GESTIONE DEI FILE

- Per poter mantenere disponibili i dati tra le diverse esecuzioni di un programma (*persistenza* dei dati) è necessario poterli *archiviare su memoria di massa.*
  - dischi
  - nastri
  - cd
  - …
- I file possono essere manipolati (aperti, letti, scritti…) all'interno di programmi C

IL CONCETTO DI FILE

- Un file è una *astrazione fornita dal sistema operativo*, il cui scopo è consentire la memorizzazione di informazioni su memoria di massa.
- Concettualmente, un file è una *sequenza di registrazioni (record) uniformi*, cioè dello stesso tipo.
- Un file è un'astrazione di memorizzazione di *dimensione potenzialmente illimitata* (ma non infinita), *ad accesso sequenziale*.

APERTURA DI FILE

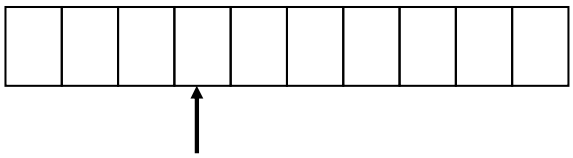
- Poiché un file è un'entità del sistema operativo, per agire su esso dall'interno di un programma occorre *stabilire una corrispondenza* fra:
  - il nome del file come risulta al sistema operativo
  - un nome di variabile definita nel programma.
- Questa operazione si chiama *apertura del file*
- Esistono varie modalità di *apertura del file*
  - apertura in lettura
  - apertura in scrittura
  - ...

APERTURA E CHIUSURA DI FILE

- Una volta aperto il file, il programma può operare su esso *operando formalmente sulla variabile definita al suo interno*
  - il sistema operativo provvederà a effettuare realmente l'operazione richiesta sul file associato a tale simbolo.
- Al termine, la corrispondenza fra *nome del file* e *variabile usata dal programma per operare su esso* dovrà essere *soppressa,* mediante l'operazione di *chiusura del file*.

LETTURA DI FILE

- Una testina di lettura/scrittura (concettuale) indica in ogni istante il record corrente:
  - inizialmente, la testina si trova per ipotesi sulla prima posizione
  - dopo ogni operazione di lettura / scrittura, essa si sposta sulla registrazione successiva.



- È illecito operare oltre la fine del file.

FILE IN C

- Per gestire i file, il C definisce il tipo **`FILE`**.
- **`FILE`** è una struttura definita nello header standard **`stdio.h`**, che l'utente non ha necessità di conoscere nei dettagli – e che spesso cambia da un compilatore all'altro!
- Le strutture **`FILE`** non sono *mai* gestite direttamente dall'utente, ma solo dalle funzioni della libreria standard **`stdio`**.
- L'utente definisce e usa, nei suoi programmi, solo *puntatori a* ***`FILE`***.

FILE IN C

- Libreria standard **`stdio`**

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

- l'input avviene da un canale di input associato a un file *aperto in lettura*
- l'output avviene su un canale di output associato a un file *aperto in scrittura*
- Due tipi di file: *file binari* e *file di testo*
  - basterebbero i file binari, ma fare tutto con essi sarebbe scomodo
  - i file di testo, *pur non indispensabili*, rispondono a un'esigenza pratica molto sentita.

FILE IN C: APERTURA

- Per aprire un file si usa la funzione:

```
FILE* fopen(char fname[], char modo[])
```

Apre il file di nome **`fname`** nel **`modo`** specificato, e restituisce un puntatore a **`FILE`**

`modo` specifica *come* aprire il file:

- **`r`** apertura in lettura (read)
- **`w`** apertura in scrittura (write)
- **`a`** apertura in aggiunta (append)

- seguita opzionalmente da:
  - **`t`** apertura in modalità testo (default)
  - **`b`** apertura in modalità binaria

FILE IN C: APERTURA

- Il *puntatore a* **`FILE`** restituito da **`fopen()`** si deve usare in tutte le successive operazioni sul file.
  - esso è NULL in caso l'apertura sia fallita
  - controllarlo *è il solo modo per sapere se il file si sia davvero aperto: non dimenticarlo!*
- I tre canali predefiniti standard (stdin, stdout, stderr) *sono in tutto e per tutto dei file aperti automaticamente all'inizio dell'esecuzione di ogni programma*: quindi, il loro tipo è **`FILE*`**.

