uguaglianza	==
diversità	!=
maggiore di	>
minore di	<
maggiore o uguale a	>=
minore o uguale a	<=

Espressioni e operatori di relazione

- In C non esiste il tipo boolean
- In C le espressioni relazionali denotano un tipo intero

  0 denota il valore falso (condizione non verificata)

  1 denota il valore vero (condizione verificata)
- Quindi sono possibili espressioni miste come

  (n != 0) == n

  da evitare

Operatori logici

connettivo logico	operatore	in C
not (negazione)	unario	!
and	binario	&&
or	binario	||

Espressioni e operatori logici

- In C le espressioni logiche denotano un tipo intero da interpretare come vero (1) o falso (0)
- Anche qui sono possibili espressioni miste, utili in alcuni casi,

  5 && 7 !5 0 || 33

- Valutazione in corto circuito
  - la valutazione dell'espressione cessa appena si e' in grado di determinare il risultato
  - il secondo operando e' valutato solo se necessario

Valutazione in corto circuito

- if(22 || x) e' vera in partenza perché 22 e' vero
- if(0 && x) e' falsa in partenza perché 0 e' falso
- if(a && b && c) il secondo && viene valutato solo se a && b e' vero
- if(a || b || c) il secondo || viene valutato solo se a || b è falso

Espressioni condizionali

- Una espressione condizionale è introdotta dall'operatore ternario condiz ? espr1 : espr2
- L'espressione denota o il valore denotato da espr1 o quello denotato da espr2 in base al valore della espressione condiz
- Se condiz è vera, l'espressione nel suo complesso denota il valore denotato da espr1
- Se condiz è falsa l'espressione nel suo complesso denota il valore denotato da espr2
  - 3 ? 10 : 20 denota sempre 10 (3 è sempre vera) x ? 10 : 20 denota 10 se x è vera (diversa da 0),
  - oppure 20 se x è falsa (uguale a 0) (x>y) ? x : y denota il maggiore fra x e y

Tipi di dato strutturato: array

- Array: int A[10]; float B[10];
- Inizializzazione
  - –int v[4] = {2, 7, 9, 10}
  - –int v[ ] = {2, 7, 9, 10}
- Il C non effettua controllo sui limiti degli array

Esempio

```
#define DIM 4
#include <stdio.h>
main()
{
    int v[DIM];
    int i, max=0;
    for (i =0 ; i<DIM; i++)
          scanf("%d", &v[i]); /*leggi il vettore*/
    for (max = v[0], i =1 ; i<DIM; i++)
          if (v[i]>max) max=v[i];
    printf("%d", max);
}
```

Tipi di dato strutturato

- Array multidimensionali: int matrice [N][M]
- Esempio:

```
#include <stdio.h>
main()
{
    float m[4][4]={{1,2,3,4},{5,6,7,8},{9,10,11,12},
                   {13,14,15,16}};
    float somma=0;
    int i,j;
    for(i=0;i<4;i++)
       for(j=0;j<4;j++)
           somma+=m[i][j];
    printf("media=%f\n", somma/4*4);
}
```

Tipi di dato strutturato

- Stringhe di caratteri
  - Array di caratteri terminato dal carattere '\0'.
  - L'array di N caratteri può ospitare stringhe lunghe al più

    N-1 caratteri, perchè una cella è destinata al terminatore '\0'

- Una stringa di caratteri si può inizializzare, come ogni altro array, elencando le singole componenti:
    - char s[4] = {'a', 'p', 'e', '\0'};
  - Oppure anche, più brevemente, con la forma compatta seguente:
    - char s[4] = “ape”;

- Il carattere di terminazione '\0' è automaticamente incluso in fondo. Quindi, ATTENZIONE ALLA LUNGHEZZA!

Lunghezza di una stringa

```
#include <stdio.h>

int main ()
{
   char s[] = “Stringa di prova”;

   int lung;

   for (lung=0 ; s[lung] != '\0'; lung++) ; // come strlen

   printf (“lunghezza della stringa “%d”, lung);
}
```

Copia una stringa

```
#include <stdio.h>
#define N 6
\\ copia N caratteri
main ()
{
    char s[] = “Stringa di prova”;
    char s2[N]; int i;
    for (i = 0; s[i] != “\0” && i<N1; i++)
          s2[i] = s[i]; s2[i]= “\0”;
}
```

Precedenza di stringhe

se s1 precede s2 → stato negativo
se s2 precede s1 → stato positivo
se s1 e uguale a s2 → stato nullo

```
#include <stdio.h>
main ()
{
     char s1[] = "amaca"; char s2[] = "amace";
     int stato,i;
     for ( i=0; s1[i] != "\0" && s2[i] != "\0" && s1[i] == s2[i]; i++){
        stato= s1[i]s2[i];
        printf("s1[i]=%c,s2[i]=%c,stato=%d\n",s1[i],s2[i],stato);
     }
     stato= s1[i]s2[i];
     printf("stato=%d\n",stato);
}
```

Per raccogliere queste semplici operazioni → Libreria sulle stringhe

- Il C fornisce una libreria per operare sulle stringhe:

  #include <string.h>
- Include funzioni per:
  - Copiare una stringa in un'altra (strcpy)
  - Concatenare due stringhe (strcat)
  - Confrontare due stringhe (strcmp)
  - Cercare un carattere in una stringa (strchr)
  - Cercare una stringa in un'altra (strstr)

Tipi di dato strutturato

- **struct**: collezione finita di variabili non necessariamente dello stesso tipo ognuna identificata da un nome.

```
struct <nome struttura}{
    <definizione di avriabile>
} <eventuali variabili
```

- Esempio:

```
struct persona{
   char nome[20];
   int eta;
   float stipendio;
}pers;        /*variabile struttura*/
struct persona pers1,pers2;
```

- Esempio:

```
struct complesso {float pr, pi;}   /*occupa 8 byte*/
```

Tipi di dato strutturato

- Una volta definita la struttura, I campi vengono riferiti con la **notazione punto**
  - Esempio: `p1.x=10; p1.y=10; p2.x=5; p2.y=1;`
  - Esempio: `struct punto{float x,y;}p1={10,10}; punto p2={5,1};`
- E' possibile:
  - Assegnare una struttura ad un'altra: `punto p=p1;`
  - Una funzione restituisce una struttura
  - Passare una struttura ad una funzione
- Esempio:

```
struct orografia{
     char nome[20]; /*20 byte*/
     int longit;    /*4 byte*/
     int latid;     /*4 byte*/
     int altezza;   /*4 byte*/
};
struct orografia montebianco;
struct orografia monti[10];

monti[0].altezza=4800;
```

