

4 - Metodo di utilizzo dei file in C

I file svolgono un ruolo fondamentale nella programmazione, possono essere usati:

- per acquisire **input** in modo automatico senza l'utilizzo della tastiera
- per **memorizzare in modo persistente degli output** del programma

Nel C i file vengono gestiti attraverso il concetto di **flusso o stream**; uno stream è una **sequenza di dati** (come stringhe, struct, ecc...), tipicamente i file si usano per memorizzare a lungo termine i dati contenuti nelle struct, ma possono essere usati anche per scopi differenti.

Il file

Lo stream è un concetto **astratto**, di fatto anche la navigazione sul web avviene tramite stream, ovvero flussi di dati che vengono scambiati tra un client ed un server.

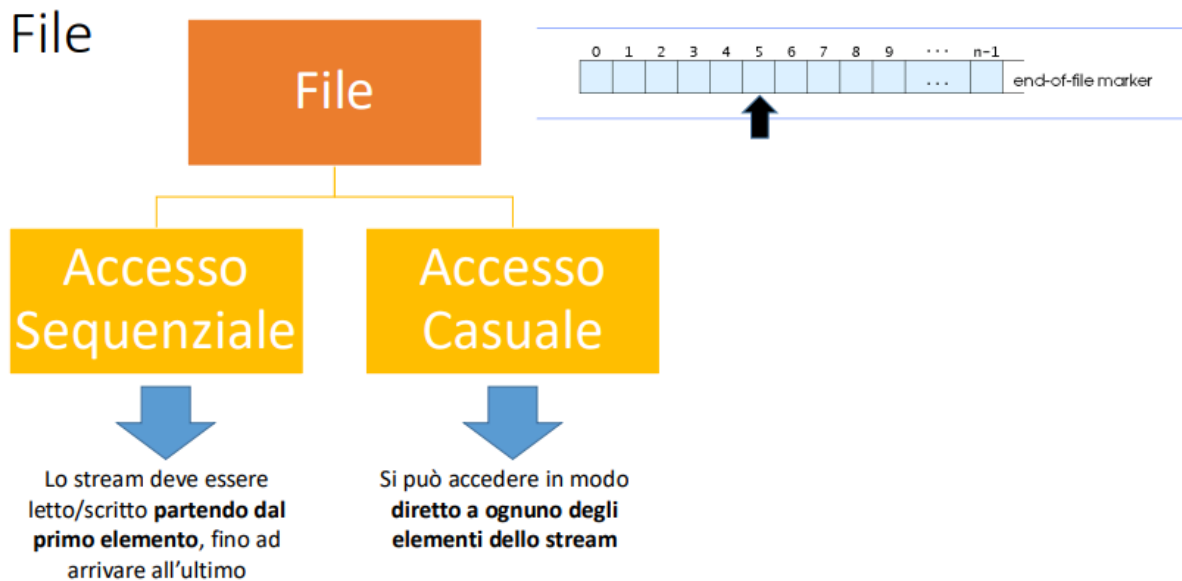
Lo stream si divide in due possibilità:

- **input stream**: esso è il flusso di dati che può essere **letto**:
 - Apertura di uno stream
 - Lettura del dato
 - Avanzamento al dato successivo
 - Verifica di fine stream
 - Chiusura dello stream
- **output stream**: esso è il flusso di dati che può essere **scritto**:
 - Apertura di uno stream
 - Scrittura di un dato
 - Accodamento di un dato
 - Chiusura

Lo stream non è un concetto totalmente nuovo, lo si usa regolarmente con il `printf()` e lo `scanf()`, attraverso le corrispettive librerie:

- `stdin` per l'input da tastiera
- `stdout` per l'output sullo schermo

La scrittura e lettura nei/sui file si basa sempre su delle varianti quasi omonime del `printf` e dello `scanf`.



I file ad **accesso sequenziale** sono anche detti **file testuali**, poiché il loro contenuto può essere aperto tramite un editor di testo e mostrato a schermo.

I file ad **accesso casuale** o diretto, sono anche detti **file binari**, poiché il loro contenuto non può essere visualizzato attraverso un editor di testo.

I file in C

Per poter utilizzare i file nel C si deve in primis includere la libreria `<stdio.h>` (che già includiamo a prescindere nella maggior parte dei progetti) questo perché si deve dichiarare una variabile di tipo **FILE**: `FILE *fileName`

Questa variabile è un puntatore che punta proprio alla struttura di tipo **FILE**, definita nella libreria `<stdio.h>`, per questo è d'obbligo includerla.

