I04_3 InputOutput

File

Un file è un'astrazione che i sistemi operativi mettono a disposizione → **pacco di byte associato ad un nome** che:

- Posso accedere
- Posso manipolare

I file sono strutturati per poter contenere una quanità grande di informazione. **L'acceso** a file avviene in una modalità di **streaming**: leggiamo un pezzo alla volta e piano piano eleaboraiamo il contenuto.

I sistemi operativi permettono di **raggruppare i file in cartelle** e permettono di fare accesso alle varie cartelle *(. → cartella corrente; .. → cartella genitrice)*.

Ad ogni file sono associati dei **vincoli di sicurezza** che limitano l'accesso ai file ai soli utenti che ne hanno il diritto. Per accedere ad un file su Rust:

- **std::fs::File** : astrazione che modella il concetto di file su disco aperto in lettura/scrittura.

Per sapere i **file presenti in una cartella**:

- C → non mi aiuta
- C++ → da qualcosa
- Java → modella l'entità file con il suo nome e offre metodi per vedere se esiste un file, cancellarlo, creare una cartella
- **Rust** → **std::fs** e introduce due classi sotto std::path struct `std::path::Path` e `std::path::PathBuf`
    - **Path** → cammino all'interno del file system accessibile in sola lettura (in prestito)
        - Unsized
        - Sola lettura
    - **Path_buf** → cammino di cui abbiamo il possesso e quindi possiamo modificare
        - Posseduto, modifcabile

    Offrono **metodi funzionali** per navigare nelle cartelle
    - Andare a cartella superiore
    - Avere una serie di chunk in cui muoverci
    - Metodi per controllare il contenuto
    - Per capire natura del dile (file semplice, cartella, collegamento)

    Offrono **metadati associati**
    - Dimensione
    - data creazione
    - ultima modifica
    - permessi

RUST

Read_dir: `std::fs::read dir(dir: &Path) -> Result<ReadDir>`
Restituisce un IO-Result di iteratore per accedere ai dati contenuti in una cartella

- Le singole voci ritornate sono di tipo std::fs::DirEntry e descrivono gli elementi contenuti nella cartella in termini di nome, tipo (file, cartella, collegamento simbolico), metadati e cammino

Create_dir: `std::fs::create_dir(dir: &Path) -> Result<()>`
Crea una nuova cartella se dispone delle autorizzazioni necessarie

- Se non ha autorizzazioni/ cartella già esistente/ gartella genitrice non esistente → Fallisce

Remove_dir: `std::fs::remove dir(dir: &Path) -> Result<()>`
Elimina cartella. Per poter eliminare la cartella, questa deve essere vuota e bisogna possedere i diritti

Copy: `std::fs::copy(from: &Path, to: &Path) -> Result<i64>`
Permette di copiare un file in una cartella

- Se non riesce → error
- Se riesce→ informa su quanti byte ha copiato

Rename: `std::fs::rename(from: &Path, to: &Path) -> Result<()>`
Sposta il file da una posizione ad un'altra

- Solitamente, se nello stesso fylesystem → eliminato fle in cartella partenza e aggiunto file in cartella destinazione
- Se lo si rinomina nella stessa cartella, si cambia la entry della chiamata da *vecchio* a *nuovo*
- Se si vuole passare da un volume ad un altro disgiunto (diverso fyilesystem) → bisogna effettura una copia e una cancellazione
    - Problematico
        - Potrebbe non esserci più spazio necessario
            - Operazione fallisce, originale invariato, non effettua copia
        - Molto lento

Remove file: rimuove il file `std::fs::remove_file(path: &Path) -> Result<()>`

Operazioni con i file

Struct **File** offre:

- **open**: apre file in lettura, se esiste
- **create**: assume che il file non ci sia e prova a crearne uno di dimensione 0
    - Se il file già esiste, svuta il file esistente e sovrascrivi

*NOTA: Esiste la struct **std::fs::OpenOption** che offre ulteriori funzionalità:*

