Redirecionamento de Streams Padrão em Sistemas POSIX

Pedro Bruel
pedro.bruel@gmail.com
18 de Junho de 2021

Introdução

Conteúdo e Objetivos de Aprendizagem

Tópicos

- Streams, ou fluxos padrão em Processos POSIX, chamadas de sistema *dup* e *dup2*

Habilidades

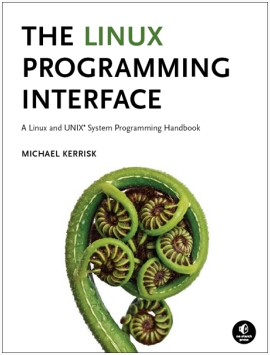
- Escrever scripts em bash e programas em C que redirecionem os streams de Entrada/Saída de programas

Conhecimentos

- Compreender o redirecionamento de streams de Entrada/Saída como a duplicação de descritores de arquivo em processos POSIX

Recursos Extras

The Linux API



- https://man7.org/tlpi
- Capítulos 4, 5, e 44

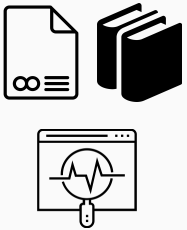
Site da Aula

- https://phrb.github.io/PPD

Registrando Mensagens e Monitorando Sistemas

Problemas

- Em sistemas POSIX, quais são as formas de registrar as mensagens impressas por um programa durante sua execução?
- No Linux, quais as formas de monitorar o uso de recursos como CPU, memória, entrada/saída, e rede?



Registrando Mensagens e Monitorando Sistemas

Registro de Mensagens

-

Monitoramento de Recursos

-

Redirecionamento de Entrada/Saída em *bash*

Streams Padrão em Processos POSIX

- Streams, ou fluxos, são canais de comunicação indexados por descritores de arquivo
- Todo processo POSIX abre os seguintes streams por padrão:

Descritor	**Propósito**	**Nome POSIX**	**Stream *stdio***
0	Entrada padrão	STDIN_FILENO	*stdin*
1	Saída padrão	STDOUT_FILENO	*stdout*
2	Erro padrão	STDERR_FILENO	*stderr*

Usando Arquivos de *Log*: Redirecionamento de Saída e Erros

```
date > existe.txt && cat existe.txt
```

```
Wed Jun 16 05:38:58 PM -03 2021
```

Usando Arquivos de *Log*: Redirecionamento de Saída e Erros

```
date > existe.txt && cat existe.txt
```

```
Wed Jun 16 05:38:58 PM -03 2021
```

- Redirecionando erro e saída para arquivos diferentes:

```
cat existe.txt não-existe.txt 1> saída.log 2> erros.log
```

Usando Arquivos de *Log*: Redirecionamento de Saída e Erros

```
date > existe.txt && cat existe.txt
```

```
Wed Jun 16 05:38:58 PM -03 2021
```

- Redirecionando erro e saída para arquivos diferentes:

```
cat existe.txt não-existe.txt 1> saída.log 2> erros.log
```

- Verificando os logs:

```
cat saída.log
```

```
Wed Jun 16 05:38:58 PM -03 2021
```

Usando Arquivos de *Log*: Redirecionamento de Saída e Erros

```
date > existe.txt && cat existe.txt
```

```
Wed Jun 16 05:38:58 PM -03 2021
```

- Redirecionando erro e saída para arquivos diferentes:

```
cat existe.txt não-existe.txt 1> saída.log 2> erros.log
```

- Verificando os logs:

```
cat saída.log
```

```
Wed Jun 16 05:38:58 PM -03 2021
```

```
cat erros.log
```

```
cat: não-existe.txt: No such file or directory
```

Monitorando o Linux: Redirecionamento de Saída

Monitorando o Consumo de Memória

```
free -h > mem.log && cat mem.log
```

Monitorando o Linux: Redirecionamento de Saída

Monitorando o Consumo de Memória

```
free -h > mem.log && cat mem.log
```

```
               total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:            31Gi       7.2Gi       1.1Gi       1.4Gi        22Gi        22Gi
Swap:             0B          0B          0B
```

Monitorando o Linux: Redirecionamento de Saída

Monitorando o Consumo de Memória

```
free -h > mem.log && cat mem.log
```

```
               total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:            31Gi       7.2Gi       1.1Gi       1.4Gi        22Gi        22Gi
Swap:             0B          0B          0B
```

```
cat /proc/meminfo > meminfo.log
```