Questa struttura contiene:

- le **informazioni di sistema**, in modo tale da affacciarsi con il SO e visualizzare le varie informazioni dei file, come il recupero del **File Control Block** del file stesso.
- le **informazioni del file**, ovvero se è in scrittura o lettura, la data di modifica, la **locazione fisica** dei blocchi di memoria.

La struttura della struct FILE:

```
typedef struct {
    char *fpos; /* Current position of file pointer (absolute address) */
    void *base; /* Pointer to the base of the file */
    unsigned short handle; /* File handle */
    short flags; /* Flags (see FileFlags) */
    short ungetc; /* 1-byte buffer for ungetc (b15=1 if non-empty) */
    unsigned long alloc; /* Number of currently allocated bytes for the
file */
    unsigned short buffincrement; /* Number of bytes allocated at once */
} FILE;
```

Operazioni sui file

Le operazioni eseguibili sui file sono:

- Apertura del file
- Lettura dei dati
- Scrittura dei dati
- Chiusura del file
- Verifica di fine stream
- Riavvolgimento dello stream
- Collocare il puntatore in un punto preciso del file (nei file ad accesso casuale)

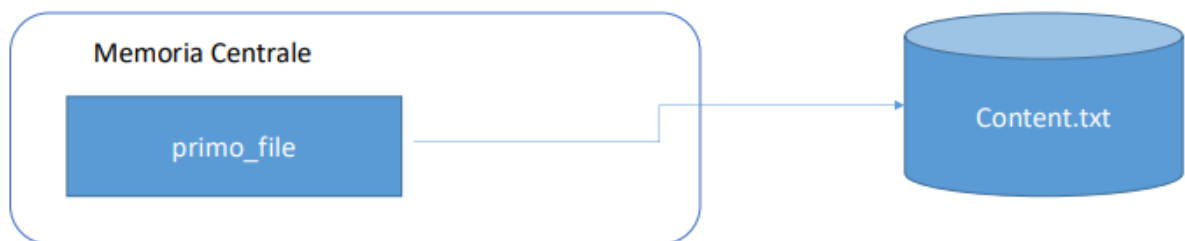
Apertura dei file

```
FILE *fopen(const char* filename, const char* mode);
```

Dove *filename* sta ad indicare il nome del file da aprire e *mode* è la modalità di apertura. Se il file esiste restituisce un puntatore, altrimenti restituirà **NULL**.

• Esempio

```
• FILE* primo_file = fopen("content.txt", "w");
```



Apertura File - Modalità

		Modalità	Cosa fa	
File Testuali	{	r	open a text file for reading	
		w	truncate to zero length or create a text file for writing	
		a	append; open or create text file for writing at end-of-file	
		r+	open text file for update (reading and writing)	
		w+	truncate to zero length or create a text file for update	
		a+	append; open or create text file for update	
	{	rb	open a binary file for reading	File Binari
		wb	truncate to zero length or create a binary file for writing	
		ab	append; open or create binary file for writing at end-of-file	
		rb+	open binary file for update (reading and writing)	
		wb+	truncate to zero length or create a binary file for update	
		ab+	append; open or create binary file for update	

22/04/2025

31

Chiusura dei file

```
int fclose(const char* filename);
```

Dove in questo caso il nome del file indica il file da chiudere. Ogni file aperto ha associato a se un **buffer**, ovvero un area di memoria temporanea, la fase di chiusura di un file permette di spostare il contenuto del buffer all'intero dello stream.

Inoltre la chiusura è fondamentale per dissociare il descrittore "FILE" dallo stream e rilasciare le risorse trattenute.

Esempio apertura e chiusura di un file:

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

int main(void) {
    puts("Utilizzo dei File");
    FILE *file;

    // Apertura del File. Stampa messaggio di conferma o di errore
    if( (file = fopen("test.txt", "r") ) == NULL) {
        puts("Errore nell'apertura");
    }
    else {
        puts("File aperto con successo");
    }

    // Chiusura del file
    if (file!=NULL && !fclose(file) ) {
        puts("File Chiuso");
    }
}
```

E' sicuramente fondamentale prestare attenzione alla root del file, in questo caso `test.txt` è un esempio relativo, il file dev'essere presente nella stessa root del progetto.

Inoltre `fopen` si preoccupa di creare il file nel momento in cui esso non esista, se quest'ultimo dovesse esistere stamperà un messaggio di errore, perché il suo puntatore sarà diverso da `NULL`.

Lettura dei file