FILE IN C: CHIUSURA

Per chiudere un file si usa la funzione:

```
int fclose(FILE*)
```

- Il valore restituito da **`fclose()`** è un intero
  - 0 se tutto è andato bene
  - EOF in caso di errore.
- Prima della chiusura, tutti i buffer vengono svuotati.

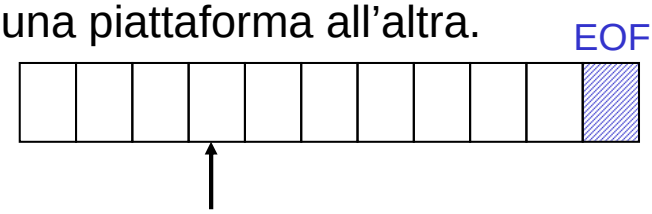
FILE DI TESTO

- Abbiamo visto le istruzioni per l' input/output su tastiera/video.
- Esistono le stesse operazioni per leggere e scrivere su un file sequenze di caratteri.
- Questi file si dicono FILE DI TESTO

FILE DI TESTO (segue)

- La lunghezza del file è sempre registrata dal sistema operativo ma è *anche* indicata in modo esplicito dalla presenza del carattere EOF.
- Quindi, la fine del file può essere rilevata
  - o in base *all'esito delle operazioni di lettura*
  - o perché si intercetta il carattere di EOF.

Attenzione: lo speciale carattere EOF (End-Of-File) varia da una piattaforma all'altra.



FILE DI TESTO (segue)

- I canali di I/O standard *non sono altro che file di testo già aperti*
  - *stdin* è un file di testo aperto in lettura, di norma agganciato alla tastiera
  - *stdout* è un file di testo aperto in scrittura, di norma agganciato al video
  - *stderr* è un altro file di testo aperto in scrittura, di norma agganciato al video
- Le funzioni di I/O disponibili per i file di testo sono una generalizzazione di quelle già note per i canali di I/O standard.

FILE DI TESTO (segue)

Funzione da console	Funzione da file
`int getchar(void);` `int putchar(int c);`	`int fgetc(FILE* f);` `int fputc(int c, FILE* f);`
`char* gets(char* s);` `int puts(char* s);`	`char* fgets(char* s, int n, FILE* f);` `int fputs(char* s, FILE* f);`
`int printf( ... );` `int scanf( ... );`	`int fprintf(FILE* f, ... );` `int fscanf(FILE* f, ... );`

- tutte le funzioni da file acquistano una "**f**" davanti nel nome (qualcuna però cambia leggermente nome)
- tutte le funzioni da file hanno un *parametro in più*, che è appunto il puntatore al **FILE** aperto

ESEMPIO

Salvare su un file di testo **`prova.txt`** ciò che viene battuto sulla tastiera fino alla stringa **`"fine"`**.

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main(){
  FILE *fp;
  if ((fp = fopen("prova.txt","w"))==NULL)
    exit(1); /* Errore di apertura */
  else { char s[64];
   scanf("%s",s);
   while (strcmp(s,"fine"))
    {fprintf(fp, "%s", s);
     scanf("%s",s);
    }
   fclose(fp); }
return 0;}
```

fp può essere NULL se non c'è spazio su disco o se il disco è protetto da scrittura.

ESEMPIO

Stampare a video il contenuto di un file di testo **`prova.txt`**.

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
main(){
  FILE *fp;
  if ((fp = fopen("prova.txt","r"))==NULL)
    exit(1); /* Errore di apertura */
  else {
   char s[64];
   while (!feof(fp))
    {fscanf(fp, "%s\n", s);
     printf("%s\n",s);
    }
   fclose(fp); } }
```

fp può essere NULL se il file richiesto non esiste

FUNZIONI SUI FILE: PECULIARITA'

- Esistono poi alcune funzioni per i file di testo che *non hanno un analogo* sui canali standard:

`feof()`	indica se si è già incontrato EOF
`perror()`	stampa un messaggio di errore sul canale standard di errore (stderr)
`fseek()`	sposta la testina di lettura/scrittura su una posizione a scelta nel file
`ftell()`	dà la posizione corrente della testina di lettura/scrittura nel file

NON LE VEDREMO NEL DETTAGLIO

FILE BINARI

- Un file binario è una sequenza di byte: come tale, può essere usato per archiviare su memoria di massa *qualunque tipo di informazione*
- input e output avvengono sotto forma di una sequenza di byte
- la lunghezza del file è registrata dal sistema operativo

