

## CORSO DI SISTEMI OPERATIVI A - ESERCITAZIONE 3

### 1 **strace** : visualizzazione delle system call invocate da un processo

Il programma **strace** consente di visualizzare le system call (con i relativi argomenti) invocate da un processo in esecuzione. È uno strumento di debug molto istruttivo che permette di ottenere, in tempo reale su schermo o in un file di testo, numerose informazioni sull'esecuzione di un programma.

Può essere invocato in due modalità principali :

1. `strace nomeprogramma [argomenti]` (*esegue nomeprogramma*)
2. `strace -p pid_processo_in_esecuzione` (*visualizza le SVC invocate dal processo con il PID specificato, già in esecuzione*).

Per memorizzare su file la traccia delle system call invocate, utilizzare l'opzione `-o` : ad es. `strace -o traccialog.txt nomeprogramma`.

Per ottenere la traccia delle system call invocate da un processo e dai suoi processi figli, utilizzare l'opzione `-f` : ad es. `strace -f nomeprogramma`.

Si tratta di una funzionalità molto importante, difficilmente ottenibile in un normale debugger che può soltanto seguire il processo padre oppure il processo figlio (cfr. il comando `set follow-fork-mode` di `gdb`).

Per le altre opzioni consultare il manuale di `strace`.

Si consiglia vivamente di eseguire almeno una volta con **strace** i programmi presentati nel seguito di questa esercitazione e nelle prossime esercitazioni.

### 2 **Chiamate di sistema per l'I/O**

Quando un programma viene messo in esecuzione, possiede almeno tre file descriptor:

- 0 Standard input
- 1 Standard output
- 2 Standard error

Vediamo le principali chiamate di sistema che fanno uso dei descrittori di file. La maggior parte di queste chiamate restituisce -1 in caso di errore e assegna alla variabile `errno` il codice di errore. I codici di errore sono documentati nelle pagine di manuale delle singole chiamate di sistema e in quella di `errno`. La funzione `perror()` può essere utilizzata per visualizzare un messaggio di errore basato sul relativo codice.

## 2.1 write()

```
#include <unistd.h>
ssize_t write(int fd, const void *buf, size_t count);
```

Quando si utilizza la chiamata di sistema `write()`, i primi `count` byte di `buf` vengono scritti nel file che è stato associato al file descriptor `fd`. La chiamata restituisce il numero dei byte scritti oppure `-1` se si è verificato un errore (in questo caso si può controllare la variabile `errno`).

*Esercizio 1:*

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

int main()
{
    char s[100];
    size_t sl;

    strcpy(s, "Questa stringa andra' sullo standard output\n");
    sl = strlen(s);

    if ((write(1, s, sl)) == -1)
        perror("write error: "); /* visualizza questa stringa e un messaggio descrittivo d

    return 0;
}
```

Eseguire il programma anche sotto debugger.

## 2.2 read()

```
#include <unistd.h>
ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);
```

Quando si utilizza la chiamata di sistema `read()`, i primi `count` byte di `buf` vengono letti dal file che è stato associato al file descriptor `fd`. La chiamata restituisce il numero di byte che sono stati letti.

*Esercizio 2:*

```
#include <unistd.h>

#define N 256

int main()
{
    char buffer[N];
    int nread;
```

```

nread = read(0, buffer, N);
if (nread == -1)
    perror("read error");

if ((write(1, buffer, nread)) != nread)
    perror("write error");

return 0;
}

```

Utilizzare i comandi di redirectione dello Shell per passare al programma, come input, il suo stesso file sorgente.

Modificare il programma affinché effettui la conversione delle lettere maiuscole in lettere minuscole [si veda il manuale della funzione `isupper()`].

### 2.3 `open()`, `creat()` e `close()`

```

#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
int open(const char *pathname, int flags);
int open(const char *pathname, int flags, mode_t mode);

```

La chiamata di sistema `open()` apre un file e restituisce un intero che ne rappresenta il file descriptor. Il parametro `pathname` è il nome del file che si vuole aprire. Il parametro `flags` è uno tra `O_RDONLY` (per aprire il file in modalità read-only), `O_WRONLY` (per aprire il file in modalità write-only), o `O_RDWR` (per aprire il file in modalità read e write); può essere sommato logicamente con flag aggiuntivi (si veda il manuale per un elenco completo). Il terzo parametro serve quando si utilizza `open()` per creare un nuovo file (con il flag `O_CREAT`): specifica, in formato ottale, i permessi di accesso per user, group e others. Ad esempio, `0764` significa: user 111 (rwx), group 110 (rw), others 100 (r).

```

#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
creat(char *pathname, mode_t mode);

```

La chiamata di sistema `creat()` serve per creare un file specificando come deve chiamarsi e come deve essere aperto.

E' equivalente alla chiamata `open()` con flags pari a `O_CREAT|O_WRONLY|O_TRUNC`.

