

Sistemas Operativos 2022/2023

Ficha Nº 6

Threads, Mutexes Vars Condicionais, ncurses

Tópicos ->

Execução de várias tarefas em simultâneo com threads POSIX.
Coordenação de gestão de exclusão mútua com Mutexes POSIX.
Coordenação de tarefas com variáveis condicionais POSIX.
(Opcional) Utilização da biblioteca ncurses para gestão do output na consola.

Exercícios

- Exercício 1: Utiliza *threads* e *mutexes* para executar e coordenar várias tarefas em simultâneo.
- Exercício 2: Utiliza *threads* para conseguir ler de dois *named pipes* “em simultâneo”.
- Exercício 3: Utiliza a biblioteca *ncurses*.
- Exercício 4: Junta o uso de pipes com threads com ncurses.
- Exercício 5: Utiliza variáveis condicionais.

>> Notas

- Estes exercícios são maiores do que os das fichas anteriores. É **muito aconselhável** que os alunos vão preparando em casa, com antecedência, o código dos exercícios
- Alguns exercícios envolvem a biblioteca **ncurses** (manipulação de ecrã). Não tendo sido abordada este ano, esses a funcionalidade pode ser removida dos exercícios.

- Escreva um programa que imprima sequências de caracteres no ecrã. O programa é organizado em tarefas. Existem pelo menos duas tarefas.

- A tarefa A imprime caracteres “A”. Tem o seguinte comportamento: durante um intervalo de tempo aleatório entre 1 e 5 segundos imprime caracteres “.”, um caracter por segundo. De seguida imprime 3 caracteres “A” aguardando também 1 segundo entre cada um. Este comportamento repete-se indefinidamente. A tarefa pode ser interrompida a pedido do “resto do programa” no início de cada iteração (antes do primeiro caracter “.”).
- A tarefa B é exactamente como a tarefa A, mas imprime “B” em vez de “A”.

O programa mantém-se atento ao utilizador. Se este escrever “sair”, o programa desencadeia o encerramento das tarefas, aguarda que estas realmente terminem, imprime “adeus” e termina.

Importante:

- Neste programa não pode usar nem *select* nem sinais.
 - É importante que os caracteres sejam impressos imediatamente. Use uma das técnicas que já viu nas aulas para garantir que assim é (caso contrário o exercício não vai funcionar).
- a) Escreva o programa com as características pedidas. Teste-o e confirme que este funciona de acordo com o pretendido. Verifique que pode acontecer os caracteres A e B aparecerem misturados.

b) Modifique o programa de forma a cumprir o seguinte requisito adicional:

- Os caracteres A e B não podem aparecer misturados, ou seja, se uma das tarefas entrar na parte em que começa a imprimir os seus caracteres (“A” ou “B”, conforma a tarefa), então a outra tem que aguardar que a primeira acabe de imprimir esses caracteres e entre na parte dos “.”. Os caracteres “.” podem ser impressos no meio dos “A” e “B”.

Objectivos do exercício - Threads e mutexes.

- Explorar o conceito de threads com recurso ao API POSIX de threads em Linux.
- Explorar o conceito de exclusão mútua e resolver este tipo de situações com o API de Mutexes POSIX em Linux.

2. Escreva um programa chamado “stereo” que cria dois *named pipes* (p_esq e p_dir) e coloca no ecrã tudo o que receber nesses *pipes*. O programa não sabe em qual dos *pipes* vão chegar dados primeiro, mas consegue reagir imediatamente assim que chega alguma informação em qualquer deles. A informação que é enviada nos *pipes* é um nome (até 10 caracteres) e um valor inteiro. A informação é colocada no ecrã seguinte formado: “esq - ” ou “dir - ” (consoante o *pipe* de onde veio a informação seguido do nome e do inteiro recebidos. O programa termina ordeiramente quando recebe SIGINT.

- O mecanismo *select* poderia ajudar, mas não o pode usar neste exercício.
 - Os sinais poderiam ajudar mas conduziram a uma solução demasiado rebuscada. Também não os vai usar neste exercício (excepto para a terminação via SIGINT).
 - Vai ser necessário construir também um programa “envia” que pede uma um nome ao utilizador, e depois, em ciclo, pede números. Para cada um, envia o nome e o número ao pipe p_esq ou p_dir. O *pipe* a usar é indicado por parâmetro na linha de comandos.
- a) Identifique o mecanismo necessário para cumprir os requisitos e trace as linhas gerais da estrutura do programa. Esta alínea é para planear e debater com o docente e não envolve código.
- b) Construa os programas “stereo” e “envia”. Teste-os usando uma execução do “stereo” e duas ou mais do “envia” com um terminal para cada execução.

Objectivos do exercício - Leitura de diversas fontes de dados em simultâneo através de threads

- Compreender o problema na leitura de diversas fontes de dados em simultâneo com recurso a *threads*
- Consolidar o uso de *named pipes*.

3. **Este exercício envolve ncurses. Não tendo sido dado neste ano, fica exclusivamente como desafio/TPC.**

Volte ao exercício 2 e modifique o programa “stereo” de forma a cumprir o novo requisito:

- As mensagens oriundas do *pipe* p_esq aparecem apenas na metade superior da consola. As mensagens recebidas no *pipe* p_dir aparecem na metade inferior da consola.
- a) Utilize as funções da biblioteca *ncurses* para posicionar o cursor na onde pretende imprimir.
- Sugestões de implementação
- Pode ser útil manter variáveis para controlar em que parte da consola é que se vai imprimir a seguir para cada um dos *pipes*.
 - Poderá ser necessário saber onde estava o cursor antes de o reposicionar para depois o voltar a colocar “onde estava”.
- b) Modifique a sua solução utilizando agora o mecanismo de janelas virtuais da biblioteca *ncurses* para simplificar separação das áreas dedicadas a cada *pipe*.

