Stringhe

Le stringhe

- Le stringhe sono sequenze di caratteri,
  - in C le stringhe costanti vengono denotate da una successione di caratteri racchiusa fra apici Es:

```
"ciccio"
"n = %d"
"Ciao Mondo"
```

  - La rappresentazione interna è come un array di caratteri non modificabile terminato dal carattere `'\0'`

c	i	c	c	i	o	\0

Le stringhe

c	i	c	c	i	o	\0

- Quindi una stringa occupa un array con un carattere in più riservato al carattere terminatore
- Le stringhe variabili sono rappresentate come array di caratteri:

```
char parola[M], frase[N];
```

- Per quanto detto prima bisogna sempre ricordarsi di allocare un carattere in più dei caratteri contenuti nelle stringhe che intendiamo scriverci dentro

Le stringhe

- Le costanti di tipo stringa sono di tipo puntatore a carattere:

```
char * msg = "Errore di conversione";
```

- E non sono modificabili, per dichiarare una stringa modificabile bisogna utilizzare un array di char

```
char msg[N] = "Errore di conversione";
```

- La stampa delle stringhe si può effettuare direttamente con il modificatore `%s`

Le stringhe

Vediamo un esempio:

```
int main (void) {
 char * msgconst = "Errore di conversione";
 char msg[N] = "Errore di conversione";
 printf( "%s, %s", msgconst, msg);
 /* stampa "Errore di conversione, Errore di
conversione" su stdout */
 msg[0]='Z';
 printf( "%s", msg);
/* stampa "Zrrore di conversione" */
.....
msgconst[0]='Z';
/* da errore in esecuzione (Segmentation fault) */
```

Le stringhe

- La libreria **`string.h`** contiene un insieme di funzioni predefinite per lavorare con le stringhe, ad esempio
  - **`strlen(char * s)`** fornisce la lunghezza della stringa **`s`** senza contare il terminatore
- Ad esempio:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao";
  int i;
  i = strlen(a);
  /* i vale 4 */
  .....
}
```

Le stringhe

- La libreria **string.h** contiene un insieme di funzioni predefinite per lavorare con le stringhe, ad esempio
  - **strlen(char * s)** fornisce la lunghezza della stringa senza il terminatore
- Ad esempio:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao";
  int i;
  i = strlen(a);
  /* i vale 4 */
  /* notare che a deve essere lungo 5 */
..... }
```

Le stringhe

Altre funzioni interessanti:

- **`char* strcpy(char* s,char*p)`**

  copia la stringa **`p`** nella stringa **`s`** (ritorna **`s`**)
- **`int strcmp(char* s,char*p)`**

  che confronta lessicograficamente **`p`** ed **`s`** (restituisce 0 se sono uguali, n<0 se s < p e n>0 altrimenti)
- **`char* strcat(char* s,char*p)`**

  che concatena **`p`** ed **`s`** (modifica **`s)`** (ritorna **`s`**)
- **`char* strstr(char* s, char* p)`**

  che cerca la prima occorrenza della stringa **`p`** in **`s`** e restituisce il puntatore a tale occorrenza (o **`NULL`** se non la trova)

Le stringhe

- Vediamo alcuni esempi:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao";
  char b[20]="arrivederci";
  int i;
  strcpy(b,a);
  printf( "%s", b); /* cosa stampa ???? */
  .....



}
```

Le stringhe

- Vediamo alcuni esempi:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao", c[10];
  char b[20]="arrivederci";
  int i;
  strcpy(c,a);
  strcat(b,":");
  strcat(b,c);
  printf( "%s", b); /* cosa stampa ? */




}
```

Le stringhe

- Vediamo alcuni esempi:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao", c[10];
  char b[20]="arrivederci";
  int i;
  if (strcmp(a,b)<0)
   printf( "%s", a);
  else
   printf( "%s", b); /* cosa stampa ? */