→ Spazio occupato totale=32 byte

► Spazio occupato totale=320 byte

Tipi di dato strutturato

- Istruzione typedef
  - Il C permette di definire esplicitamente nomi nuovi per i tipi di dati, tramite la parola chiave typedef
  - L'uso di typedef consente di rendere il codice più leggibile.
- Formato: `typedef tipo nuovo_nome_tipo ;`
- Esempio

```
typedef struct{float pr,pi;}complesso;
complesso N1,N2;
```

Tipi di dato strutturati

```
#include<stdio.h>

struct complex{
  int real;
  int img;
};

typedef struct complex comp;

comp add(comp,comp);
void show(comp);

int main(){
  comp c1,c2,c3;
  c1.real=1; c1.img=2;
  c2.real=3; c2.img=4;
  c3=add(c1,c2);
  show(c3);
  return 0;
}

void show(comp c){
  printf("%d + i%d\n",c.real,c.img);
}
com add(comp c1,comp c2){
  com c3;
  c3.real=c1.real+c2.real;
  c3.img=c1.img+c2.img;
  return c3;
}
```

Funzioni

- Esempi:

```
float f (){ return (2 + 3 * sin(0.75)); }

float f1 ( int x ){return(2 + x * sin(0.75)); }

void f2() {printf(“stringa”);}
```

- La lista degli argomenti può essere vuota
- Definizione dei prototipi di funzione:
  - Descrivono la proprietà della funzione senza definirne la realizzazione.
  - Anticipano le caratteristiche di una funzione definita successivamente.
  - <tipo> <nome_funzione> (<tipo argomenti>) ;
- Attenzione: se le funzioni sono definite prima del main, non sono necessari i prototipi

Funzioni

- Passaggio dei parametri per valore
- Esempio:

```
#include <stdio.h>
int massimo (int a, int b)  /*calcola il massimo fra a e b) */
{
    if (a > b) return a;
    else return b;
}
int sommamax (int a1, int a2, int a3, int a4)
{
    return (massimo(a1, a2) + massimo(a3, a4));
}
main()
{
    int A=1, B=3, C=5, D=4;

    printf("%d\n", sommamax(A,B,C,D));
}
```

- Array, strutture passati come parametri di una funzione

Funzioni

- Array passati come parametri. Esempio:

```
#include <stdio.h>
void lunghezza (char W[]);
void main()
{
     char V[10];
      ….
     lunghezza (V)
      …..
 }

 int lunghezza(char s[])
 {
   int lung = 0;
   for (;s[lung]!='\0';lung++);
   return lung;
 }
```

Funzioni

```
/* Visualizza le potenze dei  numeri
compresi fra 1 e 10 */

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#define N 10

#define M 4
int potenza(int a, int b);
void tabella (int p[M][N]);
void stampa_tabella (int p[M][N]);

void main ()

{
  int p[M][N];  tabella(p);
  stampa_tabella(p);

}

int potenza(int a, int b)

{

  int t=1;
  for ( ; b; b) t = t*a;  return t;

}
```

```
void tabella (int p[M][N])
{
     int i, j;
     for (j = 0; j<N; j++)
        for (i = 0; i<M; i++)
           p[i][j] = potenza(j+1, i+1);
}
void stampa_tabella (int p[M][N])
{
      int i, j;
      for (i = 0; i<M; i++){
         for (j = 0; j<N; j++)
            printf("%10d", p[i][j] );
            printf ("\n");
         }
}
```

Puntatori

- L'uso dei puntatori è una importantissima differenza tra Java e C.
- In C ogni variabile caratterizzata da due valori: un indirizzo della locazione di memoria in cui è allocata la variabile, ed il valore contenuto in quella locazione di memoria, cioè il valore della variabile.
- Un puntatore è un tipo di dato, è una variabile che contiene l'indirizzo in memoria di un'altra variabile, cioè un numero che indica in quale cella di memoria comincia la variabile puntata:
  - *puntatore → variabile*
- Per dichiarare un puntatore p ad una variabile di tipo tipo, l'istruzione e':
  - `tipo *p;`
- L' operatore & fornisce l'indirizzo di una variabile, perciò l' istruzione
  - `p = &c`
- scrive nella variabile p l'indirizzo della variabile c, ovvero:
  - `tipo c, *p; //dichiaro una var c di tipo` *`tipo ed`*
    - `//un puntatore p a` *`tipo`*
  - `p = & c ; //assegno a p l'indirizzo di c`

Puntatori

- L’operatore * viene detto operatore di indirezione o deriferimento.
- Quando una variabile di tipo puntatore è preceduta dall’operatore * , indica che stiamo accedendo all’oggetto puntato dal puntatore.
- Quindi con *p indichiamo la variabile puntata dal puntatore.

```
int c, *p; //dichiaro una var ed un puntatore p a int
p = &c ;   //assegno a p l’indirizzo di c c
C = 5;     //assegno a c il valore 5
printf("%d\n", *p); //stampo il valore puntato da p.
// viene stampato 5
```

- Consideriamo gli effetti delle seguenti istruzioni:

```
int *pointer; /* dichiara pointer come puntatore a int */
int x=1,y=2;
pointer= &x; /* assegna a pointer l’indirizzo di x */
y=*pointer;  /* y = il contenuto dell’int puntato da pointer*/
x=pointer    /* assegna ad x l’indirizzo contenuto in pointer*/
*pointer=3;  /* assegna 3 alla variabile puntata da pointer */
```

Puntatori

- Quindi con pointer possiamo considerare tre possibili valori:
  - 1) pointer → contenuto o valore della variabile pointer cio e l'indirizzo della locazione di memoria a cui punta
  - 2) &pointer → indirizzo fisico della locazione di memoria del puntatore
  - 3) *pointer → contenuto della locazione di memoria a cui punta
- Attenzione.

```
int *ip;
*ip=100;
```

  è un grave errore: la locazione dove scrivo il valore 100 DEVE ESSERE ALLOCATA! Altrimenti potrebbe cadere in una zona importante del sistema!