```

#include <unistd.h>
int close(int fd);

```

La chiamata di sistema `close()` serve a chiudere un file specificandone il file descriptor.

*Esercizio 3* (copia un file preesistente in un nuovo file):

```

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

```

```

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

#define PERM 0644
#define N 2048

int main(int argc, char **argv)
{
    int infile, outfile, nread;
    char buffer[N];

    if(argc != 3)
    {
        fprintf(stderr, "Usa: %s nomefilesorgente nomefiledestinazione", argv[0]);
        exit(-1);
    }

    infile = open(argv[1], O_RDONLY);
    outfile = creat(argv[2], PERM);
    /* Un altro modo di creare il file di output:          */
    /* outfile = open(argv[2], O_CREAT|O_WRONLY|O_TRUNC, PERM); */

    while ((nread = read(infile, buffer, N)) > 0)
        write(outfile, buffer, nread);

    close(infile);
    close(outfile);

    return 0;
}

```

Aggiungere il controllo degli errori sulle chiamate per l'apertura, la creazione e la scrittura dei file. Come potete verificarne il funzionamento?

## 2.4 lseek()

```

#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
off_t lseek(int fildes, off_t offset, int whence);

```

La funzione lseek() imposta la posizione corrente di lettura e scrittura in corrispondenza del valore offset, all'interno del file referenziato dal descrittore fildes. A seconda del valore di whence, l'offset è relativo all'inizio (SEEK\_SET), alla posizione corrente (SEEK\_CUR), o alla fine del file (SEEK\_END).

*Esercizio 4* (serve il file *test.dat* contenuto in */home/soa/eserc3*):

```

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

```

```

#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>

#define REC_LEN 17

int main() {

    int f;
    long int length, cur_pos;
    char buf[REC_LEN];

    f = open("test.dat", O_RDWR);
    printf("This file has %ld bytes\n", length = lseek(f, 0, SEEK_END));
    /* Si riposiziona all'inizio */
    cur_pos = lseek(f, 0, SEEK_SET);
    /* Il file contiene dei record di REC_LEN Byte; ne viene letto uno ogni 5 */
    while (cur_pos < length) {
        read(f, buf, REC_LEN);
        write(1, buf, REC_LEN);
        /* Si sposta avanti di 5 record */
        cur_pos = lseek(f, 5*REC_LEN, SEEK_CUR);
    }
    close(f);

    return 0;
}

```

Modificare il programma affinché legga (dal file) e scriva (sullo standard output) solo i primi  $N < \text{REC\_LEN}$  caratteri di ciascun record.

## 2.5 fstat()

```

#include <sys/stat.h>
#include <unistd.h>
int fstat(int filedes, struct stat *buf);

```

La chiamata di sistema `fstat()` restituisce informazioni sul file referenziato dal descrittore `filedes`, memorizzando il risultato nella struct `stat` (vedere il manuale) puntata da `buf`.

*Esercizio 5:*

```

#include <sys/stat.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>
#include <time.h>

#define PERM 0644

```

```

int main(void)
{
    struct stat statbuf;
    int file;

    /* crea un file*/
    file = creat("dummy.fil", PERM);
    if (file == -1)
        perror("file creation error");

    /* ottiene informazioni sul file */
    fstat(file, &statbuf);
    close(file);

    /* mostra le informazioni ottenute */
    if (statbuf.st_mode & S_IFCHR)
        printf("Handle refers to a device.\n");
    if (statbuf.st_mode & S_IFREG)
        printf("Handle refers to an ordinary file.\n");
    if (statbuf.st_mode & S_IREAD)
        printf("User has read permission on file.\n");
    if (statbuf.st_mode & S_IWRITE)
        printf("User has write permission on file.\n");

    printf("Size of file in bytes: %ld\n", statbuf.st_size);
    printf("Time file last opened: %s\n", ctime(&statbuf.st_ctime));

    return 0;
}

```

## 2.6 dup() e dup2()

```

#include <unistd.h>
int dup(int oldfd);
int dup2(int oldfd, int newfd);

```

Le chiamate di sistema dup() e dup2() creano una copia del descrittore di file oldfd. Il nuovo descrittore è, nel caso della dup(), il descrittore non utilizzato con numero d'ordine più basso; nel caso della dup2(), è il newfd specificato dall'utente.

*Esercizio 6* (redirezione dello standard output):

```

#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

#define PERM 0644

int main()

```

```

{
    int fd;

    fd = open("file.txt", O_CREAT|O_WRONLY|O_TRUNC, PERM);
    if (fd == -1)
    {
        perror("open error");
        exit (1);
    }
    /* ora chiude lo standard output */
    close(1);
    /* poi copia fd nel descrittore libero piu' basso (1!) */
    dup(fd);

    /* infine scrive in 1, che ora e' una copia del descrittore del file */
    write(1, "Hello from write\n", 17);
    /* anche printf() scrive sul file */
    printf("Hello from printf\n");

    return 0;
}

```

Modificare l'esempio precedente in modo da ottenere lo stesso risultato utilizzando la chiamata `dup2()`.

## 2.7 `link()` e `unlink()`

La chiamata di sistema `link()` crea un hard link (`alias_name`) al file il cui nome è passato in ingresso (`original_name`).

```

#include <unistd.h>
int link(char *original_name, char *alias_name);

```

Consultare il manuale per sapere in quali casi la chiamata fallisce.

*Esercizio 7:*

```

#include <unistd.h>

int main()
{
    if ((link("test.dat", "test2.dat")) == -1)
    {
        perror("link error");
        return 1;
    }
    return 0;
}

```

La chiamata di sistema opposta è `unlink()`, che rimuove un hard link (`alias_name`).

```
#include <unistd.h>
int unlink(char *alias_name);
```

Consultare il manuale per sapere in quali casi la chiamata fallisce.

Esercizio 8:

```
#include <unistd.h>

int main()
{
    if ((unlink("test2.dat")) == -1)
    {
        perror("unlink error");
        return 1;
    }
    return 0;
}
```

## 2.8 ESERCIZIO RIEPILOGATIVO

Scrivere un programma C che esegua le seguenti operazioni:

1. creazione di un file contenente un vettore di strutture; ogni struttura deve contenere due campi: nome e età
2. ricerca sul file e stampa su standard output dei campi della  $i$ -esima struttura, dove  $i$  è un parametro passato in ingresso dall'utente