FILE DI TESTO COME FILE BINARI

- È un caso particolare di file binario, che coinvolge una *sequenza di caratteri*
- Ha senso trattarlo come caso a parte perché i caratteri sono un caso *estremamente frequente*, *con caratteristiche proprie:*
  - esiste un concetto di *linea* e di *fine linea* (‘\n’)
  - certi caratteri sono *stampabili a video* (quelli di codice ≥ 32), altri no
  - la sequenza di caratteri è chiusa dal carattere speciale EOF

FILE BINARI: LETTURA/SCRITTURA

- Poiché un file binario è una sequenza di byte, sono fornite due funzioni per *leggere* e *scrivere* sequenze di byte
  - `fread()` **legge una sequenza di byte**
  - `fwrite()` **scrive una sequenza di byte**
- Essendo pure sequenze di byte, possono rappresentare *qualunque informazione* (testi, numeri, immagini...)

fwrite()

Sintassi:

```
int fwrite(addr, int dim, int n, FILE *f);
```

- scrive sul file **n** elementi, ognuno grande **dim** byte (complessivamente, scrive quindi n×dim byte)
- gli elementi da scrivere vengono prelevati dalla memoria a partire dall'indirizzo ***addr***
- *restituisce il numero di elementi (non di byte!) effettivamente scritti*, che possono essere meno di n**.**

fread()

Sintassi:

```
int fread(addr, int dim, int n, FILE *f);
```

- legge dal file **n** elementi, ognuno grande **dim** byte (complessivamente, legge quindi n×dim byte)
- gli elementi da leggere vengono scritti in memoria a partire dall'indirizzo ***addr***
- *restituisce il numero di elementi (non di byte!) effettivamente letti*, che *possono essere meno di n* se il file finisce prima: *al limite anche zero*. *Controllare il valore restituito è il solo modo per sapere se il file è finito.*

ESEMPIO

Salvare su un file binario **`numeri.dat`** il contenuto di un array di dieci interi.

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

int main(){
  FILE *fp;
  int vet[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
  if ((fp = fopen("numeri.dat","wb"))==NULL)
    exit(1); /* Errore di apertura */
  fwrite(vet, sizeof(int), 10, fp);
  fclose(fp);
  return 0;}
```

La funzione **`exit()`** fa terminare il programma anticipatamente.

L'operatore **`sizeof`** è essenziale per la portabilità

ESEMPIO

Leggere da un file binario **`numeri.dat`** una sequenza di interi, scrivendoli in un array.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(){
  FILE *fp;
  int vet[40], i, n;
  if ((fp = fopen("numeri.dat","rb"))==NULL)
    exit(1); /* Errore di apertura */
  n = fread(vet,sizeof(int),40,fp);
  for (i=0; i<n; i++) printf("%d ",vet[i]);
  fclose(fp);
  return 0;}
```

`fread` tenta di leggere 40 interi, ma ne legge meno se il file finisce prima (come in questo caso)

n contiene il numero di interi effettivamente letti

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

È dato un file di testo **`people.txt`** le cui righe rappresentano *ciascuna i dati di una persona*, secondo il seguente formato:

- **cognome** (al più 30 caratteri)
- uno o più spazi
- **nome** (al più 30 caratteri)
- uno o più spazi
- **sesso** (un singolo carattere, **`'M'`** o **`'F'`**)
- uno o più spazi
- **anno di nascita**

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Si vuole scrivere un programma che

- legga riga per riga i dati dal file
- e ponga i dati in un array di *persone*
- *(poi svolgeremo elaborazioni su essi)*

Un possibile file **`people.txt`**:

```
Rossi Mario M 1947
Ferretti Paola  F 1982
Verdi Marco   M 1988
Bolognesi Annarita F 1976
...
```

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Come organizzarsi?

1) Definire una struttura **`persona`**

Poi, nel main:

2) Definire un array di strutture **`persona`**
3) Aprire il file in lettura
4) Leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

→ Servirà un indice per indicare la prossima cella libera nell'array.

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

1) Definire una struttura di tipo **`persona`**

Occorre definire una `struct` adatta a ospitare i dati elencati:

- **cognome** → array di 30+1 caratteri
- **nome** → array di 30+1 caratteri
- **sesso** → array di 1+1 caratteri
- **anno di nascita** → un intero

ricordarsi lo spazio per il terminatore

```
struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};
```

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

2) definire un array di **`struct persona`**
3) aprire il file in lettura

```
int main() {
 struct persona v[DIM];
 FILE* f = fopen("people.txt", "r");
 if (f==NULL) {
  …/* controllo che il file sia
      effettivamente aperto */
 }
 ...
return 0;}
```

Hp: massimo DIM persone

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

2) definire un array di **`struct persona`**
3) aprire il file in lettura

```
main() {
 struct persona v[DIM];
 FILE* f = fopen("people.txt", "r");
 if (f==NULL) {
  printf("Il file non esiste");
  exit(1); /* terminazione del programma */
 }
 ...
}
```

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

Come organizzare la lettura?

