Gabriela Lemos Lúcidi Pinhão

Sistemas Distribuídos – Trabalho 1

A linguagem utilizada para a implementação de IPCs baseados em troca de mensagens foi a C++. A troca de mensagens, uma das formas de comunicação entre dois processos, é realizada pelo sistema operacional através de *system calls,* originadas do processo comunicante. O espaço de memória do kernel é utilizado para viabilizar a troca de mensagens.

Primeiro programa – triggerSignal.cpp
O primeiro programa implementado deveria ser capaz de enviar um sinal a qualquer outro processo.
É útil relatar que cada processo tem um número identificador (PID – *process Identification*) e enquanto o processo estiver em estado *running* (executando) este número é único. O comando do sistema operacional UNIX para procurar o número identificador de um processo é o seguinte:

ps aux | grep (programName)

Todos os sinais têm também um número identificador:

```
 1) SIGHUP  2) SIGINT   3) SIGQUIT  4) SIGILL
 5) SIGTRAP  6) SIGABRT  7) SIGEMT   8) SIGFPE
 9) SIGKILL 10) SIGBUS  11) SIGSEGV 12) SIGSYS
13) SIGPIPE 14) SIGALRM 15) SIGTERM 16) SIGURG
17) SIGSTOP 18) SIGTSTP 19) SIGCONT 20) SIGCHLD
21) SIGTTIN 22) SIGTTOU 23) SIGIO 24) SIGXCPU
25) SIGXFSZ 26) SIGVTALRM 27) SIGPROF 28) SIGWINCH
29) SIGINFO 30) SIGUSR1 31) SIGUSR2
```

Para a resolução do problema, uma função *main* de um programa em C++ com dois parâmetros foi criada, o primeiro sendo o número identificador do sinal a ser enviado e o segundo o número identificador do processo que irá receber o sinal. Os parâmetros foram usados numa função da biblioteca *signal.h,* que efetivamente envia o sinal ao processo especificado:

kill(processIdentifier, signalIdentifier);

Em caso de falha na função *kill*, a função *main* retorna o parâmetro EXIT_FAILURE da biblioteca *cstdlib*, indicando erro.

Segundo programa – handleSignal.cpp
O segundo programa deveria capturar e reagir a sinais diferentes imprimindo no terminal uma mensagem diferente para cada sinal.

Para a resolução do problema, uma função *main* de um programa em C++ com um parâmetro foi criada, sendo este o modo de espera do próximo sinal (*busy wait ou blocking wait*). As primeiras linhas de código da função main fazem chamadas à uma função da biblioteca *signal.h:*

```
signal(signalIdentifier, signalHandler);
```

Caso seja enviado ao processo (este programa em execução) o sinal especificado no primeiro parâmetro da função *signal*, a função especificada no segundo parâmetro será executada. Neste programa foram escolhidos 3 sinais a serem capturados, SIGSYS(12), SIGBUS(10) e SIGHUP(1).
A função signalHandler receberá como parâmetro o identificador do sinal, podendo assim imprimir diferentes mensagens independendo do sinal recebido. Além disso, caso capture o sinal SIGHUP, deve encerrar o programa:

```
void signalHandler(int signalIdentifier) {
   cout << "Signal received: " << signalIdentifier << endl;
   if (signalIdentifier == 1) {
      exit(0);
   }
}
```

Para a implementação dos modos de espera, o *busy wait* consiste num loop infinito, o que significa que o processo continua em estado *running* enquanto aguarda o próximo sinal:

```
while(1) {
   cout << "Busy waiting process number " << getpid() << endl;
}
```

O *blocking wait* também é um loop infinito, mas a cada iteração faz chamada à função *pause* da biblioteca *unistd*, que coloca o processo em estado *waiting*, liberando espaço para que outro processo utilize a CPU, e colocando-o novamente em estado *running* quando receber outro sinal.

```
while(1) {
   cout << "Blocking waiting process number " << getpid() << endl;
   pause();
}
```

Terceiro programa – processWithPipe.cpp
O terceiro programa deveria implementar um programa produtor e um consumidor que se comunicam por meio de um *pipe*. O consumidor deve receber um número aleatório e crescente do produtor e verificar se o mesmo é primo, imprimindo o resultado no terminal.
Primeiramente foram implementadas as funções para retornar um número aleatório e crescente e para retornar se um número é primo ou não. A primeira faz uso das

funções *srand* e *rand* da biblioteca *stdlib* para obter um número aleatório que é posteriormente somado a um número referência. Para que o número aleatório seja crescente, a referência deve ser sempre o número anterior. A segunda função tenta dividir um número por todos os números do intervalo 2 até o número que antecede o próprio número. Se alguma divisão proceder, o número não é primo e será primo caso contrário.
A função *main* do programa recebe como parâmetro o número de produtos que o produtor envia ao consumidor. As suas primeiras linhas de código são dedicadas a criação do *pipe*, mecanismo de comunicação unidirecional entre dois processos, onde um lado é responsável pela escrita de dados e o outro lado pela leitura. Para criar o *pipe* é necessário a chamada à função pipe da biblioteca *unistd.h*:

```
int fd[2];
int pipeStatus = pipe(fd);
```

