Unnamed Pipes

Comunicação entre processos

José Pedro Oliveira
(jpo@di.uminho.pt)

Grupo de Sistemas Distribuídos
Departamento de Informática
Escola de Engenharia
Universidade do Minho

Sistemas Operativos I
2006-2007

Conteúdo

Pipes

Pipes

Pipes são a forma mais antiga de comunicação entre processos em sistemas UNIX.

Limitações

1. historicamente as pipes são *half-duplex*, isto é, a informação só flui numa direcção.
2. pipes só podem ser usadas entre processos que tenham um processo ancestral comum. Normalmente a pipe é criada por um processo, que em seguida invoca a chamada ao sistema fork, e em que a pipe é usada entre processo pai e filho.

Chamada ao sistema **pipe**

Synopsis

```
#include <unistd.h>

int pipe(int filedes[2]);
```

Valores de retorno

-1 - erro

0 - ok

Descritores de ficheiros

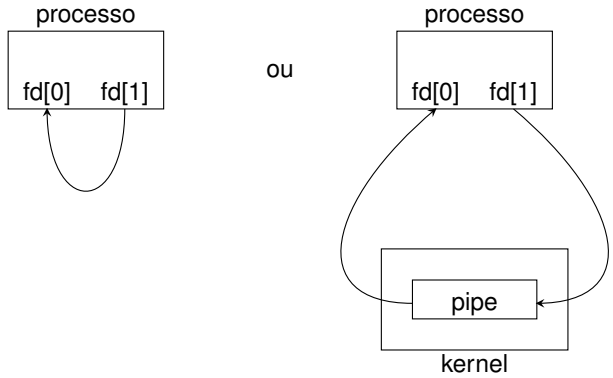
filedes[0]	aberto em modo de leitura
filedes[1]	aberto em modo de escrita

Exemplo de criação de uma pipe

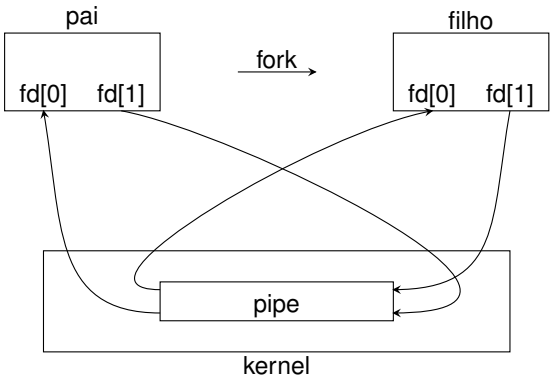
Extracto de código

```
1   #include <unistd.h>
2
3   // ...
4
5   int fd[2];
6
7   if (pipe(fd) == -1) {
8       perror("pipe");
9       exit(1);
10  }
11
12  // ...
```

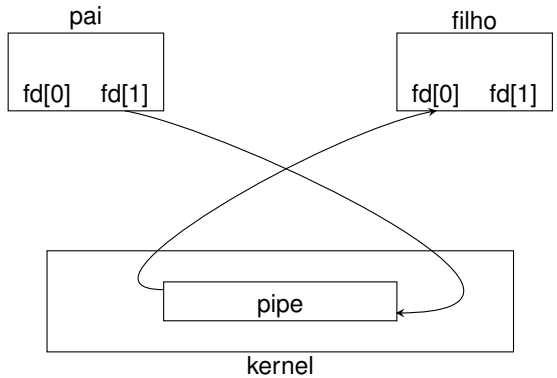
Pipe half-duplex



Pipe half-duplex depois de um fork



Pipe half-duplex: canal de comunicação pai -> filho



Pipe half-duplex: canal de comunicação pai -> filho

```
1   int pai2filho[2];
2
3   if (pipe(pai2filho) == -1) {    /* erro */    }
4
5   switch(fork()) {
6       case -1:
7           perror("fork");  exit(2);
8       case 0:                          /* filho */
9           close(pai2filho[1]);
10          // read(pai2filho[0], ..., ...)
11          break;
12      default:                         /* pai */
13          close(pai2filho[0]);
14          // write(pai2filho[1], ..., ...)
15          wait(NULL);
16          break;
17  }
```

Pipe half-duplex: canal de comunicação pai -> filho

```
1   int pai2filho[2], i;
2
3   if (pipe(pai2filho) == -1) {    /* erro */    }
4
5   switch(fork()) {
6       case -1:
7           perror("fork");  exit(2);
8       case 0:                          /* filho */
9           close(pai2filho[1]);
10          read(pai2filho[0], &i, sizeof(int));
11          break;
12      default:                         /* pai */
13          close(pai2filho[0]);
14          i = 1234;
15          write(pai2filho[1], &i, sizeof(int))
16          wait(NULL);
17          break;
18  }
```

pipe

Um dos extremos da pipe está fechado

Quando um dos extremos da pipe é fechado, aplicam-se as seguintes regras:

1. quando se tenta ler de uma pipe cuja extremidade de escrita já se encontra fechada, a chamada ao sistema **read** retorna 0 (zero) para indicar o fim do ficheiro.
2. quando se tenta escrever numa pipe cuja extremidade de leitura já se encontra fechada, é gerado o sinal **SIGPIPE**. Se o sinal for ignorado ou apanhado, a chamada ao sistema **write** retorna -1 com **errno** igual a **EPIPE**.