- Come allocare spazio? o puntando ad una variabile allocata o usando

```
void *malloc(int nr_byte)
```

Esempio malloc

```
int *ip;
ip=malloc(4);    /*4 byte in memoria heap*/
*ip=83;
….
….
free(ip);
```

Aritmetica dei puntatori

- Operazioni semplici +, - , ++ e -- sugli indirizzi
- Ma: il risultato numerico di un'operazione aritmetica su un puntatore dipende dal tipo di dato a cui il puntatore punta.
- Se p un puntatore di tipo puntatore a char (char *p) l'istruzione p++ aumenta effettivamente di uno il valore del puntatore p, che punterà al successivo byte.
- Invece se p è un puntatore a short int (short int *p) l'istruzione p++ incrementa di 2 il valore del puntatore p, che punterà allo short int successivo
- se il puntatore punta a void (void *p) il puntatore viene incrementato o decrementato a passi di un byte.

Puntatori ed array

```
int source[100];
int destination[100];
…
// copiare «source» in «destination»

int * ptr_dest = destination;
int * ptr_src = source;

int counter = 0;

while (counter++ < sizeof(destination) / sizeof(int))
    *(ptr_dest++) = *(ptr_src++);


// oppure:
int pos = 0;
while (pos++ < sizeof(destination) / sizeof(int))
     destination[pos] = source[pos];
```

Puntatori e array

- Attenzione: un array bidimensionale [M×N] costruito dinamicamente è un array di M puntatori che puntano a array monodimensionali di N elementi.

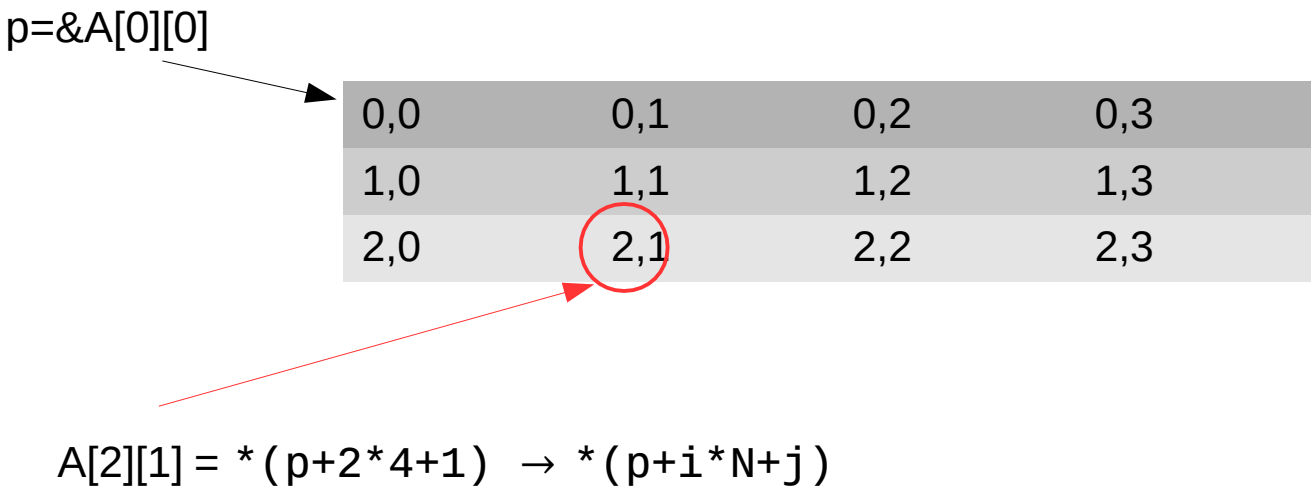
- Se l'array è costruito staticamente, esempio float M[3][4], l'array è una successione di elementi. In questo caso accedere all'elemento `[i][j]` vuol dire

```
float *p=&M[0][0]; elem_i,j=*(p+i*N+j)
```

Puntatori e array

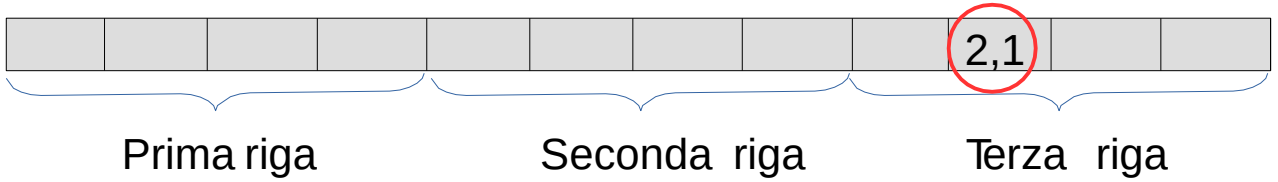
int A[M][N]=intA[3][4];

int *p=&A[0][0];

