

# C SHEET

## compilazione semplice

il file deve avere estensione .c

```
$clang programma.c genera file a.out
```

```
$ .\a.out esegue il file
```

altrimenti posso rinominare il file a.out con

```
$ clang file.c -o nome
```

```
$ .\nome
```

4 fasi: pre-processing, compilazione (C → assembler), assemblaggio (assembler → binario), linking

visualizzare il codice assembly (post compilazione):

```
$ clang -s file.c
```

```
$ cat file.s
```

visualizzare file oggetto (post assemblaggio):

```
$ clang -c file.c
```

si genera un file `file.o`, non apribile con un editor di testo

posso compilare per stadi, per esempio:

```
$ clang add.c -c
```

```
$ clang main.c -c
```

```
$ clang add.o main.o -o add
```

## progetto c e compilazione separata

Un unico file dovrà contenere la funzione `main()`.

Per chiamare una funzione definita in un file diverso la *dichiarazione* deve essere visibile.

Analogamente anche per costanti, tipi, ecc

Di norma le dichiarazioni vengono inserite negli header che:

- contengono esclusivamente le dichiarazioni
- file incluso con `include <file.h>` o `include "file.h"`
- il file header deve essere incluso sia nel file.c contenente le definizioni delle funzioni, sia negli altri file

- il file.c di definizione se include l'header corrispondente non ha bisogno della dichiarazione
- poiché più inclusioni dello stesso header non vanno bene, per evitare ripetizioni tra file:
  - `#ifdef` : if defined, codice incluso se prima è stata definita la costante
  - `#ifndef` : if not defined, codice escluso se prima è stata definita la costante

esempio ifdef

```
#define SIMBOLO
#ifdef SIMBOLO //se definito
    codice...
#endif
```

esempio ifndef (header che si accorga nel caso venga definito più volte, buona pratica)

```
#ifndef ADD_H__ //se non è definito, in questo
#define ADD_H__ //definisci
int add(int x, int y);
//resto del corpo del file header
#endif
```

## grafo dipendenze e makefile

`make` si occupa di gestire compilazione dei programmi c. Il grafo delle dipendenze viene codificato in un file di testo chiamato `Makefile`

sintassi:

```
target : source file(s)
    command
```

nota, command deve essere preceduto da `<tab>`. In caso di source più recente i target (dipendenti) vengono aggiornati eseguendo i comandi specificati nelle regole del Makefile

esempio di makefile:

```
add: add.o main.o
    clang add.o main.o -o add
add.o: add.h add.c
    clang -c add.c
main.o: add.h main.c
    clang -c main.c
```

inovcando `make` viene interpretato il Makefile e compilato il programma.

## direttive pre processing

`#` : direttive del processore, a *inizio* del programma

`#define` : serve a definire una costante o una funzione

`#include` : serve a preprocessare un file con determinate funzioni

Es: `#include <stdio.h>`

- definire una costante `#define NOME valore`
- includere file `#include <nome.h>`

## tipi presenti in c

char, short int, int, long int, float, double, unsigned int (anche long / short)

conversioni mediante:

- promozioni: char → short → int → long int → float → double
- cast: (tipo) variabile

particolarità:

- le stringhe sono considerate array di char
- non esiste il tipo bool, costrutti si aspettano espressioni intere (0 = falso)
- struct...

## sintassi di base

- dichiarazione variabili:
- dichiarazione funzione (prototipo): `tipo_ritornato nome_funzione(lista_parametri);`
- dichiarazione di tipo:
- costrutti di controllo e cicli (if,for,while, switch)
- operatori aritmetici: +, -, \*, / (parte intera), % (modulo), ++, --
- operatori di confronto: < > <= >= == !=
- operatori logici: && (and), || (or), ! (not)
- costanti

costrutti

for(dichiarazione e inizio indice; condizione fine; passo): termina quando condizione fine = 0

while(condizione): se condizione uguale a 0 termina, altrimenti continua

specificatori di formato:

- `%d` : intero
- `%f` : float
- `%c` : char
- `%s` : stringa
- `%p` : puntatore
- `%x` : esadecimale
- `%2.3f` : float con almeno 2 cifre intere e 3 cifre decimali (formato)

nota `%%` quoting del carattere `%` in `printf` su visual studio

sequenze di escape:

- `\n` newline
- `\t` Tab
- `\\` singola backslash `'\'`
- `"` doppi apici

## struttura del programma

```
#include ...

int main(){
    blocco di codice
    return 0;
}
```

## funzioni

Le funzioni vengono prima dichiarate e poi definite tramite l'implementazione

- dichiarazione: "intestazione", tipo nome(argomenti)
- implementazione: corpo

dichiarazione deve precedere la chiamata, se

## variabili e passaggio per valore

le funzioni operano su **copie** dei valori degli argomenti, non sugli argomenti stessi. L'unico modo per operare sugli argomenti è passare il loro indirizzo di memoria, tramite *puntatori*.

- scope: visibilità delle variabili

## array

dichiarazione `tipo nome_array[dim] = {valori}`

generalmente uso dei puntatori per accedere agli elementi dell'array o per passare l'array ad una funzione

gli array non vengono passati per valore, ma per riferimento

esempio:

```
int array[5] = {1,2,3,4,5};
int *pa = &a[0];
printf("%d", *pa); //stampa 1
printf("%d", *(pa+1)); //stampa 2
```

```
void fill(int *begin, int size, int value) {
    for(int *p=begin; p<begin+size; ++p)
        *p=value;
}
```

è possibile anche dichiarare array multidimensionali:

```
float matrix[4][3] = {{1,2,3},{4,5,6},{7,8,9},{10,11,12}};
matrix[1][1] = 2;
```

## puntatori

variabile che contiene l'**indirizzo di memoria** di un'altra variabile

`tipo *nome_puntatore = valore iniziale;`

ci sono due operatori:

- address of `&` : ottiene un puntatore alla variabile (= indirizzo di memoria)
- dereferenziazione `*` : accesso alla variabile puntata dal puntatore (= valore)

tramite aritmetica dei puntatori posso accedere agli elementi di un array:

`*p + i` : puntatore avanza di `i * sizeof(T)` byte

`*(p + i)` : `p[i]`

in quanto variabili, anche i puntatori possono essere elementi di un array

`char *line[42] = {};` array di 42 puntatori a char \*

```
int i = 2;
```

```
int *p = 0; : un puntatore di valore 0
```

```
&i : indirizzo della variabile i
```

```
&p : indirizzo del puntatore p
```

```
int *p = &i; : il puntatore p = indirizzo di i
```

```
int *p = i; : il puntatore assume valore i(=2);
```

```
int x = *p; : x è uguale a contenuto nell' indirizzo di p, se p non è un registro
```

## NOTA:

```
int a[10][20]; //alloca spazio per 200 interi (10 x 20)
```

```
int *b[10]; //alloca spazio per 10 puntatori a intero
```

a[i][j] e b[i][j] denotano due `int`, ma b[i] può puntare a un array di lunghezza diversa

## puntatory e array

alcuni comportamenti utili:

```
#define SIZE 4
```

```
int a[SIZE]={10,20,30,40}
```

```
int *p = &a[0]; //importanza dichiarazione puntatore con presenza &variabile
```

```
printf("%d",*p); -> ritorna 10
```

```
printf("%d",*p+1); -> ritorna 11
```

```
printf("%d", *(p+1)); -> ritorna 20
```

```
printf("%d", p); -> ritorna un errato
```

```
printf("%d", &p); -> ritorna un valore errato
```

## stringhe

le stringhe sono array di char, terminate da un carattere nullo '\0'

esempio:

```
char s[] = "ciao";
```

```
char s[] = {'c','i','a','o','\0'};
```

nota: `char *stringa = "Ciao mondo";` compila ma **NON** è corretto

## librerie viste a lezione

- stdio.h: standard input/output

- `string.h`: funzioni per la manipolazione di stringhe

## argomenti da riga di comando

un programma C può ricevere argomenti da riga di comando, tramite la funzione

```
int main(int argc, char **argv)
```

```
$ nome_programma argv[1] argv[2] ...
```

```
$ somma -s
```