- *si può scegliere .open o .create per ottenere possibilità di modificare il file stesso*

Si possono avere **diverse esigenze in base alla dimensione del file**:

- File grande → magari voglio acedere a pezzi
- File **piccolo** (abbastanza per processo ~100MB)
    - posso prendere il file intero usando **read_to_string**
    - posso scrivere sul file usando la **write**

```
use std::fs;
let contents = fs::read_to_string(filename)
   .expect("Something went wrong reading the file");
println!("Text is:\n{}", contents);
```

`std::fs::read_to_string(path: &Path)` `std::fs::write(path: &Path, contents: &[u8])`

Nel caso in cui voglio agire sul file **poco alla volta**, posso popolare il mio file in vari modi.

- Scrivere con **write!**

Per leggere a pezzi:

- **BufReader** → leggo il file riga per riga, offrendomi meccanismi per andarci all'interno
    - Iteratore

```
use std::fs::File;
use std::io::{Write, BufReader, BufRead, Error};

let path = "lines.txt";

let mut output = File::create(path)?;
write!(output, "Rust\n💖\nFun")?;

let input = File::open(path)?;
let buffered = BufReader::new(input);

for line in buffered.lines() {
    println!("{}", line?);
```

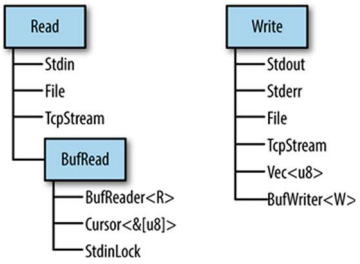
Nota: Tutte le operazioni di IO possono in ogni punto fallire

Nota: in Rust non c' bisogno di specificare la chiusura del file perché si applica il **RAII** → risorsa rilasciata in modo automatico quando fuori scope.

Nota: se non si chiede il lock, sistema operativo ti lascia darlo in scrittura ad uno e in lettura ad un altro;
nonostante ciò, la macro write esegue 2 operazioni:

- Affida **un buffer al SO** dicendo di aggiungere al file
    - SO può decidere quando vuole scriverlo (es: ogni 4kB faccio)
- **Flash**: obbliga il S.O. a prendere quello che ha ricevuto e caricarlo sul disco subito
    - Senza questa garanzia, rischio che non siano effettuate velocemente.

Tratti relativi ad IO -slide 9



Esistono alcuni tratti che facilitano l'operazione e permettono di trattare operazioni di IO, in maniera non diversa da operazioni normali:

- **Read** `read(buf: &mut [u8]) -> Result<usize>`
  - **Stdin**: flusso di ingresso di un processo (es: tastiera→ cosa digita il processo)
    - Leggo un byte alla volta (Se siamo in due a leggere, rischio che io leggo CI e lal'tro legge AO e nessuno capisce nulla)
  - **File** : leggere un blocco binario, caratteri, stringhe da gfile
  - **TcpStream**: connessione di tipo TCP con un host
    - Rappresenta uno dei due end-Point
    - Connessione messa in piedi dalla quale posso leggere
    - Fa system call interpellando il S.O. ogni volts che c'è qualcosa
      - Costosa perché rompi le scatole al S.O.
      - Per diminuire il carico al S.O.
        - Dico di leggere 500 byte, mettere in un buffer e ne prendo un po' alla volta senza rompere al S.O. ogni volta → bufRead
- **BufRead**
  - BufReader<R> → leggere da file in chunk grossi, dandoli poi poco alla volta
    - Offre iteratore lines
  - Cursor<&[u8]>
    - Oggetto che permette di muoversi all'interno di uno slice di byte
    - Usato quando ottengo accesso memroy mapped ad un file
  - StdinLock
    - Leggo prendendo accesso in modo esclusivo ai blocchi (evito la situazione di stdin)
- **Write**
  - Stdout: flusso di uscita standard di un processo
  - StdErr: flusso di errore di un file
  - File: mandare un file o un chunk di byte
  - TcpStream: oltrw a leggerci, posso anche scriverci
  - Vex<U8> : posso trattare un vettor edi byte come fosse un file
  - BufWriter: tengo in pancia i vari byte e quando ne ho abbastanza li scrivo
    - In mdood tale da non attraversare per ogni byte la barriera user - kernel
- **Seek**

