Introduzione al C
Lez. 4

Allocazione dinamica della memoria e stringhe

Allocazione dinamica memoria

In C la memoria può essere anche gestita in modo dinamico, attraverso l’allocazione esplicita di blocchi di memoria

A cosa serve?

- Ad allocare array la cui dimensione non è nota a tempo di compilazione ma calcolata a tempo di esecuzione

- Per gestire strutture dati che crescono e decrescono durante l'esecuzione del programma (ad esempio liste o alberi)

- Per avere maggiore flessibilità sulla durata della memoria allocata. (Altrimenti la memoria verrà deallocata all'uscita del blocco nel quale è stata allocata.)

Allocazione dinamica memoria

Esempio

Leggere da input un intero n e creare un array di n interi

```
int n;
scanf(“%d”, &n);

int a[n]; // ERRORE!
```

Non è consentito in ANSI C!

Il numero di elementi di un array deve essere noto a tempo di compilazione. Quindi, deve essere una costante e non una variabile.

Allocazione dinamica memoria

- i blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata heap;

- è possibile accedere a tali blocchi di memoria attraverso l'uso di puntatori;

- lo spazio allocato dinamicamente NON viene liberato all'uscita delle funzioni;

- sempre con l'uso di puntatori la memoria che non serve più va deallocata in modo da renderla nuovamente disponibile.

Allocazione dinamica memoria

- i blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata heap;

- è possibile accedere a tali blocchi di memoria attraverso l'uso di puntatori;

- lo spazio allocato dinamicamente NON viene liberato all'uscita delle funzioni;

- sempre con l'uso di puntatori la memoria che non serve più va deallocata in modo da renderla nuovamente disponibile.

Come si fa?

- Tre funzioni `malloc`, `calloc` e `realloc` ci permettono di allocare memoria dinamicamente.

Malloc

Definita in `stdlib.h`. Includetelo!

```
#include <stdlib.h>

                void * malloc(size_t size)
```

- dove `size` specifica la lunghezza in byte del blocco allocato. `size_t` è un tipo definito in `stdlib.h`. (In genere è un `unsigned int`.)

Malloc

Definita in `stdlib.h`. Includetelo!

```
#include <stdlib.h>
```

```
void * malloc(size_t size)
```

- dove `size` specifica la lunghezza in byte del blocco allocato. `size_t` è un tipo definito in `stdlib.h`. (In genere è un `unsigned int`.)

- La funzione restituisce un puntatore al primo byte del blocco allocato. (`void` è un tipo generico). Con un assegnamento il tipo del puntatore viene convertito implicitamente.

```
int *p = (int *) malloc( 10 * sizeof(int) )
```

Malloc

Definita in `stdlib.h`. Includetelo!

```
#include <stdlib.h>
```

```
void * malloc(size_t size)
```

- dove `size` specifica la lunghezza in byte del blocco allocato. `size_t` è un tipo definito in `stdlib.h`. (In genere è un `unsigned int`.)

- La funzione restituisce un puntatore al primo byte del blocco allocato. (`void` è un tipo generico). Con un assegnamento il tipo del puntatore viene convertito implicitamente.

```
int *p = (int *) malloc( 10 * sizeof(int) )
```

- Se non è possibile allocare memoria (ad es. è esaurita), la funzione restituisce il puntatore `NULL` (un altro modo per dire 0 :-)). Controllarlo. Sempre!

Malloc
Esempio

```
#include <stdlib.h>

...

int i, n, *p;
scanf(“%d”, &n);
p = (int *) malloc(n * sizeof(int));//alloca spazio per n interi

if (p == NULL) { // controlliamo
      printf(“Non posso allocare %d interi\n”,100);
      exit(1); // esce con un errore
}
```

Malloc
Esempio

```
#include <stdlib.h>

...

int i, n, *p;
scanf("%d", &n);
p = (int *) malloc(n * sizeof(int)); //alloca spazio per n interi

if (p == NULL) { // controlliamo
      printf("Non posso allocare %d interi\n",100);
      exit(1); // esce con un errore
}
… // se sono arrivato qui posso usare il blocco allocato...

for(i = 0; i < n; i++) // qui mettiamo i primi n interi
   p[i] = i;
```

Attenzione! Non si può accedere ad indirizzi fuori dallo spazio allocato. p[n] NO! Segmentation fault...

Calloc

Definita in `stdlib.h`. Includetelo!

```
void * calloc(size_t nmemb, size_t size)
```

- simile alla malloc ma gli elementi sono inizializzati a 0.