Sinal **SIGPIPE**

SIGPIPE

```
1   // includes: stdio.h, stdlib.h, unistd.h
2
3   int main(void)
4   {
5       int fd[2];
6
7       if (pipe(fd) == -1) {
8           perror("pipe");  exit(1);
9       }
10
11      close(fd[0]);
12      write(fd[1], "Teste\n", 6);
13      close(fd[1]);
14
15      write(STDOUT_FILENO, "Fim\n", 4);
16
17      return 0;
18  }
```

Sinal **SIGPIPE**

SIGPIPE

```c
// includes: stdio.h, stdlib.h, unistd.h, signal.h

int main(void)
{
    int fd[2];

    signal(SIGPIPE, SIG_IGN);

    if (pipe(fd) == -1) { perror("pipe");  exit(1); }

    close(fd[0]);
    if (write(fd[1], "Teste\n", 6) == -1) { perror("write"); }
    close(fd[1]);

    write(STDOUT_FILENO, "Fim\n", 4);

    return 0;
}
```

Comunicação via *unnamed* pipes

Passos

1. criar as pipes necessárias
2. gerar o(s) processo(s) filho
3. fechar/duplicar descritores de ficheiros para associar correctamente os extremos das pipes
4. fechar os extremos não necessários
5. realizar as actividades de comunicação
6. fechar restantes descritores de ficheiros
7. se necessário, esperar que os processos filhos terminem

Comunicação via *unnamed* pipes

Implementar

1. `cat /etc/passwd | grep bash`
2. `cat /etc/passwd | grep bash | wc -l`
3. `rpm -qa | grep ^vim | xargs rpm -ql | grep /bin | wc -l`

Exemplo: **cat /etc/passwd | grep bash**

```c
    int fd[2];

    if (pipe(fd) == -1) {  perror("pipe");  exit(1);  }

    switch(fork()) {
        case -1:
            perror("fork");  exit(2);
        case 0:                              /* filho */
            close(fd[0]);
            dup2(fd[1], STDOUT_FILENO);
            close(fd[1]);
            execlp("cat", "cat", "/etc/passwd", NULL);
            exit(3);
        default:                             /* pai */
            close(fd[1]);
            dup2(fd[0], STDIN_FILENO);
            close(fd[0]);
            execlp("grep", "grep", "bash", NULL);
            exit(4);
    }
```

Exemplo: **cat /etc/passwd | grep bash**

```
1   if (pipe(fd) == -1) { perror("pipe"); exit(1); }
2
3   for (i=0; i<2; i++) {
4       p = fork();
5       if (p == -1) {
6           perror("fork"); exit(2);
7       } else if (p == 0) {
8           switch(i) {
9               case 0:             /* primeiro filho */
10                  // ...
11                  exit(3);
12              case 1:             /* segundo filho */
13                  // ...
14                  exit(4);
15          }
16      }
17  }
18
19  close(fd[0]); close(fd[1]);
20  for (i=0; i<2; i++) { wait(NULL); }
```

Conteúdo

Comunicação via unnamed pipes

Enunciados

1. Processo pai envia um número inteiro para o processo filho. Este multiplica o valor recebido por dois e devolve o resultado ao processo pai.
2. Processo pai envia dois números inteiros para o processo filho. Este adiciona-os e devolve o resultado ao processo pai.
3. Processo pai envia um array de *n* números inteiros para o processo filho. Este adiciona todos os elementos do array e devolve o resultado ao processo pai.
4. Processo pai envia uma string para o processo filho. Este converte todos os caracteres da string recebida para maiúsculas e devolve a string resultante ao processo pai.

Conteúdo

Referências

Bibliografia

- **Advanced Programming in the UNIX Environment, 2nd ed.**
  W. Richard Steven, Stephen A. Rago
  `http://www.apuebook.com/`
  - Capítulo 15 - Interprocess Communication
- **Advanced UNIX Programming, 2nd ed.**
  Marc J. Rochkind
  `http://www.basepath.com/aup/`
  - Capítulo 6 - Basic Interprocess Communication
- **Linux Programming by Example: The Fundamentals**
  Arnold Robbins
  `http://authors.phptr.com/robbins/`
  - Capítulo 9 - Process Management and Pipes