Esercitazione [09]

Pipe & FIFO

Riccardo Lazzeretti – lazzeretti@diag.uniroma1.it
Serena Ferracci - ferracci@diag.uniroma1.it

Sistemi di Calcolo 2
Programmazione dei Sistemi di Calcolo Multi-Nodo

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e Automatica
A.A. 2019-2020

Sommario

- Soluzione esercizi su shared memory
- Obiettivi dell'esercitazione
- Pipe
- Esercizio: IPC via pipe
- Named pipe (FIFO)
- Esercizio: EchoProcess su FIFO
- Esercizio: produtttore / consumatore su FIFO

Obiettivi Esercitazione

- Implementare comunicazione inter-processo tramite pipe
  - Usando pipe semplici tra processi «relazionati»
  - Usando FIFO tra processi non «relazionati»

Overview sulle pipe

- Meccanismo di comunicazione inter-processo
- Canale di comunicazione unidirezionale
- `int pipe(int fd[2])`
  - `fd[0]` descrittore di lettura
  - `fd[1]` descrittore di scrittura
  - ritorna `0` in caso di successo, `-1` altrimenti
- Chiamate a `read()` su pipe ritornano `0` quando tutti i descrittori di scrittura sono stati chiusi
- Chiamate a `write()` su pipe causano `SIGPIPE` («broken pipe») quando tutti i descrittori di lettura sono stati chiusi
  - Nota: vale anche per scritture su socket ormai chiuse!

Esercizio: Comunicazione unidirezionale di processi via pipe con sincronizzazione (1)

- Il processo padre crea CHILDREN_COUNT processi figlio che condividono una pipe unica:
  - nella quale WRITERS_COUNT figli scrivono (*writers*)
  - e dalla quale READERS_COUNT figli leggono (*readers*)
- I writers scrivono nella pipe in mutua esclusione tramite un semaforo il cui nome è definito nella macro WRITE_MUTEX
- I readers leggono dalla pipe in mutua esclusione grazie ad un altro semaforo, il cui nome è specificato nella macro READ_MUTEX
- All'avvio, il padre crea i semafori named assicurandosi che non esistano già, e passa come argomento ai processi figlio il puntatore all'oggetto sem_t su cui ciascun reader o writer dovrà operare

Esercizio: Comunicazione unidirezionale di processi via pipe con sincronizzazione (2)

- Una volta avviati:
  - i writers devono scrivere nella pipe MSG_COUNT messaggi in totale (ognuno dovrà quindi scriverne MSG_COUNT/WRITERS_COUNT).
  - ogni reader deve leggere dalla pipe MSG_COUNT/READERS_COUNT messaggi e verificarne l'integrità
  - ogni messaggio è un array di MSG_ELEMS interi, che viene considerato integro se tutti i suoi elementi hanno lo stesso valore.
- Infine, il padre deve attendere esplicitamente la terminazione dei figli e liberare le risorse.

Obiettivi principali

- Gestione processi figlio: creazione/attesa terminazione processi figlio (implementata)
- Mutua esclusione inter-processo: creazione/utilizzo/rimozione di semafori (implementata)
- Comunicazione su pipe: invio e ricezione dati di lunghezza fissa (da implementare)

Write to PIPE

- Implementare la funzione

```
int write_to_pipe(   int fd,
                     const void *data,
                     size_t data_len)
```

- `fd` è il descrittore della pie
- `data` contiene il messaggio da scrivere
- `data_len` specifica quanti byte deve scrivere
- La funzione restituisce il numero dei byte scritti
- Suggerimenti:
  - Si scrive nella pipe come in un File
  - Controllare che tutti i byte siano stati scritti (vedi esercitazione lettura/scrittura su file)
  - Gestione errori dovuti a interruzioni (non è stato scritto nella pipe)
  - Scrittura parziale
  - Altri errori

Read from PIPE

- Implementare la funzione

```
int read_from_pipe(int fd,
                   void *data,
                   size_t data_len)
```