}
```

Le stringhe

- Vediamo alcuni esempi:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao", c[10]="ve";
  char b[20]="arrivederci", *s;
  int i;
  s = strstr(a,c);
  printf( "%s", s);
 /* cosa stampa ? */
  s = strstr(b,c);
  printf( "%s", s);
 /* cosa stampa ? */

}
```

Le stringhe

- Se non gestite bene le stringhe sono pericolose e generano errori difficili da rilevare e catastrofici
  - Le funzioni di libreria si aspettano sempre di lavorare con stringhe correttamente terminate dal carattere nullo **'\0'**,
  - Es: implementazione di **strcpy** (da K&R)

```
void strcpy (char*s, char*t){
  while ( ( *s++ = *t++ ) != '\0');
}
```

Le stringhe

```
void strcpy (char*s, char*t){
  while ( ( *s++ = *t++ ) != '\0');
}
```

- Se la stringa non è terminata (o se **s** non ha abbastanza spazio) si continuano ad incrementare i puntatori andando avanti a leggere (e scrivere!) valori in memoria *(buffer overrun)*
- Si può sovrascrivere e danneggiare lo spazio di memoria di altre variabili, i frame sullo stack o la tabella di allocazione dello heap
- Si può raggiungere memoria non allocate o non accessibile ricevendo segnali di violazione di Segmento con conseguente terminazione del programma in esecuzione

Le stringhe

Morale :

- Assicuratevi sempre che le stringhe siano terminate e che ci sia abbastanza spazio nei buffer
- Se non siete sicuri della presenza del terminatore usate funzioni che non permettano l'overrun, perchè è possibile dire quanto è grande il buffer

Es: **`strncpy(char* s,char*p, size_t n)`**

in cui il terzo parametro serve per dire quanto è lungo il buffer **`s`**

  - In questo caso dopo la copia bisogna controllare che il risultato contenga effettivamente il terminatore perchè la fine del buffer può essere stata raggiunta prima

- Usate strumenti come **`valgrind`** se avete dubbi sul comportamento del vostro programma (segnala scritture e letture fuori dai buffer – sullo heap)

Leggere le stringhe

Sono pericolose:

- **`scanf("...%s...", p)`**

  copia la stringa letta nell'array **`p`**

  ma meglio evitarla, se la stringa è troppo lunga può causare overrun su **`p`**

- **`char * gets(char * s )`**

  Copia la stringa letta (fino al primo '\n') nell'array **`s`**. Da non usare mai perchè può causare overrun su **`s`**

Safe:

- **`char * fgets(char* p, int sz, FILE* stream)`**

legge dallo stream al più **`sz-1`** caratteri fino al primo **`'\n'`** (compreso) ricopia tutto in **`p`** aggiungendo sempre il terminatore **`'\0'`** (ritorna **`p`** o **`NULL`** in caso di **`EOF`**)

Esempio: tutto maiuscolo

- Voglio leggere da stdin una serie di stringhe (sep. '\n') fino all'EOF e stamparle trasformando tutti i caratteri in maiuscoli

```
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>
#define N 256
int main (void) {
  int i, n; char * p; char buf[N+2];
  p = fgets(buf, N+2, stdin);
  while ( p != NULL ) {
    n = strlen(buf);
    for( i=0; i< n-1; i++)
      buf[i]=toupper(buf[i]);
    printf( "%s", buf);
    p = fgets(buf, N+2, stdin);
} return 0; }
```

Esempio: tutto maiuscolo

```
$ ./maiuscolo
```

Se digito "pippo" e ritorno carrello ↓

```
$ ./maiuscolo
pippo
PIPPO
```

Se digito "ciccio" e ritorno carrello ↓

```
$ ./maiuscolo
pippo
PIPPO
ciccio
CICCIO
```

Esempio: tutto maiuscolo

```
$ ./maiuscolo
pippo
PIPPO
ciccio
CICCIO
```

Esco con EOF (Control + D)

```
$ ./maiuscolo
pippo
PIPPO
ciccio
CICCIO
$
```

Conversioni stringa numero

- Per convertire una stringa in un tipo numerico sono disponibili diverse funzioni

```
sscanf()
int atoi(char * p)
long atol (char * p)
double atof (char * p)
```

cioè ASCII to integer, long or double

  - Da usare SOLO quando siamo sicuri che la stringa e' ben formata e la base di conversione è 10