Monitorando o Linux: Redirecionamento de Entrada

Monitorando o Clock da CPU

```
grep "cpu MHz" < /proc/cpuinfo > cpu_clock.log && cat cpu_clock.log
```

Monitorando o Linux: Redirecionamento de Entrada

Monitorando o Clock da CPU

```
grep "cpu MHz" < /proc/cpuinfo > cpu_clock.log && cat cpu_clock.log
```

```
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 1746.784
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 900.006
cpu MHz         : 900.001
```

Monitorando o Linux: Redirecionamento de Entrada

Monitorando o Clock da CPU

```
grep "cpu MHz" < /proc/cpuinfo > cpu_clock.log && cat cpu_clock.log
```

```
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 1746.784
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 900.006
cpu MHz         : 900.001
```

Mais Exemplos

- https://www.gnu.org/software/bash/manual/html_node/Redirections.html

Exercício: Script de Redirecionamento

Escreva um script *bash* que:

1. Receba 3 argumentos:
   - `$1`: Um programa e seus argumentos
   - `$2`: Um arquivo de entrada
   - `$3`: Um arquivo de saída
2. Execute o programa `$1` com stream de Entrada `$2`, e redirecione Saída e Erro para `$3`

Exercício: Script de Redirecionamento

Escreva um script *bash* que:

1. Receba 3 argumentos:
   - $1: Um programa e seus argumentos
   - $2: Um arquivo de entrada
   - $3: Um arquivo de saída
2. Execute o programa $1 com stream de Entrada $2, e redirecione Saída e Erro para $3

```
#!/usr/bin/bash
/usr/bin/bash -c "$1 < $2 &> $3"
```

Exercício: Script de Redirecionamento

```
#!/usr/bin/bash
/usr/bin/bash -c "$1 < $2 &> $3"
```

```
./src/bash_example/log.sh 'grep "cpu MHz"' /proc/cpuinfo out.log && cat out.log
```

```
cpu MHz         : 1303.327
cpu MHz         : 1682.174
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
cpu MHz         : 3000.000
```

Síntese: Redirecionamento de Streams em *bash*

Sintaxe	Efeito
`[n]> arquivo` `[n]>> arquivo`	Redireciona o descritor `n` para `arquivo`, sobrescrevendo (>) ou adicionando (>>)
`&> arquivo`	Redireciona Erro e Saída Padrão para `arquivo`
`> arquivo 2>&1`	Redireciona Saída Padrão (`fd=1`) para `arquivo`, e rediciona Erro Padrão (`fd=2`) para Saída Padrão
`< arquivo`	Redireciona Entrada Padrão para ler de `arquivo`

Conectando Streams de Entrada/Saída

Problemas

- Como conectar os streams de entrada/saída de dois processos através do bash?
- E através de um programa em C?

Conectando Streams de Entrada/Saída

Conectando Streams em *bash*

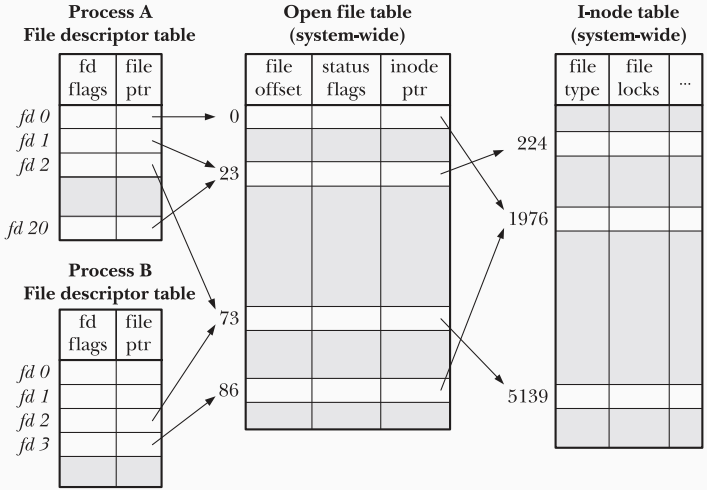
-

Conectando Streams em *C*

-

Duplicando Descritores de Arquivo com Chamadas de Sistema

Descritores de Arquivo em Processos POSIX



Algumas Chamadas POSIX

```c
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

int open(const char *pathname, int flags, ...);
int close(int fd);
ssize_t read(int fd, void *buffer, size_t count);
ssize_t write(int fd, void *buffer, size_t count);

pid_t fork(void);
int execlp(const char *filename, const char *arg, ...);
```