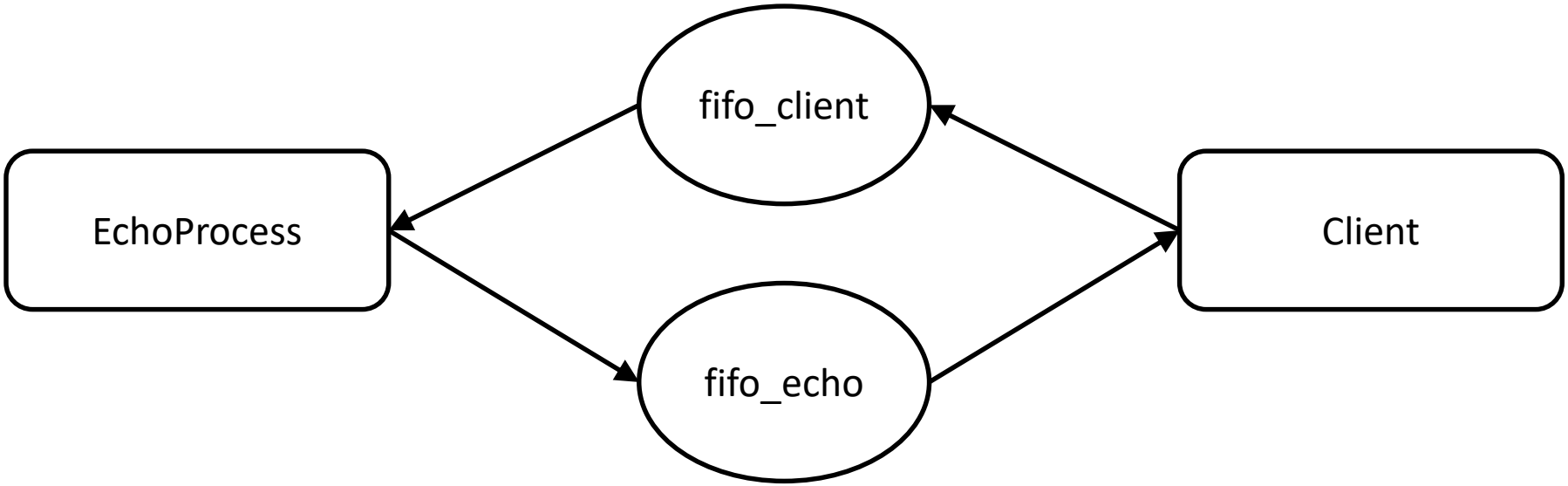
- `fd` è il descrittore della pipe
- `data` conterrà il messaggio letto
- `data_len` specifica quanti byte deve leggere
- La funzione restituisce il numero dei byte letti
- Suggerimenti:
  - Si legge dalla pipe come da un File
  - Controllare che tutti i byte siano stati letti (vedi esercitazione lettura/scrittura su file)
  - Gestione errori dovuti a interruzioni (non è stato letto dalla pipe)
  - Lettura parziale
  - Altri errori (gestire esplicitamente chiusura inaspettata in endpoint)

Overview sulle named pipe (FIFO)

- Simili alle pipe, consentono comunicazione tra processi non «relazionati» (nessun legame padre-figlio via fork)
- Una FIFO è un **file speciale** per comunicazione unidirezionale
- Creazione: `int mkfifo(const char *path, mode_t mode)`
  - `path`: nome della FIFO
  - `mode`: permessi da associare alla FIFO (es. `0666`)
  - Ritorna `0` in caso di successo, `-1` altrimenti
- Apertura: `int open(const char *path, int oflag)`
  - Nome FIFO e modalità di apertura (`O_RDONLY`, `O_WRONLY`, etc)
  - Ritorna il descrittore della FIFO, `-1` altrimenti
- Chiusura: `int close(int fd)`
- Rimozione: `int unlink(const char *path)`

Esercizio: EchoProcess su FIFO

- Il server prepara (crea) due FIFO
  - `echo_fifo` per inviare messaggi al client
  - `client_fifo` per ricevere messaggi dal client
- La comunicazione client-server avviene tramite queste due FIFO
- Esercizio: completare codici di client (`client.c`) e server (`echo.c`) e lettura/scrittura (rw.c)



Write to FIFO

- Implementare la funzione

```
void writeMsg(int fd, char* buf, int size)
```

- `fd` è il descrittore della FIFO
- `buf` contiene il messaggio da scrivere
- `size` specifica quanti byte deve scrivere
- Suggerimenti:
  - Si scrive nella FIFO come in un File
  - Controllare che tutti i byte siano stati scritti (vedi esercitazione lettura/scrittura su file)
    - Gestione errori dovuti a interruzioni (non è stato scritto nella FIFO)
    - Scrittura parziale
    - Altri errori

Read from FIFO

- Implementare la funzione

```
int readOneByOne(int fd, char* buf, char separator)
```

- `fd` è il descrittore della FIFO
- `buf` contiene il messaggio da scrivere
- `separator` è il carattere utilizzato per terminare il messaggio ('\n')
- Suggerimenti:
  - Puoi leggere dalla FIFO come da un normale FILE
  - Non puoi conscere la dimensione del messaggio!!!
    - Leggi un byte per volta
    - Esci dal ciclo quando trovi il carattere `separator` ('\n')
  - Ripeti la read quando interrotta prima della lettura del dato
  - Restituisci il numero totale di byte letti
  - Se sono stati letti 0 bytes, allora l'altro processo ha chiuso la FIFO senza preavviso (errore da gestire)

Esercizio: Produttore/Consumatore

- L'applicazione è sviluppata in due moduli separati.
- Si tiene conto della configurazione con `NUM_CONSUMERS` consumatori e `NUM_PRODUCERS` produttori
- Non serve realmente un buffer, ma si usa una FIFO

- Completare il codice dell'applicazione produttore/consumatore
- Sorgenti
  - `makefile`
  - `producer.c`
  - `consumer.c`
- Suggerimento: seguire i blocchi di commenti inseriti nel codice
- Suggerimento: il producer sarà il primo a operare e il consumer l'ultimo
  - Quindi il producer crea la FIFO e il consumer la distrugge
- Test:
  - Lanciate prima `producer` (crea semafori e memoria condivisa) e poi `consumer`