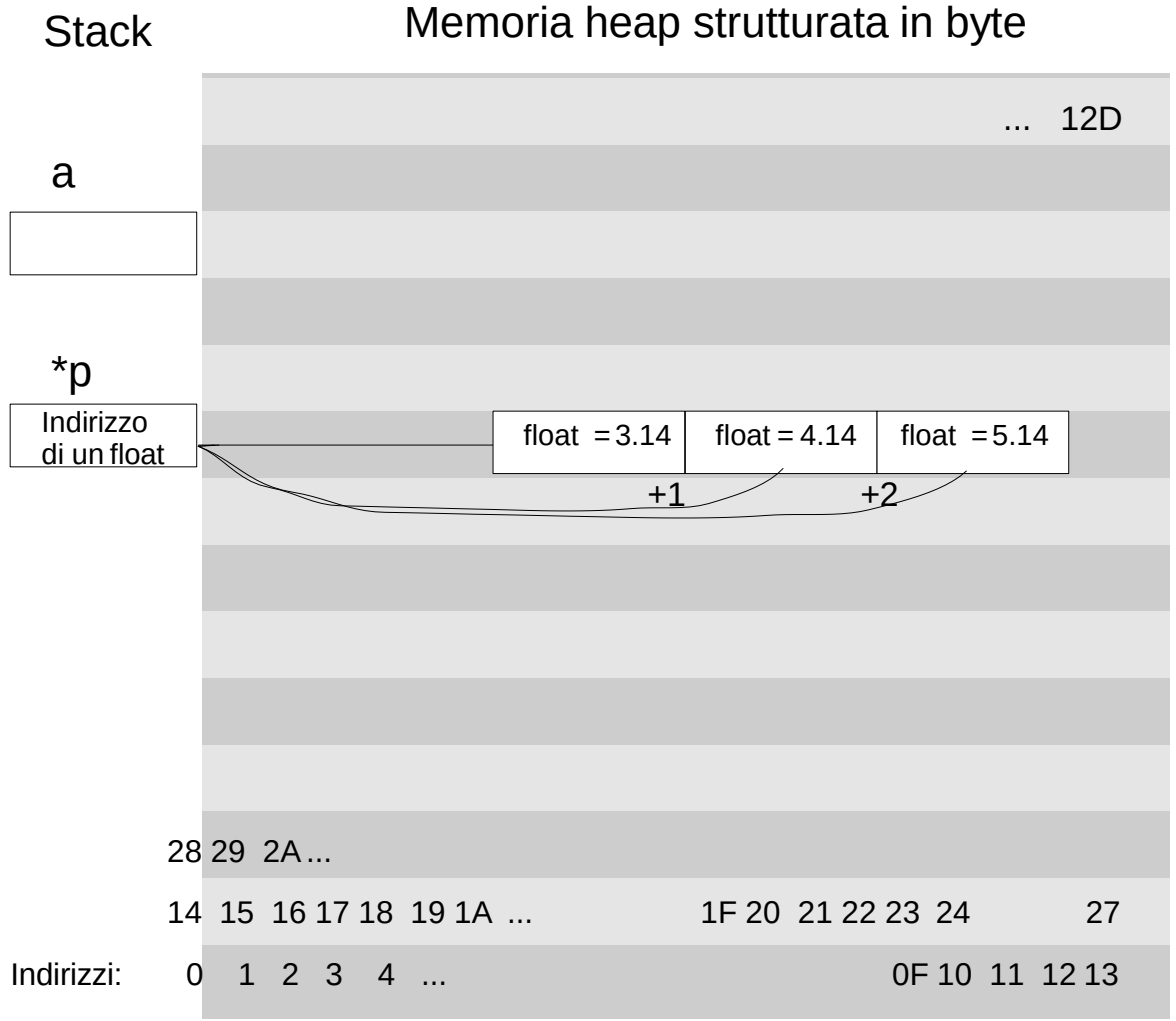


A[2][1] = *(p+2*4+1) → *(p+i*N+j)

Una matrice bidimensionale può essere allocata unidimensionamente per righe:



Salviamo dei valori float in un array di float in heap:

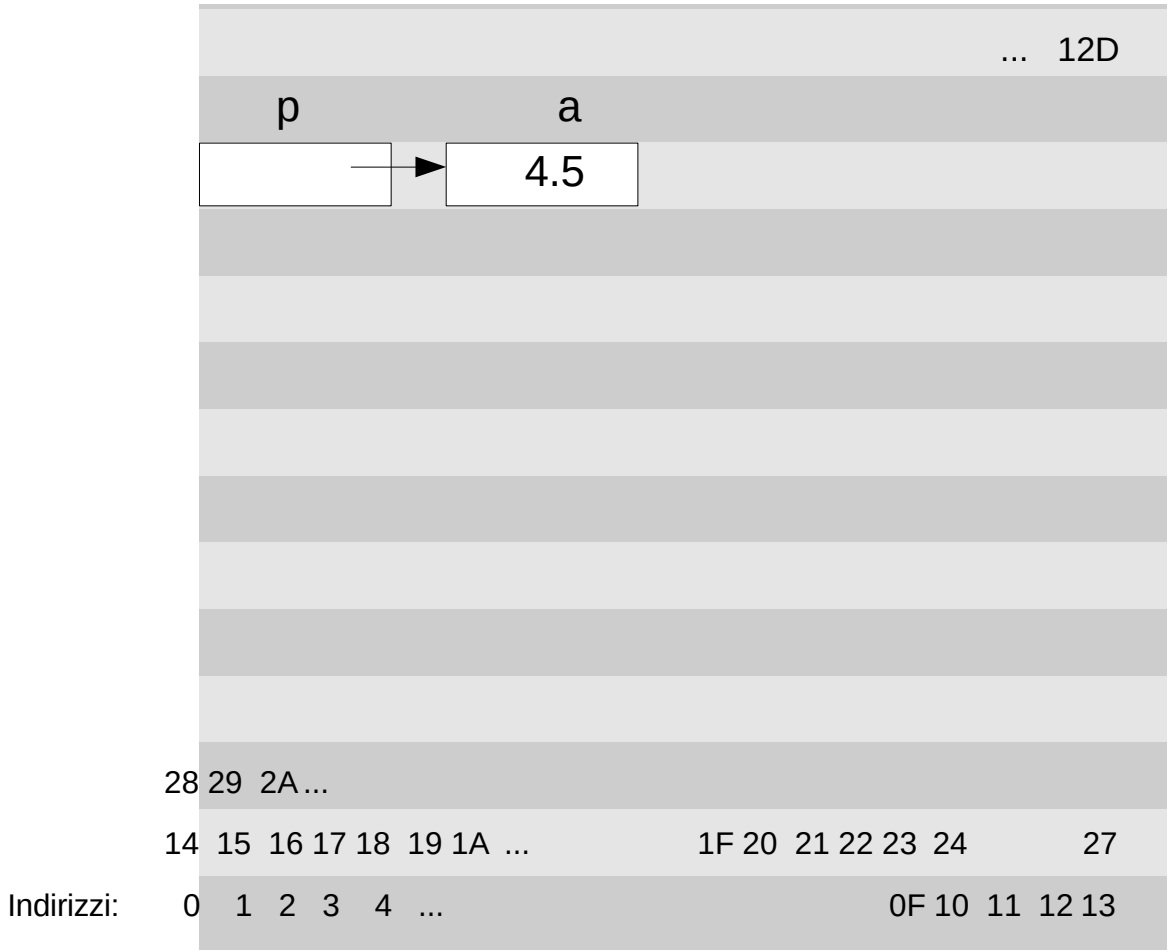


Indirizzi bassi (in questo schema parto da 0)

```
void main{
    float a=4.5; //stack
    float *p;
    p=malloc(3*sizeof(float));
    *p=3.14;
    *(p+1)=4.14;
    *(p+2)=5.14;

  //In alternativa:

    p[0]=3.14;
    p[1]=4.14;
    p[2]=5.14;
}
```