```
int fscanf(FILE* stream, const char* format, ...);
```

Dove *stream* è il nome del file da cui si vogliono leggere i dati, mentre *format* è lo specificatore del formato dei dati.

Il suo metodo di utilizzo segue quello della `scanf` classica, solo con l'aggiunta del puntatore al file: ``

```
int value=0; FILE *file;
fscanf(file, "%d", &value);
```

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    FILE *file;
    if ((file = fopen("test.txt", "r")) == NULL)
    {
        puts("Errore nell'apertura del file");
    }
    else
    {
        puts("File aperto...");
        int value = 0;
        fscanf(file, "%d", &value);
        printf("Valore letto: %d\n", value);
    }
    if (file != NULL && !fclose(file))
        puts("File chiuso.");
}
```

File aperto...
Valore letto: 10
File chiuso.

Apertura file.

Leggo valore intero dal file aperto e lo memorizzo nella variabile **value**, e lo stampo.

Chiusura file.

Scrittura dei file

```
int fprintf(FILE* stream, const char* format, ...);
```

Seguo lo stesso formato implementativo di *printf*, solo con l'aggiunta del puntatore al file:

```
int value=0; FILE *file;
fprintf(file, "%d", value);
```

```
int main()
{
    FILE *file;
    if ((file = fopen("test.txt", "r+")) == NULL)
    {
        puts("Errore nell'apertura del file");
    }
    else
    {
        puts("File aperto...");
        // Lettura
        int value = 0;
        fscanf(file, "%d", &value);
        printf("Valore letto: %d\n", value);
        // Scrittura
        fprintf(file, "%d", 1981);
        puts("Valore scritto");
    }
    if (file != NULL && !fclose(file))
        puts("File chiuso.");
}
```

Modifichiamo la modalità di apertura, perché dobbiamo fare **sia lettura che scrittura**.

Cosa succede se utilizziamo «r» invece di «r+»?

Il programma stampa "Valore scritto" ma non scrive nulla.
Come risolvere?

Si può aggiungere un controllo sull'istruzione `fprintf()`, `fprintf` restituisce un intero pari al numero di caratteri scritti. Se non ha scritto caratteri o c'è stato un errore, il valore restituito è negativo. Modificando l'istruzione al rigo 16 in: `if(fprintf(file, "%d", 123) > 0)`.

Aggiungiamo un controllo che aumenta la solidità del programma.

In questo programma la cifratura 1981 sarà posta alla fine di tutti i dati presenti già nel file, questo per ogni sua esecuzione, se eseguiamo due volte il codice leggeremo il primo valore, dato da `fscanf` (ipotizzando che sia 10), successivamente tutto attaccato vedremo 1981, dopo di che alla seconda esecuzione il valore finale letto sarà: 1019811981. Questo è

dato dall'**accesso sequenziale**,
i nuovi dati inseriti dipendono dalla posizione del puntatore.

Verifica di fine stream

```
int feof(FILE* stream);
```

Dove *stream* è il nome dello stream da verificare e il tipo restituito è **true** se il file è terminato.

Possiamo infatti utilizzare più stream nelle funzioni dei file, questo perché generalmente queste funzioni prendono in input un **generico stream**, ma possono essere ridirezionate verso gli standard di input/output, che come detto precedentemente anch'essi sono dei flussi. Quindi scrivere `fprintf(stdout, "%d", 10)` è pari a scrivere `printf("%d", 10)`. Questa funzione trova il suo utilizzo nei cicli che scorrono tra i contenuti di un file.

```
FILE file;
while(!feof(file)){
    //fai questo
}
```

Riavvolgimento dello stream

```
void rewind(FILE* stream);
```

Dove *stream* è il nome dello stream da riavvolgere, ovvero il puntatore del file viene riportato **all'inizio del file stesso**, in modo tale da ricominciare la scrittura/lettura, utile in casi di modifiche, ecc...