`argc`: numero di argomenti passati (il primo è la chiamata, non serve contarli)

`argv`: array di puntatori a carattere, che puntano alle stringhe degli argomenti

primo parametro: nome programma

ultimo elemento (`argv[argc]`) è `NULL`

## scanf e sscanf

Di default gli spazi bianchi tra due valori in input vengono ignorati

```
int x = 0, y = 0;
scanf("%d %d", &x, &y);
```

posso anche richiedere altri caratteri in input, che vengono richiesti ma ignorati in lettura

```
float real = 0, float imag = 0;
scanf("( %f , %f )", &real, &imag);
```

```
$ "(3.14, 0)"
```

leggere e convertire il valore secondo tipo specificato e ignorarlo:

```
scanf("(%f %*c %f)", &real, &imag);
```

## allocazione dinamica

funzione `malloc` `void *malloc(unsigned n);` argomento numero di byte da allocare, ritorna il puntatore all'inizio dell'area di memoria (di qualsiasi tipo)

funzione `sizeof()` `sizeof(tipo)` ritorna il numero di memoria dedicata per una singola istanza del tipo (es. un byte per un `char` e via dicendo)

la funzione `free()` `free(*puntatore)` serve a liberare la memoria allocata dinamicamente con `malloc`, in quanto la memoria allocata dinamicamente non ha uno scope preciso, rimanendo allocata

# strutture

Sono un **tipo di dato** aggregato, che raggruppa variabili di tipo diverso in un'unica identità. Analoghe ai tipi base (quindi possono essere contenute in un array e possono esserci puntatori del tipo struttura)

dichiarazione di una struttura

```
struct name{  
    tipo nome1;//istanza 1  
    tipo nome2;//istanza 2  
    ...  
}  
  
essendo come  
struct name p = { componente1, componente2, ...} //varaibile di tipo struct
```

L'accesso alle componenti delle struct può avvenire in due modi:

- tramite puntatore alle componenti: `(puntatore).componente`
- stessa cosa ma tramite *operatore dedicato*: `puntatorestruttura->componente` , `(s->var)`

Esempio:

```
//dichiarazione di una struttura  
struct point{  
    float x;  
    float y;  
};  
//dichiarazione di una variabile  
struct point p = {3, 4};  
  
//operazioni  
printf("%f, %f\n", p.x, p.y);  
scanf("{ %f, %f }", &p.x, &p.y);  
  
//esempio funzione  
float abs(struct point p){  
    return sqrt(p.x * p.x + p.y * p.y); }  
  
//puntatore a strutture e accesso  
struct point *pp = &p;  
  
printf("%f %f\n", pp->x, pp->y); //Equivalente alla seguente  
printf("%f %f\n", (*pp).x, (*pp).y);
```



# PROGRAMMAZIONE DI SISTEMA

Un processo interagisce con sistema operativo tramite chiamate di sistema. Al programmatore sono fornite funzioni, di tipo:

- ISO C
- POSIX

## accesso ai file

prima di leggere/scrivere bisogna *aprire* un file:

```
FILE *fopen(char *name, char *mode);
```

\*name = nome del file, \*mode = stringa modalità "r" (reading), "w" (writing), "a" (append)

ottenuto il puntatore di tipo FILE\*, possiamo usarlo per operare sul file con  
fprintf(), fscanf(), fgetc(), fputc()...

per *chiudere* un file:

```
int fclose(FILE *fp);
```

NOTA: esistono tre file pointer standard già aperti e pronti all'uso:

- `stdout` : standard output → `printf("str")` equivale a `fprintf(stdout, "str")`
- `stdin` : standard input → `scanf(*char, "formato", ...)` equivale a `fscanf(stdin, "formato", ...)`
- `stderr` : standard error

## gestione degli errori

tramite `feof()` e `ferror()` distinguo i casi in cui c'è un errore in lettura rispetto al caso in cui il file è terminato.