Algumas Chamadas POSIX

```c
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

int open(const char *pathname, int flags, ...);
int close(int fd);
ssize_t read(int fd, void *buffer, size_t count);
ssize_t write(int fd, void *buffer, size_t count);

pid_t fork(void);
int execlp(const char *filename, const char *arg, ...);
```

```c
int dup(int oldfd);
int dup2(int oldfd, int newfd);
int pipe(int filedes[2]);
```

Chamadas *dup* e *dup2*

`int dup(int oldfd);`

- Duplica o descritor de arquivo `oldfd`, usando o menor descritor disponível

`int dup2(int oldfd, int newfd);`

- Duplica `oldfd` usando `newfd`, fecha `newfd` se necessário

```
man dup | grep "NAME" -A 10
```

```
NAME
  dup, dup2 – duplicate an open file descriptor

SYNOPSIS
  include <unistd.h>
  int dup(int fildes);
  int dup2(int fildes, int fildes2);

DESCRIPTION
  The  dup()  function provides an alternative interface to the service provided [...]
```

Chamada *pipe*

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

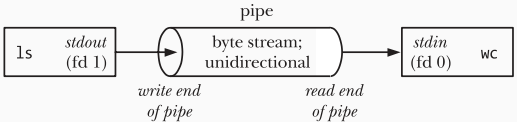
- Abre um canal de comunicação entre processos, usando descritores de arquivo

```
man pipe | grep "NAME" -A 10
```

```
NAME
  pipe – create an interprocess channel

SYNOPSIS
  include <unistd.h>
  int pipe(int fildes[2]);

DESCRIPTION
  The pipe() function shall create a pipe and place two file descriptors, one each into
  the arguments fildes[0] and fildes[1], that refer to the open file  descriptions [..]
```

Exercício: Redirecionamento em C

Usando um *pipe* para Conectar Filtros



The Linux Programming API, Michael Kerrisk, cap. 44, pág. 890

Exemplo em *C*

```
tree src/pipe_example
```

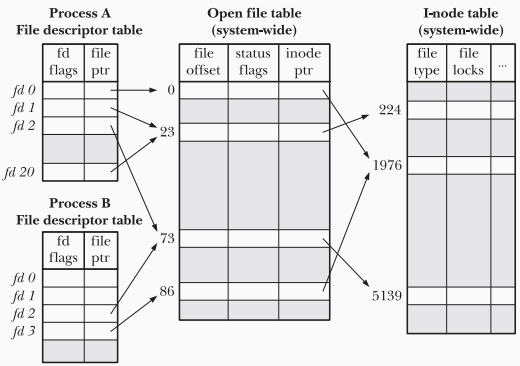
```
src/pipe_example
├── Makefile
├── pipe_example.md
├── pipe_example.org
└── pipe_ls_wc.c

0 directories, 4 files
```

Código Fonte

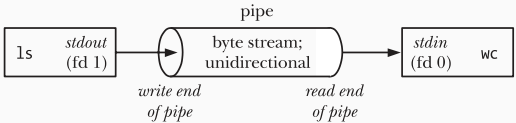
- The Linux Programming API, Michael Kerrisk, cap. 44, pág. 890
- https://man7.org/tlpi/code/online/dist/pipes/pipe_ls_wc.c.html

Síntese: Duplicando Descritores de Arquivo

Descritores de Arquivo



Pipes



Chamadas de Sistema

```
int dup(int oldfd);
```

- Duplica o descritor de arquivo `oldfd`, usando o menor descritor disponível

```
int dup2(int oldfd, int newfd);
```

- Duplica `oldfd` usando `newfd`, fecha `newfd` se necessário

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

- Abre um canal de comunicação entre processos, usando descritores de arquivo

Revisitando os Objetivos de Aprendizagem

Objetivos de Aprendizagem e Exercício

Tópicos

- Streams, ou fluxos padrão em Processos POSIX, chamadas de sistema *dup* e *dup2*

Objetivos

- Escrever scripts em bash e programas em C que redirecionem os streams de Entrada/Saída de programas
- Compreender o redirecionamento de streams de Entrada/Saída como a duplicação de descritores de arquivo em processos POSIX

Exercício

- Pesquise sobre a chamada de sistema *fcntl*, escreva as chamadas *dup* e *dup2* com ela, e as substitua no exemplo da conexão de filtros com *pipe*

Redirecionamento de Streams Padrão em Sistemas POSIX

Pedro Bruel
pedro.bruel@gmail.com
18 de Junho de 2021