Conversioni stringa numero

- Per convertire una stringa in un tipo numerico sono disponibili diverse funzioni (cont.)

```
long strtol(char *p, char** endp, int base)
double strtod(char *p, char** endp);
```

  - per convertire interi/reali quando è necessario gestire i possibili errori o scegliere una base diversa,
  - restituiscono il valore convertito
  - **`*endp`** conterrà il puntatore al primo carattere che non è stato convertito (se **`endp!=NULL`**)
  - Se c'è stato un errore restituisce 0 e **`*endp`** ha il valore **`p`**

Esempio: atoi

- Voglio leggere da standard input una serie di stringhe e convertirla in interi (base 10 con **`atoi()`**)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define N 256
int main (void) {
  int i; char * p; char buf[N+2];
  p = fgets(buf, N+2, stdin);
  while (p != NULL ) {
    i = atoi(buf);
    printf( "risultato = %d\n", i);
    p = fgets(buf, N+2, stdin);
 }
return 0;
}
```

Esempio: atoi

```
$ ./converti
```

Se digito "56" e ritorno carrello ↓

```
$ ./converti
56
risultato = 56
```

Se digito "ciccio" e ritorno carrello ↓

```
$ ./converti
56
risultato = 56
ciccio
risultato = 0
```

Esempio: strtol

- Voglio leggere da standard input una serie di stringhe convertirla in interi (base 16 con **`strtol()`**)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define N 256
int main (void) {
  int i; char * p; char buf[N+2];
  p = fgets(buf, N+2, stdin);
  while (p != NULL ) {
    i = strtol(buf,NULL,16);
    printf( "risultato = %d", i);
    p = fgets(buf, N+2, stdin);
 }
return 0;
}
```

Esempio: strtol

- Voglio leggere da standard input una serie di stringhe convertirla in interi (base 16 con strtol()) controllando gli errori

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define N 256
int main (void) {
  int i; char * p, *q, buf[N+2];
  p = fgets(buf, N+2, stdin);
  while ( p != NULL ) {
    i = strtol(buf,&q,16);
    if ( *q!='\n' ) printf("Errore!\n");
    else printf( "risultato = %d\n", i);
    p = fgets(buf, N+2, stdin);
 } return 0; }
```

Esempio: strtol

```
$ ./converti16
```

Se digito "a123" e ritorno carrello ↓

```
$ ./converti16
a123
risultato = 41251
```

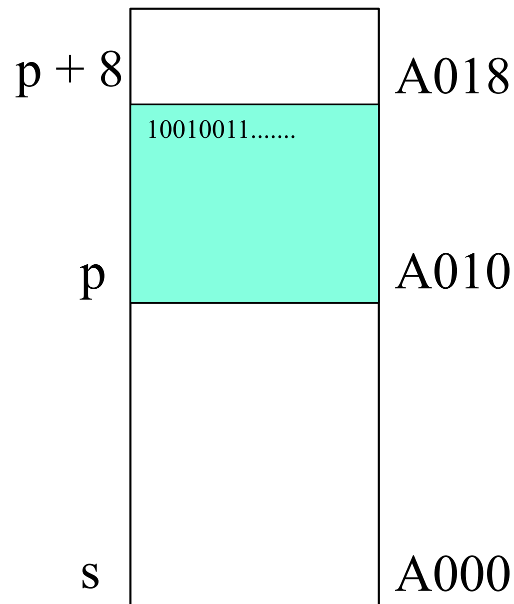
Se digito "ciccio" e ritorno carrello ↓