Per distinguere quale errore, le funzioni impostano la variabile globale `errno`, in `errno.h` si trovano le costanti corrispondenti ai possibili errori riportati dalle funzioni standard (EACCES E EISDIR)

tramite la funzione `strerror()` posso ottenere una stringa di descrizione dell'errore

```
fprintf(stderr, "descrizione errore:%s\n", strerror(errno));
```

anche la funzione `pererror()` agisce analogamente

## posizionamento in lettura/scrittura

lettura e scrittura avvengono in modo sequenziale (inizio → fine)

```
int fseek( FILE *file, long offset, int whence)
```

es. `fseek(file, 0, SEEK_SET)` ; fa tornare all'inizio del file

la funzione `ftell()` restituisce posizione corrente

## input/output binario

`fopen(char* nome_file, "rb")`: reading binary, apre il file in lettura binaria (output)

`fopen(char *nome_file, "wb")`: writing binary, apre il file in scrittura binaria (input)

per I/O binario si usano funzioni apposite:

lettura:

```
size_t fread(void *ptr, size_t size, size_t nitems, FILE *file );
```

legge `size*nitems` byte dal file e scrive nella memoria puntata da `ptr`

scrittura:

```
size_t fwrite(void *ptr, size_t size, size_t nitems, FILE *file);
```

scrive sul file `size*nitems` byte dalla memoria puntata da `ptr`

## FUNZIONI POSIX

```
#include <unistd.h>
```

- permettono di scrivere/leggere da fonti diverse: pipe, socket
- funzioni POSIX effettuano direttamente le system call, ISO adottano un buffer interno
- permettono di gestire permessi, link e altri attributi dei file

## aprire un file

```
int open(const char *path, int openflags);
```

apre il file `path` nel modo specificato da `openflags`:

- O\_RDONLY: open for reading only
- O\_WRONLY: write only
- O\_RDWR: reading and writing
- O\_APPEND: append on each write
- O\_CREAT: create file if it does not exist
- O\_TRUNC: truncate size to 0
- O\_EXCL: error if O\_CREAT and the file exist

restituisce un file descriptor che:

- rappresenta il file aperto
- può essere associato a file ma anche a pipes, socket, ecc
- tre file descriptor default:
  - standard input: (0)
  - standard output: (1)
  - standard error: (2)

lettura e scrittura tramite read() and write() che sono analoghe alle rispettive ISO fread() e fwrite()

```
ssize_t read(int fd, void *buffer, size_t nbytes);
```

```
ssize_t write(int fd, void *buffer, size_t nbytes);
```

## chiamate stat e fstat

stat() e fstat() permettono di accedere in lettura alle informazioni e proprietà di un file

stat(): primo argomento pathname

```
int stat(const char *pathname, struct stat *out);
```

fstat() opera su un descrittore di un file già aperto

```
fstat( int filedes, struct stat *out);
```

risultato è un puntatore di una struttura struct stat:

```
struct stat{  
    ...  
}
```

## funzioni viste a lezione

getchar: `getchar()` legge carattere dallo standard input

putchar: `putchar(c)` stampa carattere nello standard output

- **stringhe**

strlen: `int strlen( *char s)` restituisce la lunghezza di una stringa

strncmp: `int strcmp( *char s1, *char s2, unsigned len)` confronto lessicografico di due stringhe (0 uguali, -1 altrimenti)

strcmp: `int strcmp( *char s1, *char s2)` versione meno sicura in quanto manca lunghezza

strncpy: `char *strncpy( *char dest, *char source, unsigned len)` copia i primi len caratteri di source in dest

strncat: `char *strncat( *char dest, *char source, unsigned len)` concatena i primi len caratteri di source a dest

- **stampa**

printf: `printf ("stringa", %1, %2, ...)` stampa stringa nello standard output, sostituendo ogni % nella stringa al corrispondente argomento

scanf: `scanf("formato", &var1, &var2, ...)` legge input da standard input e lo memorizza nelle variabili passate come argomento

sscanf: `sscanf(stringa, "formato", &var1, &var2, ... )` legge da stringa fornita come parametro invece che da standard input

sprintf: `sprintf(stringa, "formato", var1, var2, ...)` stampa su una stringa invece che su standard output

snprintf: `snprintf(stringa, dimensione, "formato", var1, var2, ...)` ulteriore argomento lunghezza massima stringa (consigliata)

