

Files, File I/O

Franco Maria Nardini

UNIX file types

- UNIX non richiede una struttura *interna* del file. Dal punto di vista del sistema operativo c'è un solo tipo di file.
- Struttura e interpretazione sono demandati al software.
- Alcuni file *speciali* esistono: directory

UNIX file types

- Tipi di file
 - *regular file*: file comune, listati con un “-“ davanti
 - *directory*: file speciale più comune
 - *symbolic link*: reference ad un altro file. ricorda nulla? :)
 - *named pipe*: comunicazioni inter-processo (più avanti)
 - *socket*: comunicazioni inter-processo (più avanti)
 - *device file*: tutto è un file, anche un disco
 - device a caratteri: stream in input e output
 - device a blocchi: accesso diretto (dischi possono essere entrambe)
 - *door*: comunicazioni inter-processo (client-server)

File Descriptors

- Un *file descriptor* (o *file handle*) è un intero non negativo e piccolo che identifica un file al kernel.
- `stdin` è 0, `stdout` è 1, `stderr` è 2
- **VIETATO** usare “numeri magici” nel codice. usare `STDIN_FILENO`, `STDOUT_FILENO`, `STDERR_FILENO`

Standard I/O

- File I/O: fatto tutto con cinque funzioni: `open(2)`, `close(2)`, `lseek(2)`, `read(2)`, `write(2)`.
- I processi possono voler condividere risorse!
 - atomicità delle operazioni
 - condivisione file
 - manipolazione dei *file descriptors*

In origine...

- c'era `creat(2)`

```
#include <fcntl.h>
```

```
int creat(const char *pathname, mode_t mode);
```

Returns: file descriptor if OK, -1 on error

Ora...

- `creat(2)` deprecata da `open(2)`

```
#include <fcntl.h>
```

```
int open(const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

Returns: file descriptor if OK, -1 on error

In dettaglio...

- *oflag* deve essere uno (e solo uno) tra:
 - O_RDONLY
 - O_WRONLY
 - O_RDWR
- assieme possono essere usati:
 - O_APPEND: per appendere
 - O_CREAT: crea il file se non esiste
 - O_EXCL: genera errore se O_CREAT e il file esiste (atomica)
 - O_TRUNC: se file esiste e aperto correttamente in O_WRONLY e O_RDWR, setta lunghezza a 0.
 - O_NOTTY: se il path riferisce ad un terminale, trattalo appropriatamente
 - O_NONBLOCK: se il path riferisce ad una FIFO, block special o char special, setta la modalità nonblocking (open e I/O)
 - O_SYNC: ogni scrittura aspetta che l'I/O su dispositivo (fisico) sia completato.

Varianti di `open` (2)

```
#include <fcntl.h>
```

```
int open(const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

```
int openat(int dirfd, const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

Returns: file descriptor if OK, -1 on error

- su alcune piattaforme *oflag* può essere:
 - `O_SEARCH`: apre per ricerca (directory)
 - `O_EXEC`: apre per esecuzione

Varianti di `open` (2)

```
#include <fcntl.h>
```

```
int open(const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

```
int openat(int dirfd, const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

Returns: file descriptor if OK, -1 on error

- e possono esser usati anche:
 - `O_DIRECTORY`: se path risolve a una non-directory, fallisce (errno a `ENOTDIR`).
 - `O_DSYNC`: aspetta per I/O fisico (ad eccezione degli attributi)
 - `O_RSYNC`: blocca la `read()` finchè ci sono `write()` pendenti

Varianti di `open` (2)

```
#include <fcntl.h>
```

```
int open(const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

```
int openat(int dirfd, const char *pathname, int oflag, ... /* mode_t mode */ );
```

Returns: file descriptor if OK, -1 on error

- `openat ()` è usata per gestire `pathname` da differenti *working directory* atomicamente.

close (2)

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

```
int close(int fd);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- la chiusura rilascia la *lock* su un *file descriptor*. (dettagli più avanti).
- il kernel ci aiuta! *file descriptors* non esplicitamente chiusi vengono chiusi alla terminazione del processo.
 - evitare “leaks”, gestire la chiusura appropriatamente (visibilità).

Esempio

```
$ wget http://hpc.isti.cnr.it/~nardini/siselab/02/openex.c
```

```
$ more openex.c
```

```
$ cc -Wall -o myopen openex.c
```

read (2)

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

```
ssize_t read(int filedes, void *buff, size_t nbytes );
```

Returns: number of bytes read, 0 if end of file, -1 on error

- Dichiarazione?
- `read()` inizia a leggere dall'offset corrente e incrementa fino a *nbytes*
- Alcuni casi di lettura minore dei bytes richiesti:
 - EOF incontrato prima delle *nbytes* letture
 - Letture da terminale una riga alla volta
 - Letture da rete (ritardi dovuti a buffering)
 - Arriva un segnale

write(2)

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

```
ssize_t write(int filedes, void *buff, size_t nbytes );
```

Returns: number of bytes written if OK, -1 on error

- Dichiarazione?
- `write()` ritorna *nbytes* oppure si è verificato un errore
- per i *regular file*: `write()` inizia a scrivere dall'offset corrente. eccezioni? :)
 - `O_APPEND`! qual'è l'offset in questo caso?
- alla fine, l'offset è aggiornato di *nbytes*

Esempio

```
$ wget http://hpc.isti.cnr.it/~nardini/siselab/02/rwex.c
```

```
$ more rwex.c
```

```
$ cc -Wall -o myrw rwex.c
```


lseek (2)

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

off_t lseek(int filedes, off_t offset, int whence );
```

Returns: new file offset if OK, -1 on error



lseek (2)

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

off_t lseek(int filedes, off_t offset, int whence );
```

Returns: new file offset if OK, -1 on error

- *whence* determina come l'offset e' usato
 - SEEK_SET bytes dall'inizio del file
 - SEEK_CUR bytes dalla posizione corrente
 - SEEK_END bytes dalla fine del file

lseek (2)

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

off_t lseek(int filedes, off_t offset, int whence );
```

Returns: new file offset if OK, -1 on error

- tutto ciò comporta:
 - `lseek` di un offset negativo
 - `lseek` di 0 bytes dalla posizione corrente
 - `lseek` superando la fine del file

Esempio

```
$ wget http://hpc.isti.cnr.it/~nardini/siselab/02/lseek.c
```

```
$ more lseek.c
```

```
$ cc -Wall -o myseek ./lseek.c
```

```
$ ./myseek < ./lseek.c
```

```
seek OK
```

```
$ cat ./lseek.c | ./myseek
```

```
cannot seek
```

Esempio

```
$ wget http://hpc.isti.cnr.it/~nardini/siselab/02/hole.c
```

```
$ more hole.c
```

```
$ cc -Wall -o myhole ./hole.c
```

```
$ ./myhole
```

Homework

- Ripetere esercizio di ordinamento includendo:
 - lettura e scrittura su file con unbuffered I/O.