- Dobbiamo leggere delle stringhe separate una dall'altra da spazi
- Sappiamo che ogni singola stringa (cognome, nome, sesso) non contiene spazi

Uso `fscanf`

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

Cosa far leggere a `fscanf`?

- *Tre stringhe* separate una dall'altra da spazi → si ripete *tre volte* il formato `%s`
- *Un intero* → si usa il formato `%d`
- *Il fine riga* → occorre specificare in fondo `\n`

```
fscanf(f, "%s%s%s%d\n", …)
```

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

Fino a quando si deve leggere?

- Quando il file termina, **`fscanf`** restituisce **`EOF`** → basta *controllare il valore restituito*
- Si continua fintanto che è diverso da **`EOF`**

```
while(fscanf(…)!=EOF)
 ...
```

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

Dove mettere quello che si legge?

- Abbiamo definito un array di **`struct persona`**, **`v`**
- L'indice **`k`** indica la prima cella libera → **`v[k]`**
- Tale cella è una struttura fatta di *cognome*, *nome*, *sesso*, *anno* → ciò che si estrae da una riga va nell'ordine in **`v[k].cognome`**, **`v[k].nome`**, **`v[k].sesso`**, **`v[k].anno`**

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

E dopo aver letto una riga?

- La testina di lettura sul file è già andata a capo, perché il formato di lettura prevedeva esplicitamente di *consumare il fine linea* (`\n`)
- L'indice `k` invece indica ancora la cella appena occupata → occorre *incrementarlo*, affinché indichi la prossima cella libera.

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

```
int main() {
 int k=0; /* indice per array */
 ...
 while(fscanf(f,"%s%s%s%d\n",
  v[k].cognome, v[k].nome,
  v[k].sesso, &v[k].anno ) != EOF){
     k++; /* devo incrementare k */
 }
}
```

indica la prima cella libera

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

Poi, nel main:

4) leggere una riga per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

Ricordare:

- `fscanf` elimina *automaticamente* gli spazi che separano una stringa dall'altra → non si devono inserire spazi nella stringa di formato
- `fscanf` considera finita una stringa *al primo spazio che trova* → non si può usare questo metodo per leggere stringhe contenenti spazi

ESEMPIO COMPLETO FILE TESTO

```
#define DIM 30
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};

int main() {
 struct persona v[DIM]; int k=0; FILE* f;
 if ((f=fopen("people.txt", "r"))==NULL) {
  printf("Il file non esiste!"); exit(1); }
 while(fscanf(f,"%s%s%s%d\n", v[k].cognome,
       v[k].nome, v[k].sesso, &v[k].anno ) != EOF)
   k++;
return 0;}
```

Dichiara la procedura `exit()`

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

È dato un file di binario **`people.dat`** i cui record rappresentano *ciascuno i dati di una persona*, secondo il seguente formato:

- **cognome** (al più 30 caratteri)
- **nome** (al più 30 caratteri)
- **sesso** (un singolo carattere, **`'M'`** o **`'F'`**)
- **anno di nascita**

Si noti che la creazione del file binario deve essere fatta da programma, mentre per i file di testo può essere fatta con un text editor.

CREAZIONE FILE BINARIO

Per creare un file binario e' necessario scrivere un programma che lo crei strutturandolo modo che ogni record contenga una **`struct persona`**

```
struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};
```

I dati di ogni persona da inserire nel file vengono richiesti all'utente tramite la funzione **`leggiel()`** che non ha parametri e restituisce come valore di ritorno la **`struct persona`** letta. Quindi il prototipo e':

```
struct persona leggiel();
```

CREAZIONE FILE BINARIO

Mentre la definizione e':

```
struct persona leggiel(){
   struct  persona e;

    printf("Cognome ? ");
    scanf("%s", e.cognome);
    printf("\n Nome ? ");
    scanf("%s",e.nome);
    printf("\nSesso ? ");
    scanf("%s",e.sesso);
    printf("\nAnno nascita ? ");
    scanf("%d", &e.anno);
    return e;
}
```