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    FILE *file;
    if ((file = fopen("test.txt", "r+")) == NULL)
    {
        puts("Errore nell'apertura del file");
    }
    else
    {
        puts("File aperto...");
        // Lettura
        int value = 0;
        fscanf(file, "%d", &value);
        printf("Valore letto: %d\n", value);
        // Scrittura
        fprintf(file, "%d", 123);
        puts("Valore scritto");

        rewind(file);
        fprintf(file, "%d", 123);
        puts("Valore scritto");

        if (!fclose(file))
            puts("File chiuso.");
    }
}
```

Supponendo che nel file sia memorizzato in partenza il valore 10, qual è l'output di questo programma?

12323

Perché?

Perché il file è ad **accesso sequenziale**

Ricostruiamo la situazione



56

Seguendo la logica degli esempi precedenti, 10 sarà sostituito dalla successiva riga di scrittura sul file, ovvero 123, avendo infine come risultato **12323**, con il puntatore fermo al primo 3, dopo di che il file sarà chiuso e quindi salvato.

File binari

I file binari sono detti anche file **ad accesso casuale**, poiché il puntatore non scorre sequenzialmente i contenuti, come succedeva nel caso dei file sequenziali; questo ci permette di risolvere il problema della sovrascrittura di contenuti, ad ogni esecuzione la riscrittura degli stessi elementi per modificare solo una piccola parte richiesta, garantendo così maggior **flessibilità**, i contenuti vengono modificati senza sovrascrivere ciò che era memorizzato precedentemente.

Pro e contro

I dati nei file binari sono memorizzati come **raw bytes**, ovvero non vengono convertiti in un tipo o in un testo ma memorizzati nella memoria direttamente in formato grezzo nel file. Inoltre i dati dello stesso tipo utilizzano la stessa quantità di memoria, per esempio viene assegnata ad un **int** possibilità di occupare x byte, mentre ad un **char** una quantità $k < x$. Questo aiuta perché **sapendo il tipo di dato** sappiamo **quanto spazio occupa** e dove trovarlo.

Questo principio non cede eccezione ai record, infatti anch'essi hanno una dimensione fissa per ogni tipo, ogni volta che si cerca un record di x byte sarà sicuramente quello e ciò rende la ricerca molto più semplice, senza controllare i separatori come nei file di testo.

Un lato **negativo** dei file binari è che non sono **human readable**, questo perché sono salvati come byte **puri** e aprendo il file non sarà possibile leggere un testo comprensibile.

Operazione di scrittura sui file binari

```
size_t fwrite(const void* ptr, size_t size, size_t nmemb, FILE* stream);
```

Questa funzione scrive nello `stream` un numero di elementi pari a `nmemb`, ognuno dei quali ha dimensione pari a `size`, attualmente memorizzati in `ptr`.

Dove:

- **ptr** è il puntatore alla variabile da copiare nel blocco dati
- **size** è la dimensione del blocco dati da scrivere
- **nmemb** è il numero dei blocchi di memoria da scrivere
- **stream** è il puntatore al file

Indichiamo con **size_t** un **nuovo tipo di dato** intero senza segno a 16bit. Utilizzato principalmente per memorizzare le **dimensioni delle variabili** o i contatori.

Rispetto ai file sequenziali abbiamo **due nuovi parametri formali**, ovvero `size` e `nmemb`, essi ci richiedono quindi di sapere quanto sono **grandi** i dati che vogliamo scrivere sui file. Per capire quanto sono grandi i dati utilizziamo la funzione `sizeof`, la quale restituisce la dimensione di una variabile in byte. Nel nostro caso, per ogni variabile da scrivere, bisogna utilizzare `sizeof()` sulla variabile per spiegare al compilatore di quanta memoria abbiamo bisogno.

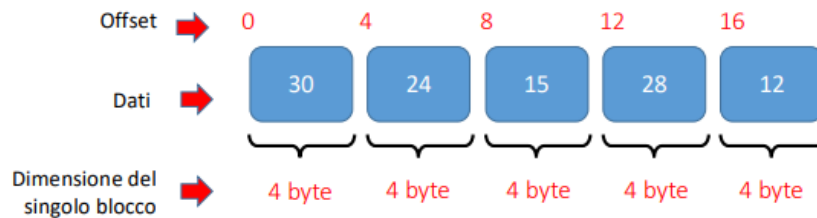
Il numero dei blocchi che ci servono è invece pari **al numero di elementi** che vogliamo memorizzare (1 se è una variabile singola, n se è un vettore di dimensione n).

Esempio:

Supponiamo che vogliamo inserire in un file binario un voto di un esame, la chiamata della funzione `fwrite()` diventa:

```
FILE* file;
int vote=30;
fwrite(&vote, sizeof(vote),1,file);
```

- In questo modo ad ogni elemento che **memorizziamo viene associata una dimensione predefinita**. Supponendo di memorizzare una sequenza di cinque voti, la situazione in memoria sarà la seguente



Nota: i dati vengono accodati. L'ultimo elemento viene sempre memorizzato in coda al file

Lettura dei file binari

Il funzionamento della lettura dei file binari è analoga al funzionamento di `fwrite`, il suo prototipo è: `size_t fread(const void* ptr, size_t size, size_t nmemb, FILE* stream);`

Supponendo di voler leggere una variabile intera da file la sua chiamata diventa:

```
int value=0;
FILE* file;
fread(&value, sizeof(value),1,file);
```

Basandoci sull'esempio precedente il risultato ottenuto sarà il valore **30**. Se volessimo leggere un altro dato, grazie alla definizione di file binario ciò è possibile dato che possiamo posizionare il puntatore ad un elemento particolare, sapendo già tutta la memoria allocata per ogni singolo dato, ciò è possibile tramite la funzione di **posizionamento del puntatore**.

Posizionare il pointer

```
int fseek(FILE* stream, log int offset, int whence);
```

Dove:

- **stream** è il puntatore al file su cui scrivere i dati
- **offset** è lo spostamento all'interno del file
- **whence** è la posizione iniziale del puntatore che viene determinata in base alle tre **costanti** che può assumere whence:
 - **SEEK_SET**: dall'inizio del file
 - **SEEK_END**: dalla fine del file
 - **SEEK_CUR**: dalla posizione corrente

la funzione `fseek` sposta il puntatore `stream` di **offset** byte a partire dalla posizione iniziale di **whence**.

Se volessi quindi raggiungere la posizione k devo puntare al **k-esimo** elemento del file: $\text{offset} = k * (\text{sizeof}(\text{var}))$, dove `var` indica la dimensione delle variabili allocate.

Esempio di seek:

Main:

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

#define NUMERI 10 //scrivere 10 numeri randomt ra 0 e 99 in un file

void scrivi(char *nomeFile, int n);
int leggiInt(char *nomeFile, int pos); //leggi un numero in una specifica
posizione

int main(){
    scrivi("int.dat", NUMERI);
    int v=leggiInt("int.dat", 3);
    printf("LETTO: %d\n", v);
}
```

Scrivi:

```
void scrivi(char *nomeFile, int n){
    int seed=time(NULL);
    srand(seed);
    FILE *file=fopen(nomeFile, "wb");
    if(file!=NULL){
        for(int i=0; i<n; i++){
            int r=rand()%100;
            if(fwrite(&r, sizeof(int), 1, file)>0) printf("SCRITTO: %d\n",
r);
        }
        fclose(file);
    }
    else printf("ERROR\n");
}
```

LeggiInt:

```
int leggiInt(char *nomeFile, int pos){
    FILE *file=fopen(nomeFile, "rb");
    if(file!=NULL){
```

```

fseek(file, pos * sizeof(int), SEEK_SET); //3*dimensione dell'int
int v;
fread(&v, sizeof(int), 1, file);
fclose(file);
return v;
}
else printf("ERROR\n");
}

```

Appendice: Elaborazione di file

Lettura di singoli caratteri

- **Funzioni:**

- `int getc(FILE* stream);`
- `int fgetc(FILE* stream);`
- `int getchar(void);`

- **Descrizione:**

- `getc` e `fgetc` leggono il successivo carattere da uno stream e avanzano la posizione di un byte.
- Restituiscono il carattere letto (come `int`) oppure `EOF` in caso di fine file o errore.
- `getchar` è equivalente a `getc(stdin)` (lettura da tastiera).

Scrittura di singoli caratteri

- **Funzioni:**

- `int fputc(int c, FILE* stream);`
- `int putc(int c, FILE* stream);`
- `int putchar(int c);`

- **Descrizione:**

- `fputc` e `putc` scrivono un carattere nello stream specificato.
- Restituiscono il carattere scritto oppure `EOF` in caso di errore.
- `putchar` è equivalente a `putc(stdout)` (scrittura su schermo).

Lettura e scrittura di stringhe

- **Funzioni di lettura:**

- `char* fgets(char* s, int n, FILE* stream);`
- `char* gets(char* s);`

- **Funzioni di scrittura:**

- `int fputs(const char* s, FILE* stream);`
- `int puts(const char* s);`

- **Descrizione:**

- `fgets` legge fino a `n-1` caratteri da uno stream, aggiunge `'\0'` alla fine. Include anche il newline (`\n`) se presente.
- `gets` legge da `stdin` fino al newline (poi sostituito da `'\0'`). **Non sicura**, può causare overflow.
- `fputs` scrive una stringa su uno stream; ritorna un valore positivo o `EOF` in caso di errore.
- `puts` scrive su `stdout` e aggiunge automaticamente un newline.