```
$ ./converti16
a123
risultato = 41251
ciccio
Errore!
```

Memcpy: copiare aree di memoria

`void * memcpy(void* s,const void*p, size_t n)`

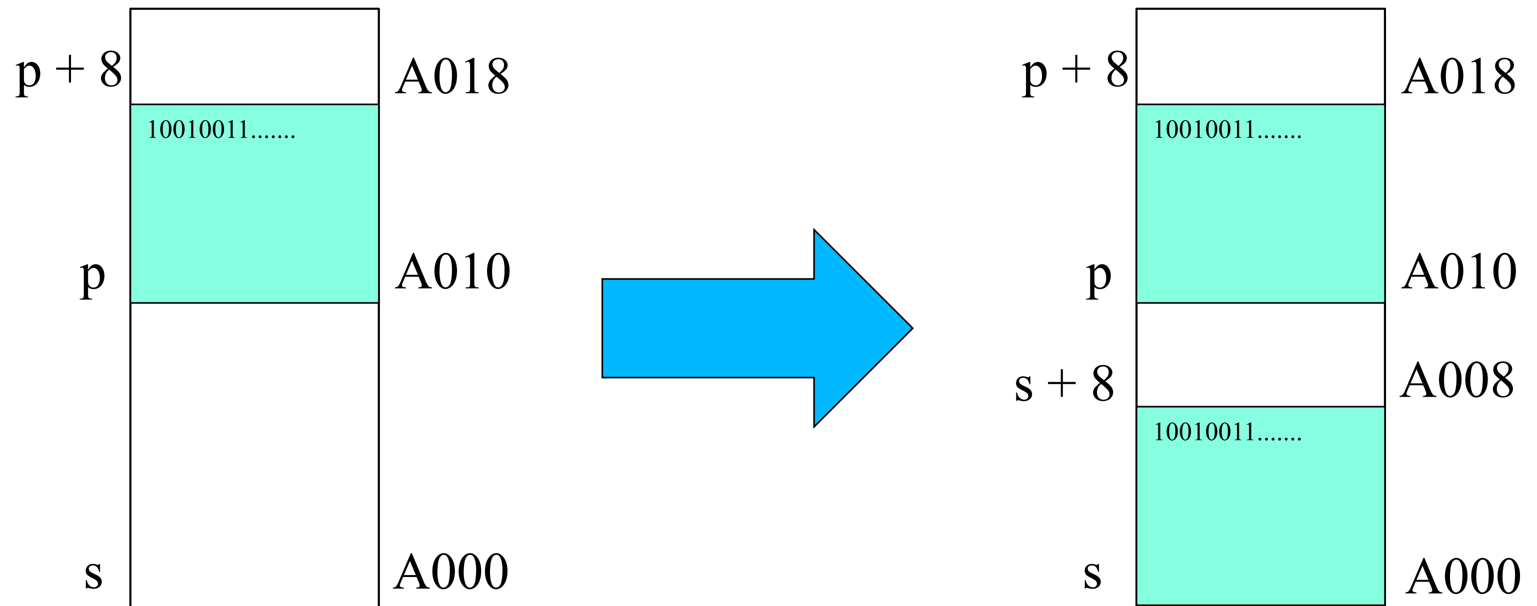
Copia il contenuto della memoria a partire dall'indirizzo **`p`** per **`n`** byte (fino a **`p+n`**) nell'area che va da **`s`** a **`s+n`** (e ritorna **`s`**) Es:



Memcpy: copiare aree di memoria

```
void * memcpy(void* s,const void*p, size_t n)
```

Copia il contenuto della memoria a partire dall'indirizzo **`p`** per **`n`** byte (fino a **`p+n`**) nell'area che va da **`s`** a **`s+n`** (e ritorna **`s`**) Es:



Memcpy: copiare aree di memoria

`void * memcpy(void* s,const void*p, size_t n)`

Copia il contenuto della memoria a partire dall'indirizzo **`p`** per **`n`** byte (fino a **`p+n`**) nell'area che va da **`s`** a **`s+n`** nell'area c (e ritorna **`s`**) Es: assegnare un array ad un altro, abbiamo visto che l'assegnamento diretto non è possibile

```
int a[N], b[N];
....
memcpy(b,a,N*sizeof(int));
/* copia tutto a in b */
```