Fanno parte del prelude → vanno importati importando il prelude

- Tutti e quattro i tratti possono essere importati in maniera concisa attraverso il costrutto
  `use std::io::prelude::*;`

Restituiscono dei **Result** che:

- Positivi
  - Numero
  - Void per dire che non c'era nulla
- Errore di **ErrorKind**
  - Ingestibili
  - Interrupted → situazione transiztoria
    - Potrebbe valere la pena riprovarci dopo un po'

Tratto Read:

read: mi da possibilità di leggere all'interno.
All'interno del tratto read, molti metodi con implementazione di default su tratto read.

`read(buf: &mut [u8]) -> Result<usize>`
- Rust genererà tutti gli altri metodi sulla base dell'implementazione di `read(buf: &mut [u8])` fornita dal programmatore

Il metodo read fornisce un **risultato**

- **Positivo**: intero tra 0 e lunghezzaBuffer buf.len()
  - Nel caso in cui sia Ok(0) → raggiunto EndOfFile (Se file pieno) oppure: file vuoto
- **Negativo** → Errore

Ogni volta che chiamo read → cambio contesto con system call → costosa → 500 cicli macchina

- `read_to_end(buf: &mut Vec<u8>) -> Result<usize>` continua a leggere fino all' EOF: si limita a richiamare il metodo `read()` fino a quando quest'ultimo non ritorna un `Ok(0)` o un errore fatale
- `read_to_string(buf: &mut String) -> Result<usize>` continua a leggere fino all' EOF e riceve come parametro una `&mut String`
- `read_exact(buf: &mut [u8]) -> Result<()>` prova a leggere l'esatto numero di byte necessario a riempire completamente `buf`, se non riesce ritorna `ErrorKind::UnexpectedEof`
- `bytes() -> Bytes<Self>` ritorna un iteratore sui bytes, gli elementi dell'iteratore sono dei `Result<u8, io::Error>`
- `chain<R: Read>(next: R) -> Chain<Self, R>` permette di concatenare due reader
- `take(limit: u64) -> Take<Self>` limita il numero massimo di byte che sarà possibile leggere

read_to_end→ legge dimensione, prende un buffer e inserisce dentro tutto; fare attenzione che ci sia abbastanza spazio
read_to_string → legge e mette in stringa verificando che quei byte mettano su stringa utf8 ben formata
read_exact→ prova a leggere esattamente il nr di byte che gli ho richiesto, se non riesce, errore
bytes() →restituisce un iteratore che permette di tornare i byte uno alla volta
chain()→ permette di attaccare un read ad un altro read, ad esempio se leggo un file dividendolo su 3 pezzi, poi faccio 2 .chain e li concateno, anche tra filesystem diversi
take()→ fornisce un iteratore dino ad un max nr di byte

Tratto BufRead:

Migliora le prestazioni dell'I/O appoggiandosi ad un buffer in memoria

Si basa internamente **su** due metodi principali:

- **fill_buf()**: ritorna il contenuto dal buffer in memoria
- **consume(..)**: garantisce che i byte non siano tornati nuovamente

Offre i metodi:

- **read-Line** → fino al /n `read_line(&mut self, buf: &mut String)`
- **lines** → `lines(self)`

```
use std::io;
use std::io::prelude::*;

let stdin = io::stdin();                // stdin non implementa il tratto BufRead
let mut handle = stdin.lock();          // lock permette di ottenere uno StdinLock
                                        // che implementa BufRead

let buffer = handle.fill_buf().unwrap();

println!("{:?}", buffer);

let length = buffer.len();

stdin.consume(length);                  // garantisce che i byte letti non vengano
                                        // ritornati nuovamente alle prossime letture
```