- `nmemb` indica il numero di elementi nell'array mentre `size` specifica la lunghezza in byte di ciascun elemento.

Calloc

Definita in `stdlib.h`. Includetelo!

```
void * calloc(size_t nmemb, size_t size)
```

- simile alla malloc ma gli elementi sono inizializzati a 0.

- `nmemb` indica il numero di elementi nell'array mentre `size` specifica la lunghezza in byte di ciascun elemento.

Esempio
Scrivere `calloc` usando la `malloc`

Calloc

Definita in `stdlib.h`. Includetelo!

```
void * calloc(size_t nmemb, size_t size)
```

- simile alla malloc ma gli elementi sono inizializzati a 0.

- `nmemb` indica il numero di elementi nell'array mentre `size` specifica la lunghezza in byte di ciascun elemento.

Esempio
Scrivere `calloc` usando la `malloc`

```
void * my_calloc(size_t nmemb, size_t size) {
   size_t i;
   char *p = (char *) malloc( nmemb * size );
   if (p == NULL) return NULL
   for (i = 0; i < nmemb*size; i++) *(p+i) = 0;
   return p;
}
```

Liberare la memoria

Quando un blocco di memoria non serve più è importante deallocarlo e renderlo nuovamente disponibile utilizzando la funzione

```
void free(void *)
```

L'argomento di free deve essere allocato precedentemente (o `NULL`) altrimenti il comportamento è indefinito.

Stringhe

Una stringa è una sequenza di caratteri. Ad esempio una parola, una frase, un testo...

In C non è previsto un tipo per le stringhe.
Una stringa è vista come un array di caratteri che, per convenzione, termina con il simbolo speciale `'\0'`.

Si usa

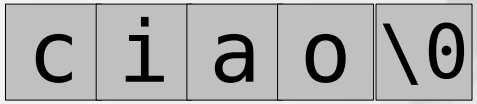
```
char s[N+1];
```

per memorizzare una stringa di N caratteri.

Stringhe

Le costanti stringa vengono rapresentate tra virgolette.

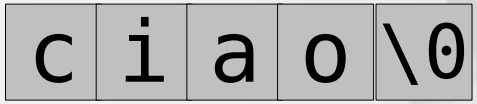
Esempio
“`ciao`” è un array di caratteri di dimensione 5.



Stringhe

Le costanti stringa vengono rapresentate tra virgolette.

Esempio
“ciao” è un array di caratteri di dimensione 5.



Una costante stringa viene trattata come un puntatore al primo carattere della stringa.

Esempio

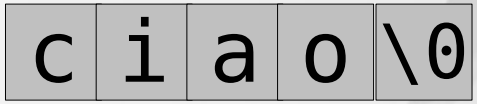
```
char *s = “ciao”; // anche char s[] = “ciao”; s qui è costante
printf(“%s %s\n”, s, s+1);// stampa ciascun carattere fino a '\0'
printf(“%c %c\n”, s[0], s[1]);
```

Cosa stampa?

Stringhe

Le costanti stringa vengono rapresentate tra virgolette.

Esempio
“ciao” è un array di caratteri di dimensione 5.



Una costante stringa viene trattata come un puntatore al primo carattere della stringa.

Esempio

```
char *s = “ciao”; // anche char s[] = “ciao”; s qui è costante
printf(“%s %s\n”, s, s+1);// stampa ciascun carattere fino a '\0'
printf(“%c %c\n”, s[0], s[1]);
```

Cosa stampa?

```
ciao iao
c i
```

Nota: la `stdlib` contiene molte funzioni per gestire stringhe.

Stringhe

Esempio

```
void my_printf(char *s) {

   int i = 0;
   while(s[i]) // s[i] == 0
      printf(“%c”, s[i++]);

}

int main() {

   char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
   scanf(“%s”, s);
   my_printf(s);
   return 0;

}
```

Stringhe

Alternativa

```
void my_printf(char *s) {

   while(*s)
      printf(“%c”, *s++); // è s ad essere incrementato

}

int main() {

   char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
   scanf(“%s”, s);
   my_printf(s);
   return 0;

}
```