Caso a função *pipe* retorne o valor -1, significa que algum erro ocorreu. fd[0] é a extremidade de leitura, que será utilizada pelo consumidor e fd[1] a de escrita, a ser utilizada pelo produtor.
Toda vez que o produtor desejar escrever no *pipe*, ele deve fechar a outra ponta deste (fd[0]) e o consumidor, quando desejar ler, deve fazer a mesma coisa (fd[1]). Isso evitará a leitura de mensagens vazias, incompletas ou fora de ordem.
Para criar os processos produtor e consumidor, foi utilizada a função fork da biblioteca *unist.hd*:

```
int forkStatus = fork();
```

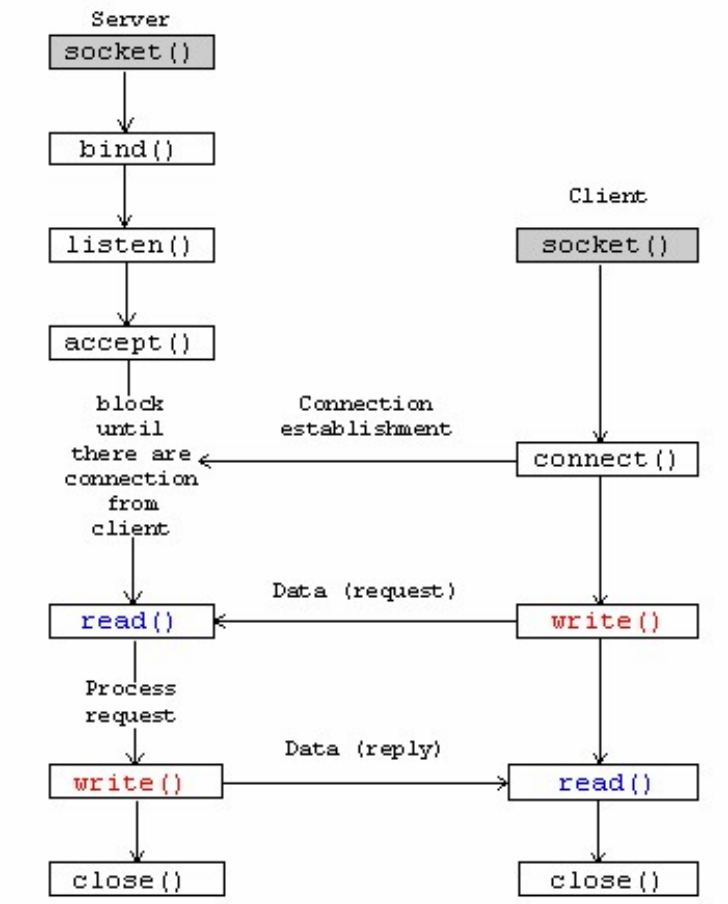
Essa função criará um processo pai, correspondente ao atual e um novo, o filho, cópia do processo atual. Ela retornará o valor -1 em caso de erro, o valor 0 quando o processo filho estiver sendo executado e o número identificador do processo filho (ou seja, um valor maior que 0) quando o processo pai estiver sendo executado. Usando essa lógica, puderam ser implementadas as ações do produtor, processo pai, e do consumidor, processo filho. Para escrever no *pipe* o produtor deve converter o número aleatório e crescente para uma string usando a função *sprintf* da biblioteca *studio.h* e depois usar a função *write* da biblioteca *unistd.h*:

```
int intMessage = getRandomNumber(lowestNumber);
const char * charMessage = to_string(intMessage).c_str();
write(fd[1], charMessage, 20);
```

O número deve ser convertido para *string* para evitar problemas na representação numérica no *pipe*.
O consumidor deve ler a mensagem usando a função *read* da biblioteca unistd.h e convertê-la para inteiro usando a função *atoi* da biblioteca *stdlib.h*:

```
read(fd[0], charMessage, 20);
int intMessage = atoi(charMessage);
int prime = isPrime(intMessage);
```

Quarto e quinto programas – producer.cpp e consumer.cpp
O quarto e último programa deveria implementar dois programas, um consumidor e o outro produtor que se comunicassem através de um socket.
A implementação dos programas seguiu a lógica a seguir, fazendo uso de funções das bibliotecas *sys/types.h*, *sys/socket.h* e *netinet/in.h*:



https://i.stack.imgur.com/VUcT6.png

O programa consumidor foi considerado o servidor, que reage a comunicação do cliente, o produtor. A função *main* do programa consumidor recebe como parâmetro a porta na qual a conexão do socket será feita. A do programa produtor recebe como parâmetros a porta de conexão, o nome do servidor e o número de produtos a serem enviados ao consumidor.

Código:
https://github.com/gabrielalucidi/sistemasdistribuidos2018.1

Fontes:
http://www.yolinux.com/TUTORIALS/C++Signals.html
https://www.cyberciti.biz/faq/unix-kill-command-examples/
http://www2.cs.uregina.ca/~hamilton/courses/330/notes/unix/pipes/pipes.html
https://www.geeksforgeeks.org/c-program-demonstrate-fork-and-pipe/
http://www.dicas-l.com.br/arquivo/programando_socket_em_c++_sem_segredo.php#.WrhYmJPwYzY