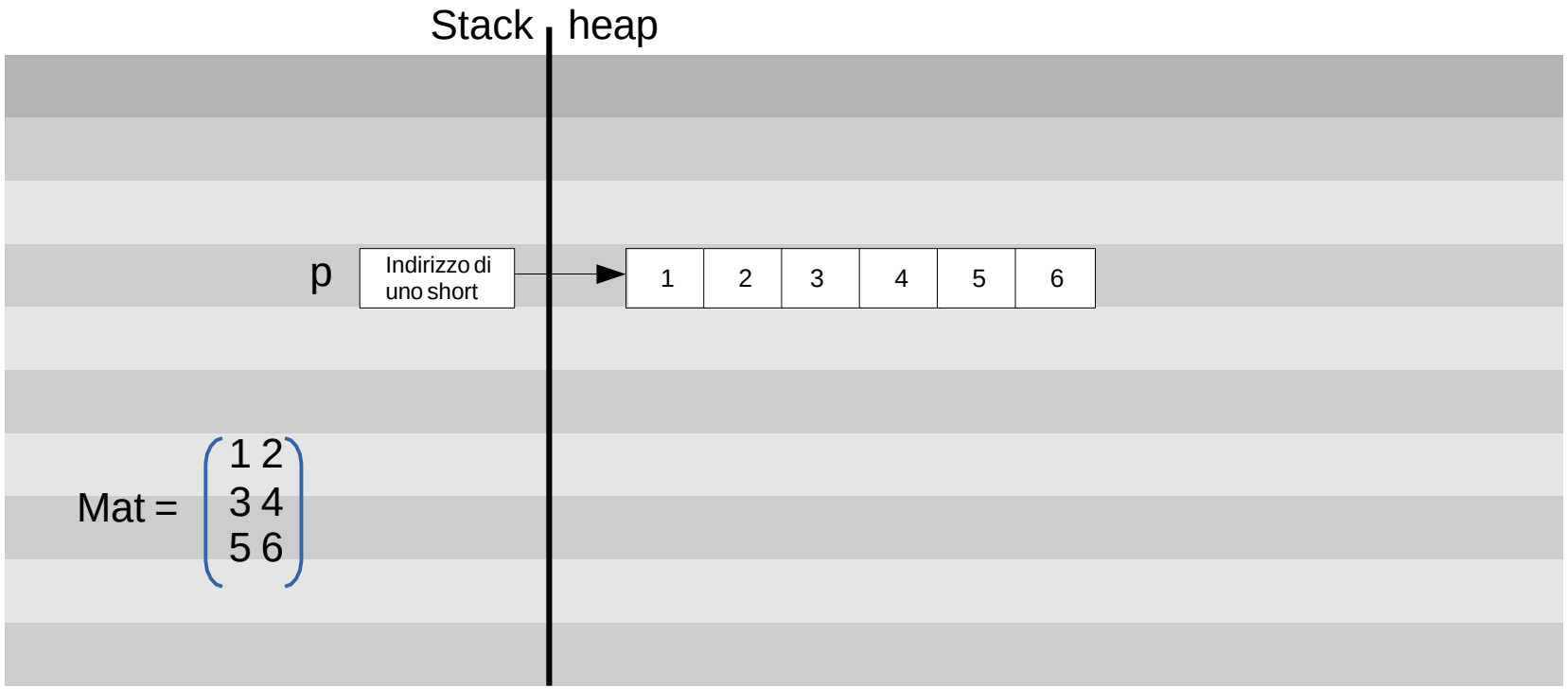
***p è un array p[ ] !!**

Memoria stack




```
#include <stdio.h>


int main(void)
{
        float a=4.5;
        float *p;

        p =&a;

        printf("%f allocato in %d\n",a,p);
        printf("%f allocato in %d\n", *p, p);
        printf("%f allocato in %d\n", a,&a);
}
```

Memorizziamo una matrice NxM in un array monodimensionale in heap:

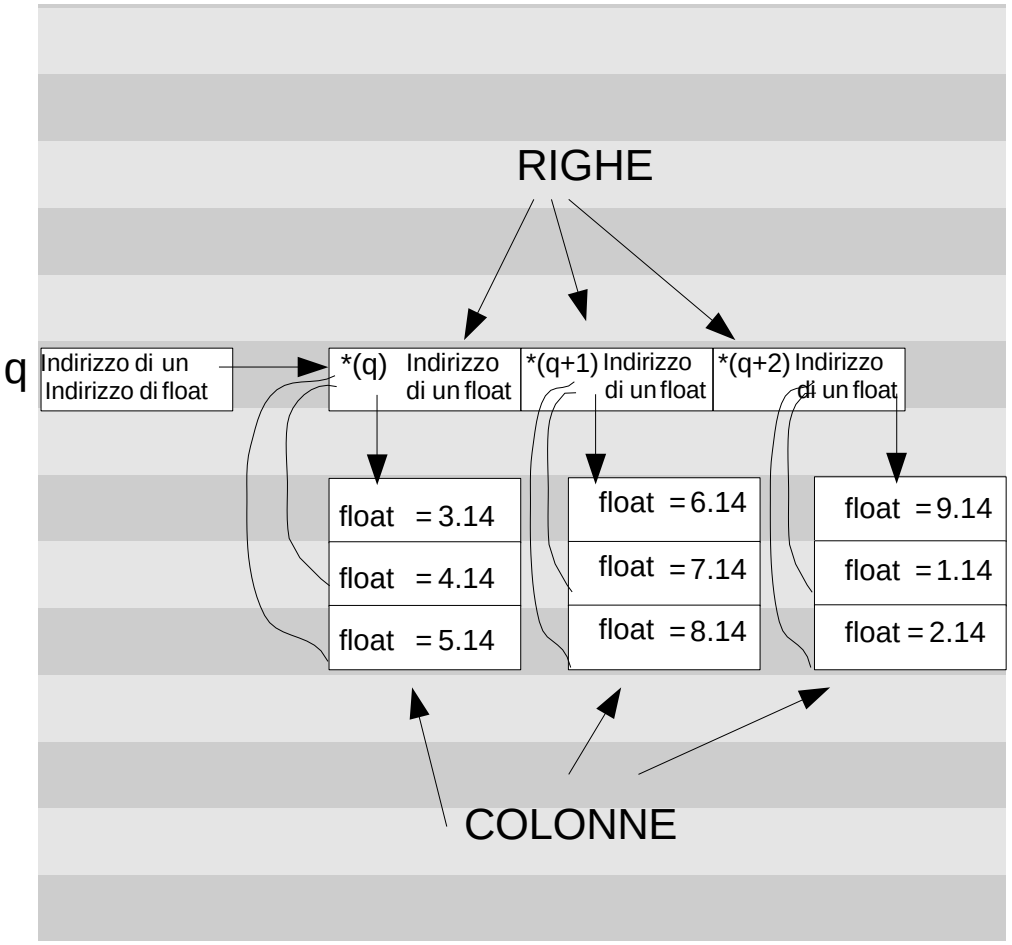



```
short Mat[3][2]={{1,2},{3,4},{5,6}};
short *p=malloc(3*2*sizeof(short));
*(p+0) = 1;
*(p+1) = 2;
*(p+2) = 3;
*(p+3) = 4;
*(p+4) = 5;
*(p+5) = 6;
```