- **memoria dinamica**

malloc: `void *malloc(unsigned n);` serve ad allocare n byte contigui, void \* è un puntatore di qualsiasi tipo

free: `free(puntatore-malloc);` serve a liberare la memoria allocata con malloc (buona norma usarlo sempre)

realloc: `void *realloc(void *ptr, unsigned new_size);` funzione ritorna un nuovo puntatore

`calloc`: `void *calloc(unsigned count, unsigned size);` alloca della memoria azzerandola precedentemente

- **chiamate ISO**

`stdout` : standard output (FILE in scrittura)

`stdin` : standard input (FILE in lettura)

`stderr` : standard error (FILE in scrittura)

`fopen()`: `FILE *fopen(char *name, char *mode);` restituisce il puntatore del file su cui operare. `*mode` può essere: "r", "w", "a", "rb", "wb"

`fclose()`: `int fclose(FILE *fp);` chiude il file pointer (buona norma utilizzarlo sempre)

`fprintf()`: `int fprintf(FILE *fp, char *format, ...);` analogo a `printf()`

`fscanf()`: `int fscanf(FILE *fp, char *format, ...);` analogo a `scanf()`

`fgetc()`: `int fgetc(FILE *fp);` analogo a `getchar()`

`fputc()`: `int fputc(int c, FILE *fp);` analogo a `putchar()`

`fread()`: `size_t fread(void *ptr, size_t size, size_t nitems, FILE *file );` legge (size \* nitems) byte da file e scrive su `*ptr`

`fwrite()`: `size_t fwrite(void *ptr, size_t size, size_t nitems, FILE *file);` scrive (size \* nitems) byte da `*ptr` su file

`feof()`: `int feof(FILE *fp);` restituisce vero (`n > 0`) se lettura è arrivata alla fine

`ferror()`: `int ferror(FILE *fp);` restituisce vero (`n > 0`)

`strerror()`: `*char strerror(errno);` ritorna stringa di descrizione corrispondente al valore di `errno`, cioè al tipo di errore

`pererror()`:

`fseek()`: `int fseek(FILE *fp, long offset, int whence);` imposta la posizione attuale a *offset* byte da posizione *whence* che può essere: `SEEK_SET` (inizio file), `SEEK_CUR` (posizione corrente), `SEEK_END` (fine file)

`ftell()`: `int ftell(FILE *file);` restituisce posizione attuale

- **CHIAMATE POSIX**

`#include <unistd.h>`

`#include <fcntl.h>`

0: standard input

1: standard output

## 2: standard error

`open(): int open(const char *pathname, int openflags);` restituisce il file descriptor  
`creat(): int creat(const char *pathname, mode_t mode);` equivalente a `open()` con flag `O_CREAT | O_WRONLY | O_TRUNC`  
`close(): int close(int fd);` chiude il file descriptor  
`read(): ssize_t read(int fd, void *buffer, size_t nbytes);`  
`write(): int`  
`lseek(): off_t lseek(int fd, off_t offset, int whence)`  
`unlink(): int`  
`fcntl(): int fcntl(int fd, int op, .../* arg */);`  
`chmod(): int`

```
#include <sys/types.h>
```

```
#include <sys/stat.h>
```

```
stat(): int stat(const char *pathname, struct stat *out);
```

```
fstat(): fstat( int filedes, struct stat *out);
```

```
struct stat{
    dev_t st_dev;           // device id
    ino_t st_ino;           // inode number
    mode_t st_mode;         // tipo di file e permessi
    nlink_t st_nlink;       // numero di link non simbolici
    uid_t st_uid;           // UID
    gid_t st_gid;           // GID
    dev_t st_rdev;          // device type
    off_t st_size;          // dimensione del file
    time_t st_atime;        // tempo di ultimo accesso
    time_t st_mtime;        // tempo di ultima modifica
    time_t st_ctime;        // tempo di creazione
    long st_blksize;        // dimensione del blocco
    long st_blocks;         // numero di blocchi
};
```