CREAZIONE FILE BINARIO

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};
struct persona leggiel();
int main(){
FILE *f; struct persona e; int fine=0;
f=fopen("people.dat", "wb");
  while (!fine)
    { e=leggiel();
      fwrite(&e,sizeof(struct persona),1,f);
      printf("\nFine (SI=1, NO=0) ? ");
      scanf("%d", &fine);
    }
  fclose(f);
 return 0;}
```

CREAZIONE FILE BINARIO

L'esecuzione del programma precedente crea il file binario contenente i dati immessi dall'utente. Solo a questo punto il file può essere utilizzato.

Il file **`people.dat`** non e' visualizzabile tramite un text editor: questo e' il risultato

```
rossi >     ÿÿ  @       T        —8

          â3  mario       ôÜ    _       ôÜ    Aw  O     F
_               DÝ    M
```

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Ora si vuole scrivere un programma che

- legga record per record i dati dal file
- e ponga i dati in un array di *persone*
- *(poi svolgeremo elaborazioni su essi)*

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Come organizzarsi?

1) Definire una struttura `persona`

Poi, nel main:

2) Definire un array di strutture `persona`
3) Aprire il file in lettura
4) Leggere un record per volta, e porre i dati di quella persona in una cella dell'array

→ Servirà un indice per indicare la prossima cella libera nell'array.

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

1) Definire una struttura di tipo `persona`

Occorre definire una `struct` adatta a ospitare i dati elencati:

- **cognome** → array di 30+1 caratteri
- **nome** → array di 30+1 caratteri
- **sesso** → array di 1+1 caratteri
- **anno di nascita** → un intero

ricordarsi lo spazio per il terminatore

```
struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};
```

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Poi, nel main:

2) definire un array di **`struct persona`**
3) aprire il file in lettura

```
int main() {
 struct persona v[DIM];
 FILE* f = fopen("people.dat", "r");
 if (f==NULL) {
  …/* controllo che il file sia
      effettivamente aperto */
 }
 ...
return 0;}
```

Hp: massimo DIM persone

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Poi, nel main:

2) definire un array di **`struct persona`**
3) aprire il file in lettura

```
int main() {
 struct persona v[DIM];
 FILE* f = fopen("people.dat", "r");
 if (f==NULL) {
  printf("Il file non esiste");
  exit(1); /* terminazione del programma */
 }
 ...
return 0;}
```

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Poi, nel main:

4) leggere i record dal file, e porre i dati di ogni persona in una cella dell'array

Come organizzare la lettura?

```
int fread(addr, int dim, int n, FILE *f);
```

- legge dal file `n` elementi, ognuno grande `dim` byte (complessivamente, legge quindi n×dim byte)
- gli elementi da leggere vengono scritti in memoria a partire dall'indirizzo `addr`

Uso `fread`

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Poi, nel main:

4) leggere i record dal file, e porre i dati di ogni persona in una cella dell'array

Cosa far leggere a `fread`?

- *L'intero vettore di strutture: unica lettura per* `DIM` *record*

```
fread(v,sizeof(struct persona),DIM,f)
```

- *Un record alla volta all'interno di un ciclo*

```
i=0
while(!feof(f)){
fread(&v[i],sizeof(struct persona),1,f);
i++
}
```

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

Poi, nel main:

4) leggere i record dal file, e porre i dati di ogni persona in una cella dell'array

Dove mettere quello che si legge?

- Abbiamo definito un array di **`struct persona`**, **`v`**
- L'indice **`k`** indica la prima cella libera → **`v[k]`**
- Tale cella è una struttura fatta di *cognome*, *nome*, *sesso*, *anno* → ciò che si estrae da un record va direttamente nella struttura **`v[k]`**

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

```
#define DIM 30
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
```

Dichiara la procedura **`exit()`**

```
struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};

int main() {
 struct persona v[DIM]; int i=0; FILE* f;
 if ((f=fopen("people.dat", "r"))==NULL) {
  printf("Il file non esiste!"); exit(1); }
 while(fread(&v[i],sizeof(struct persona),1,f)>0){
       i++;
       }
return 0;}
```

ESEMPIO COMPLETO FILE BINARIO

```
#define DIM 30
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

struct persona{
 char cognome[31], nome[31], sesso[2];
 int anno;
};

int main() {
 struct persona v[DIM]; int i=0; FILE* f;
 if ((f=fopen("people.dat", "r"))==NULL) {
  printf("Il file non esiste!"); exit(1); }
 fread(v,sizeof(struct persona),DIM,f);
return 0;}
```

Dichiara la procedura **exit()**