algoritmo →

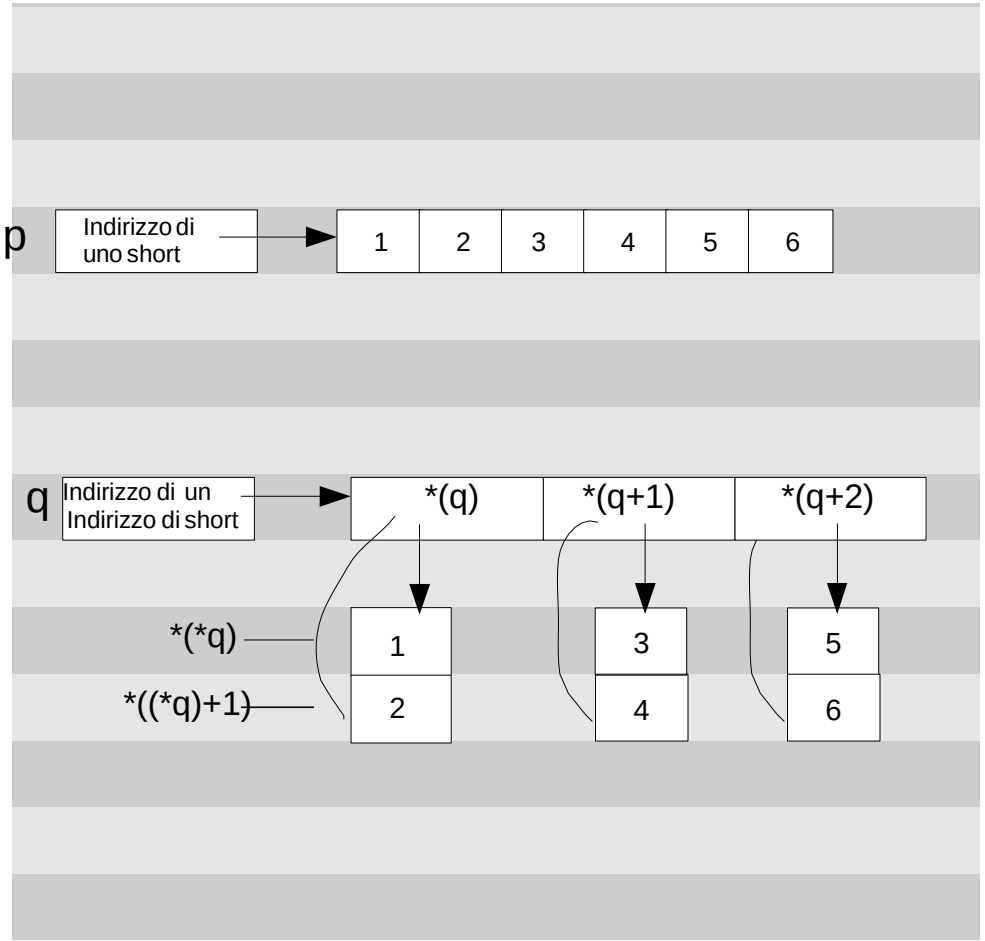
```
for(i=0;i<3;i++)
    for(j=0;j<2;j++)
        *(p+i*2+j)=Mat[i][j];
```

Salviamo dei valori float in un array Bidimensionale 3x3 di float in heap:




```
float **q;
q=malloc(3*sizeof(float*));
*q=malloc(3*sizeof(float));
*(q+1)=malloc(3*sizeof(float));
*(q+2)=malloc(3*sizeof(float));
*(*(q))=3.14;
*(*(q)+1)=4.14;
*(*(q)+2)=5.14;
*(*(q+1))=6.14;
*(*(q+1)+1)=7.14;
*(*(q+1)+2)=8.14;
*(*(q+2))=9.14;
*(*(q+2)+1)=1.14;
*(*(q+2)+2)=2.14;
```

Copia di una matrice 3x2 memorizzata in un array monodimensionale di short in un array Bidimensionale di short in heap:



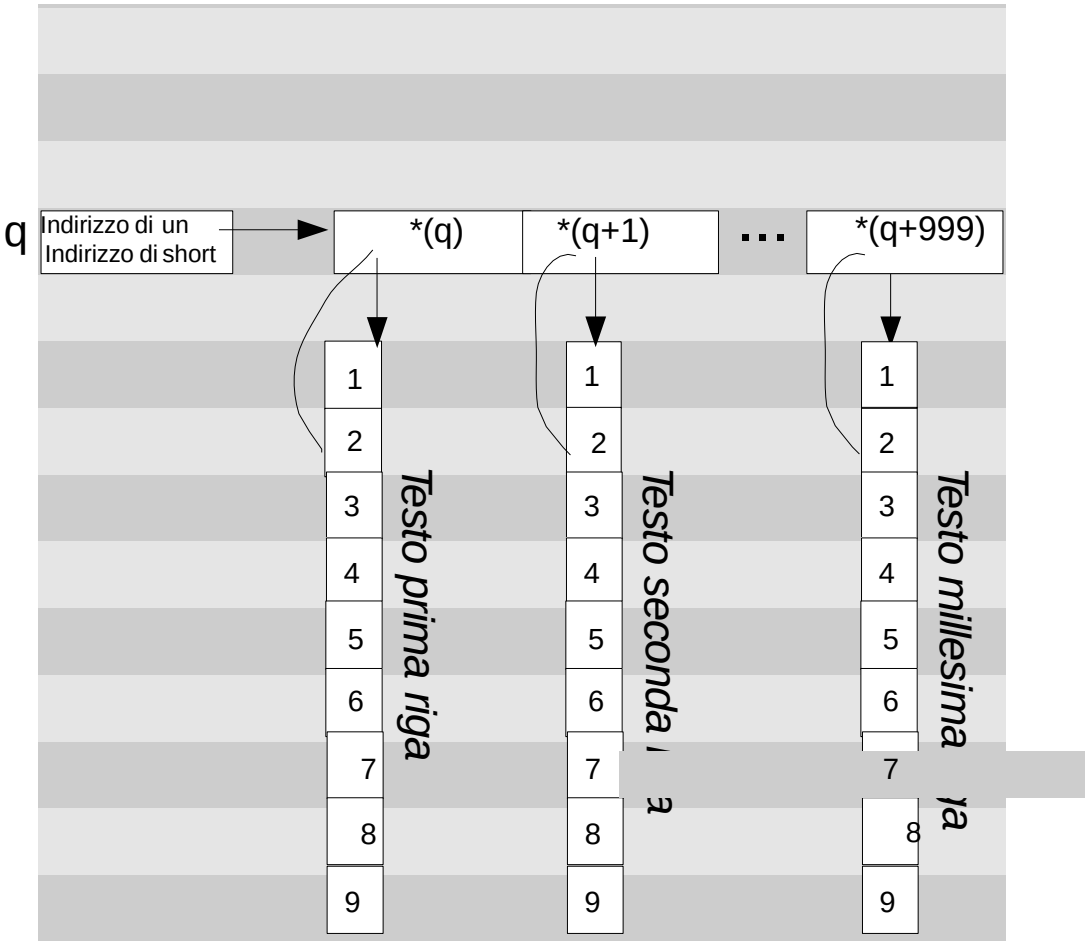

```
short *p;
p=malloc(6*sizeof(short);
/* inizializza I valori */
```

```
short **q;
q=malloc(3*sizeof(short*));
*(q)=malloc(2*sizeof(short));
*(q+1)=malloc(2*sizeof(short));
*(q+2)=malloc(2*sizeof(short));
*(*q)=*(p+0*2+0);
*((*q)+1)=*(p+0*2+1);
*(*(q+1))=*(p+1*2+0);
*(*(q+1)+1)=*(p+1*2+1);
*(*(q+2))=*(p+2*2+0);
*(*(q+2)+1)=*(p+2*2+1);
```

Algoritmo:

```
short  **q=malloc(3*sizeof(short*));
short *p=malloc(3*2*sizeof(short));
for(i=0;i<3;i++){
        q[i]=malloc(2*sizeof(short));
        for(j=0;j<2;j++)
                *(*(q+i)+j)=*(p+i*2+j);
 }
```

Legge per righe un file di testo e le salva un array Bidimensionale di stringhe in heap:



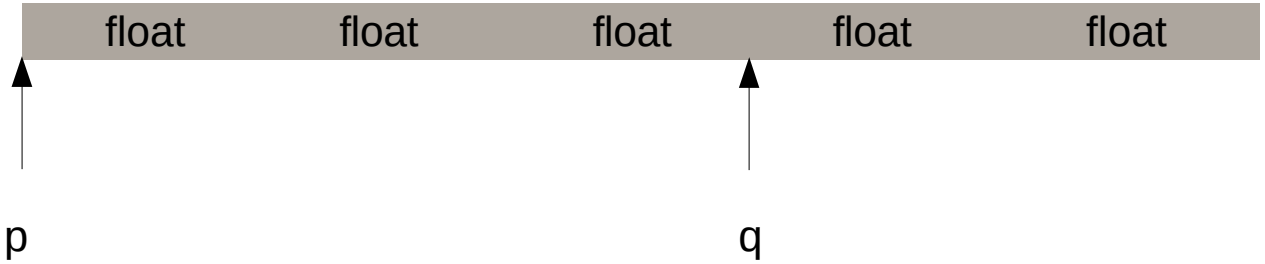

```
char **q;
q=malloc(1000*sizeof(char*));
fp=fopen("testo.txt","r"));
fgets(testo, size, fp);
*(q)=malloc(strlen(testo));
strcpy(*(q),testo);
fgets(testo, size, fp);
*(q+1)=malloc(strlen(testo));
strcpy(*(q + 1),testo);
fgets(testo, size, fp);
*(q+999)=malloc(strlen(testo));
strcpy(*(q+999),testo);
```

Algoritmo:

```
char ** data = malloc(1000 * sizeof(char *));
fp = fopen(«testo.txt», «r»);
for (i = 0; i< 10; i++) {
  fgets(riga, size, fp);
  data[i] = malloc(strlen(riga));
  strcpy(data[i], riga);
}
close(fp);
```

Quanti elementi ci sono tra due puntatori?

```
float *p, *q;
```



I puntatori sono l'indirizzo del byte puntato cioè sono interi.
La differenza tra puntatori è il numero di byte compreso:
Il numero di byte compreso tra q e p è (q - p)