Stringhe

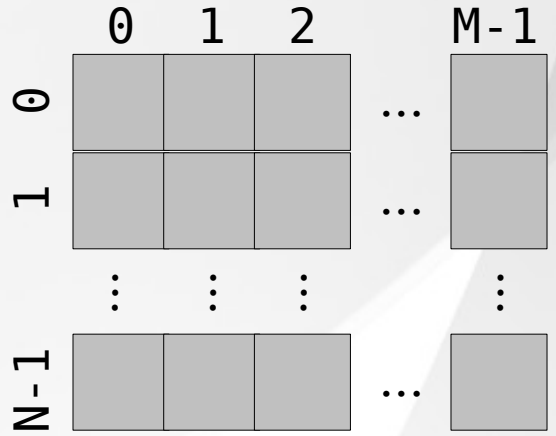
Ovviamente potete allocare dinamicamente memoria per contenere una stringa.

```
char * s = (char *) malloc((N+1)*sizeof(char));
if(!s) exit(1);
```

Array Bidimensionali

Una matrice che ha N righe ed M colonne

```
int a[N][M];
```

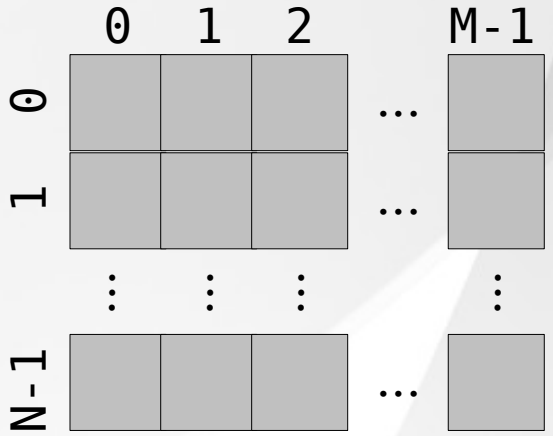


Array Bidimensionali

Una matrice che ha N righe ed M colonne

```
int a[N][M];
```

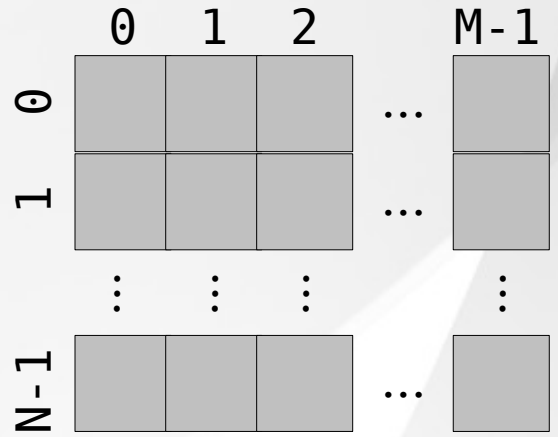
Si può utilizzare `a[i][j]` per accedere all'elemento in riga `i` colonna `j`.



Array Bidimensionali

Una matrice che ha N righe ed M colonne

```
int a[N][M];
```



Si può utilizzare `a[i][j]` per accedere all'elemento in riga `i` colonna `j`.

Si può passare un array bidimensionale ad una funzione ma si deve specificare la lunghezza della seconda componente nella dichiarazione della funzione!

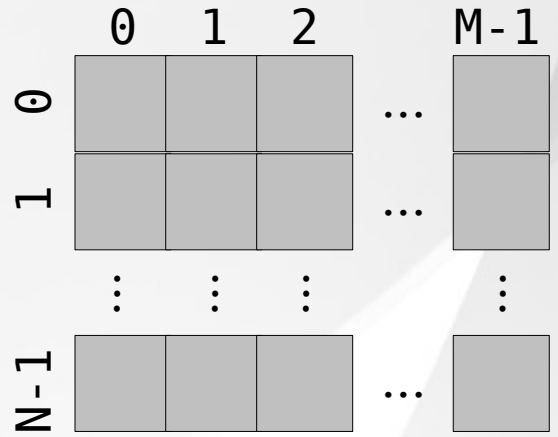
Esempio

```
void foo(int a[][5], int righe);
```

Array Bidimensionali

Una matrice che ha N righe ed M colonne

```
int a[N][M];
```



Si può utilizzare `a[i][j]` per accedere all'elemento in riga `i` colonna `j`.

Si può passare un array bidimensionale ad una funzione ma si deve specificare la lunghezza della seconda componente nella dichiarazione della funzione!

Esempio

```
void foo(int a[][5], int righe);
```

Questa funzione opererà solo con matrici aventi 5 colonne. Forte limitazione!
Si possono rimpiazzare con array classici calcolando opportunamente gli indici.

Array Bidimensionali

Esempio. Calcolo della somma degli elementi in una matrice N x 5

```
int sum(int a[][5], int righe) {

   int i, j, sum = 0;
   for( i = 0; i < righe; i++ )
      for ( j = 0; j < 5; j++ )
            sum += a[i][j];
   return sum;

}
```