Tratto write:

Contiene due metodi:

- **write**: affida a sistema operativo un blocco
- **flush**: garantisce che il S.O. trasferisce tutto fino in fondo.
- Altri:
  - **write_all**: prende uno slice e garantisce che lo scrive per intero
    - richiama ricorsivamente write finchè tutto scritto o errore fatale

Nota:

- di default: read, legge da inizio a fine
- write: scrivo partendo dalla fine;

Tratto seek:

tratto che permette di riposizionare il cursore di lettura/scrittura in un flusso di byte

- Quando il flusso attinge ad un dato di dimensione nota, è possibile posizionare il cursore in modo relativo rispetto all'inizio del flusso (`SeekFrom::Start(n: u64)`), alla sua fine (`SeekFrom::End(n: i64)`) o alla posizione corrente (`SeekFrom::Current(n: i64)`)
- Il tratto offre i seguenti metodi
  - `fn seek(&mut self, pos: SeekFrom) -> Result<u64>`: posiziona il cursore alla posizione (in byte) indicata dal parametro pos
  - `fn rewind(&mut self) -> Result<()>`: posiziona il cursore all'inizio del flusso
  - `fn stream_position(&mut self) -> Result<u64>`: restituisce la posizione corrente del cursore rispetto all'inizio del flusso

Esempio di lettura di un file contenente i binari - ore 12:49

```
use std::fs::File;
use std::io::Read;

fn main() -> std::io::Result<()> {
    // "/dev/urandom": sorgente di byte casuali provenienti da una sorgente sicura
    let mut f = File::open("/dev/urandom")?;

    loop {
        let mut buff = [0;4];                           // buffer in cui depositare i byte
        let r = f.read_exact(&mut buff);                // lettura del file
        if r.is_err() { return r; }
        if buff.iter().any(|b| *b==0) { return Ok(()); } // se trovo un byte nullo, termino
        let i = i32::from_be_bytes(buff);               // conversione del buffer in i32
        println!("{:x}",i);                             // uso il valore letto
    }
}
```

Urandom → finto file che quando lo leggo, genera byte a caso appoggiandosi ad una periferica che genera dei numeri che siano robustamente casuali.

- So che mi da 32 bit → prepari un buffer di 4 byte
- Chiamo read_exact → riempi il contenuto con file urandom
- Verifico errore
- Se vuoto → Ok()
- Altrimenti converto in buffer e stampo

Lettura dati strutturati:

Possono esserci dati strutturati: JSON, CSV, etc

Serde:

- **Serialization**→ trasformo in formato interno di rust
- **Deserialization**→ trasformo in formato esterno

Possiamo includere con la macro Derive, la macro Serialize e Deserialize

- Si inseriscono, nel file cargo.toml, le dipendenze
  - `serde = { version = "1.0", features = ["derive"] }`
  - `serde_json = "1.0"`
- La seconda indica il tipo di formato da generare/leggere
  - In alternativa, è possibile indicare un altro sotto-progetto compatibile come `csv = "1.3"` o `bson = "2.9"`
- Si decora la struttura dati da leggere con la marco **#[derive(...)]**

```
#[derive(Serialize, Deserialize, Debug)]
struct Data {
    name: String,
    data: Vec<u8>,
    attributes: HashMap<String, String>,
}
```

```
fn save(data: &Data, path: &str) ->
                                Result<()> {
    let mut f = File::options()
        .write(true)
        .create(true)
        .truncate(true)
        .open(path)?;

    f.write(serde_json::to_string(data)?
         .as_bytes())?;

    Ok(())
}
```

```
fn load(path: &str) -> Result<Data> {
    let mut f = File::open(path)?;

    let mut s = String::new();

    f.read_to_string(&mut s)?;

    return Ok(serde_json::from_str(&s)?);
}
```

--lezione SerializeDeserialize