Quanti elementi sono compresi? Dipende dal tipo di dato.
Se sono float: numero elementi =

$$\frac{(q-p)}{sizeof(float)}$$

In generale:

$$\frac{(q-p)}{sizeof(type)}$$

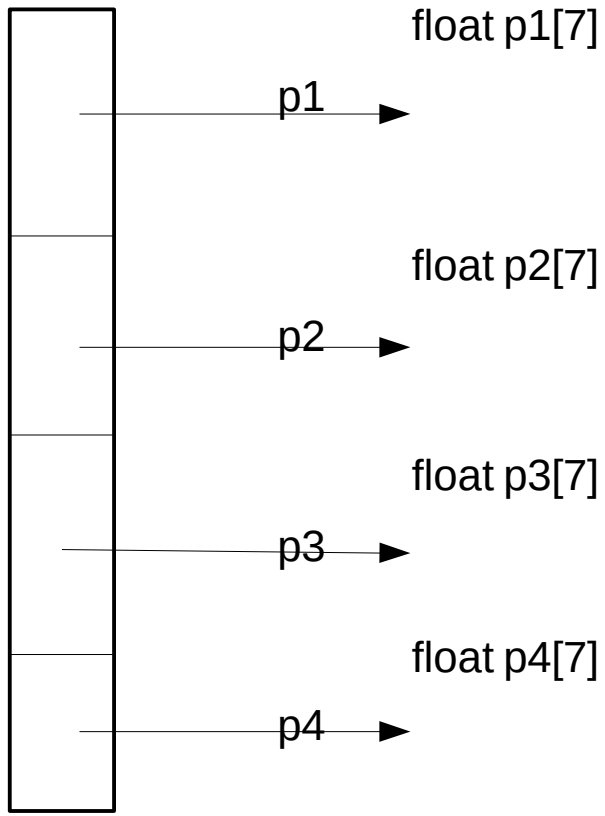
Programma per scrivere una matrice bidimensionale 4X4 in Stack

```
##include <stdio.h>
#include <math.h>
int funct2(float *a)
{
      short i,j;
      i=0;j=1;printf("elem %d %d=%f\n", i,j, *(a+i*4+j) );
      i=1;j=1;printf("elem %d %d=%f\n", i,j, *(a+i*4+j));
      i=2;j=2;printf("elem %d %d=%f\n", i,j, *(a+i*4+j));
      i=3;j=3;printf("elem %d %d=%f\n", i,j, *(a+i*4+j));
      return 0;
}
int main(void)
{
          short i,j;
          float res;
          float mat[4][4]={1,2,3,4,
                           5,6,7,8,
                           9,10,11,12,
                           13,14,15,16};
          float *p=&mat[0][0];

          funct2(p);
          printf("fine\n");
}
```

Programma per creare una matrice bidimensionale in Stack

Array di 4 indirizzi:

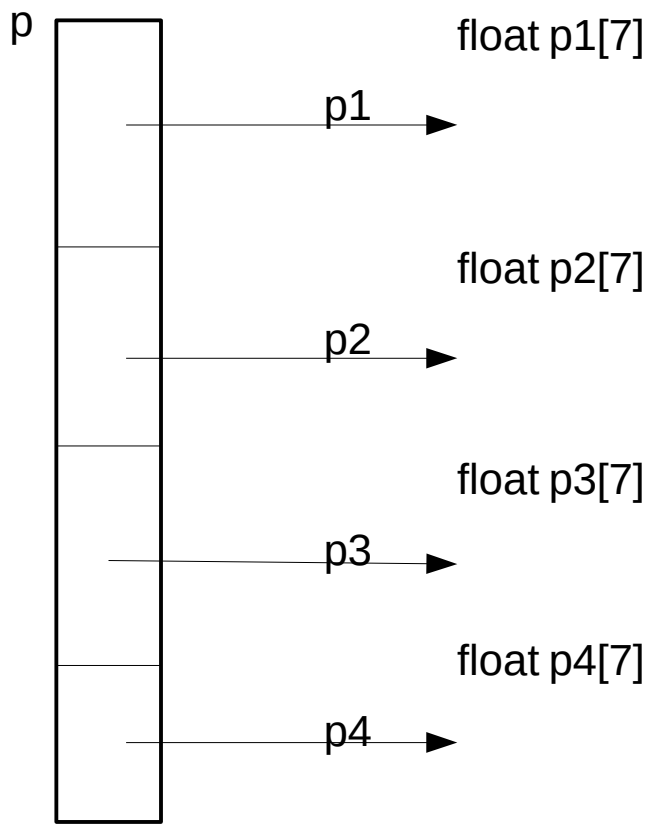
→ `float *pp[4]; float **p=pp, p1[7]; p2[7]; p3[7]; p4[7];`



Programma per creare una matrice bidimensionale in Stack

- Quindi la matrice è un puntatore di puntatori, definito come **p
- L'elemento i,j può essere acceduto in uno dei seguenti modi:

```
p[i][j]
*(p[i]+j)
(*(p+i))[j]
*(*(p+i)+j)
*(&p[0][0] + M*i + j)
```



Programma per creare una matrice bidimensionale in Stack

```
#include <stdio.h>
float funct2(float **a)
{
      short i,j;
      i=3,j=1; printf("elem 3,1=%f\n", *(*(a+i)+j) );
      i=1;j=2; printf("elem 1,2=%f\n", *(a[i]+j));
      i=3;j=3; printf("elem 3,3=%f\n", a[i][j] );
      i=2;j=3; printf("elem 2,3=%f\n", *(&a[0][0] +7*i + j));
      return 0;
}

int main(void)
{
      short i,j;
       /*inizializzazione*/
      float p1[7]={1,2,3,4,5,6,7};
      float p2[7]={8,9,10,11,12,13,14};
      float p3[7]={15,16,17,18,19,20,21};
      float p4[7]={22,23,24,25,26,27,28};
      float *pp[4], **p=pp;;
      pp[0]=p1; pp[1]=p2;      /*caricamento vettore di puntatori*/
      pp[2]=p3; pp[3]=p4;
      funct2(p);
      printf("fine\n");
}
```

La libreria standard del C

- Per usare la libreria standard, non occorre inserirla esplicitamente
- Ogni file sorgente che ne faccia uso deve includere gli header opportuni che contengono le dichiarazioni necessarie
- Header della Libreria standard
  - input-output stdio.h
  - funzioni matematiche math.h
  - gestione di stringhe string.h
  - operazioni su caratteri ctype.h
  - gestione dinamica della memoria stdlib.h