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'`

Le stringhe

- 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"`** oppure

    `char msg[] = "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
- **size_t 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 e' lungo 5 */
..... }
```

Le stringhe

Altre funzioni interessanti:

- **char * strcpy(char* s,char* p)**
  - copia la stringa **p** nella stringa **s** e restituisce il puntatore *p
- **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**)e restituisce il puntatore *p
- **char * strstr(char* s, char* p)**
  - che cerca la prima occorrenza della stringa **p** in **s** e restituisce il puntatore a tale occorrenza se esiste NULL altrimenti

Le stringhe

- Vediamo alcuni esempi:

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

Le stringhe

- Vediamo alcuni esempi:

```
int main (void) {
  char a[5]="ciao", char 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\n", s);
 /* cosa stampa ? */
 s = strstr(b,c);
  printf( "%s\n", 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 **p** nella stringa **s**
  - ma meglio evitarla, può causare overrun su **p**
- **char * gets(char * s)**
  - da non usare mai perchè può causare overrun su **s** utilizzeremo **fgets()** (vedi libreria stdio.h)

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'**

Esempio: tutto maiuscolo

- Voglio leggere da stdin una serie di stringhe 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
```

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

Esco con EOF
(Control + D)

Conversioni stringa numero

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

  `int sscanf ( const char * s, const char * format, ...),`

  `int atoi(const char * str),`

  `long int atol ( const char * str ),`

  `double atof (const char* str);`

  ASCII to integer, long or double

  - Da usare quando siamo sicuri che la stringa e' ben formata e la base di conversione è 10
  - **`long int strtol (const char* str, char** endptr, int base),`** **`strtod()`** e varianti

    per convertire interi/reali quando è necessario gestire i possibili errori o scegliere una base diversa

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!
```

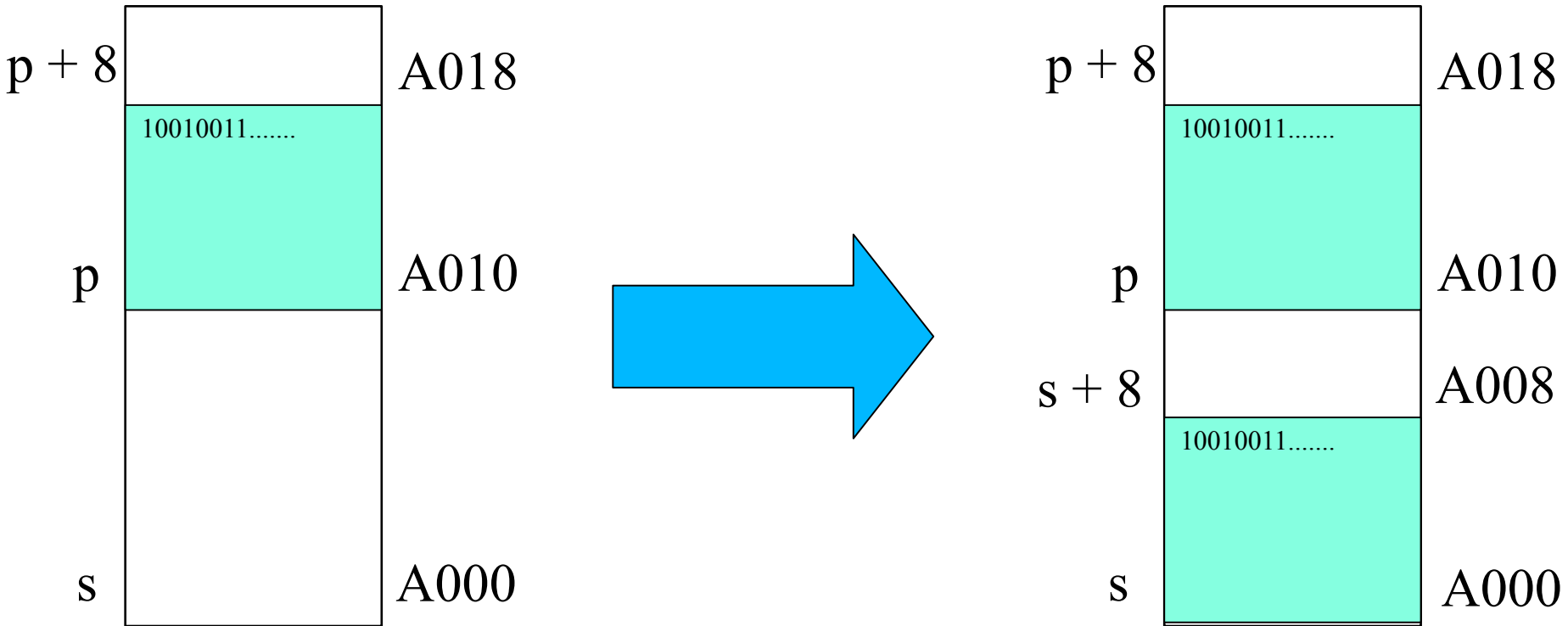
Memcpy: copiare aree di memoria

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**

Memcpy: copiare aree di memoria

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

Es:



Memcpy: copiare aree di memoria

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**

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 */
```