Objectivos do exercício - Funcionalidade básica da biblioteca ncurses

- Explorar as funções de impressão em posições especificadas da consola.
- Explorar a funcionalidade de janelas virtuais da biblioteca *ncurses*.

4. Desenvolva um sistema que simule o funcionamento de um multibanco remoto. Este sistema é composto pelo programa **servidor** que armazena as contas dos clientes e atende os pedidos destes, e pelo programa **cliente** que serve de mera interface entre os utilizadores e o sistema. Devem ser cumpridos os seguintes requisitos:
- Toda a lógica do sistema deve estar no lado do *servidor*, sendo o programa *cliente* um ponto de inserção de comandos e de apresentação de informação recebida do servidor;
 - Para cada cliente o *servidor* precisa “apenas” de armazenar o saldo da conta, que inicialmente é 0;
 - O *servidor* só suporta um máximo de 20 contas de clientes em simultâneo;
 - Ambos os programas seguem uma abordagem de linha de comandos, onde se podem inserir comandos que irão desencadear a execução de uma determinada ação;
 - Um cliente pode executar as seguintes ações:
 - Obter o saldo, através do comando **saldo**;
 - Levantar dinheiro, através do comando **levantar <quantidade>** (o saldo da sua conta tem de ser atualizado e pode ficar a negativo);
 - Depositar dinheiro, através do comando **depositar <quantidade>** (o saldo da sua conta tem de ser atualizado);
 - Sair do sistema, através do comando **sair**, que termina o respetivo programa *cliente* e elimina a conta deste no servidor.
 - O servidor, para além de atender os pedidos dos clientes, permite a execução das seguintes ações:
 - Listar todas as contas existentes no sistema, através do comando **listar**;
 - Sair do sistema, através do comando **sair**, que termina o programa *servidor* (não é necessário notificar os clientes de que o *servidor* terminou).

No que diz respeito a restrições técnicas da implementação, devem ser tidas em contas as seguintes:

- Toda a comunicação entre os programas é feita através de **named pipes**, o que levanta algumas questões que requerem uma resposta por parte dos alunos (por exemplo, como é que um programa conhece o(s) *named pipe(s)* do outro);
- A execução em simultâneo de várias tarefas por parte dos programas tem de ser feita à custa de **threads** (o mecanismo *select* não pode ser utilizado);
- Ao nível do *servidor*, a execução do comando **listar** e o atendimento dos pedidos dos clientes podem aceder de forma concorrente à mesma zona de memória, o que requer que se utilize um mecanismo de exclusão mútua para estes acessos;
- Ambos os programas têm de terminar de forma ordeira quando recebem o sinal **SIGINT**:
 - Para resolver o “problema” do bloqueio das *threads* na leitura dos *named pipes* explore uma solução com sinais que tire partido da utilização das funções **sigaction**, **pthread_kill** e **pthread_exit**.

Comece por planear e discutir a arquitetura do sistema com o docente (e, eventualmente, com os seus colegas). De seguida faça a implementação dos programas *servidor* e *cliente*.

Objetivos do exercício - Utilizar os conceitos de *named pipes*, *threads*, *mutexes* e sinais em simultâneo.

- Definir uma arquitetura capaz de dar resposta aos requisitos de um sistema mais complexo.
- Consolidar o uso de *named pipes*, *threads*, *mutexes* e sinais em simultâneo.

5. Pretende-se um programa que implemente uma espécie de calculadora multi-threaded. Trata-se de um único processo no qual existirão várias threads. O objectivo é o de sortear uma expressão aritmética e depois apresentar o seu resultado. O funcionamento é o descrito a seguir.

- Algumas das *threads* constroem uma expressão aritmética envolvendo 2 operandos (números) e um operador (+ - * /). Os números e o operador são sorteados. Os números devem ser positivos maior que zero. Estas são as "*threads sorteadoras*". Existem 3 *threads* sorteadoras e executam todas a mesma função.
- Uma outra *thread* vai detectando a construção da expressão e quando estiver completa apresenta o seu resultado. Esta é a "*thread calculadora*". Existe uma única *thread* calculadora.
- Existe uma matriz de 3 inteiros, acessível a todas as *threads* (sem, no entanto, ser global) que corresponde à definição da expressão. O primeiro e o terceiro elementos têm os números (operandos) sorteados que integram a expressão. O segundo elemento tem o operador (sorteado) a usar, segundo o código: 1 -> soma, 2 -> subtracção, 3 -> multiplicação, 4 -> divisão.
- A matriz com a expressão é preenchida sequencialmente. Cada *thread* sorteadora analisa a matriz, vê qual o próximo elemento a definir e coloca esse elemento na matriz sorteando o seu valor (operando/operador). Ao fazer isso avisa a *thread* calculadora acerca da existência de um novo elemento da expressão.
- Cada *thread* sorteadora está em ciclo a sortear elementos da expressão. Antes de analisar em que ponto vai a matriz e sortear um elemento executa uma pausa de duração aleatória entre 1 e 3 segundos. A *thread* só preenche um elemento por expressão: após um elemento sorteado e colocado na matriz, a *thread* aguarda que a expressão seja completada e só depois repete.
- A *thread* calculadora aguarda por cada novo elemento na matriz, apresentando-o no ecrã assim que é definido (sorteado). Quando detecta que a expressão está completa, coloca o resultado no ecrã e avisa as restantes que podem sortear novos elementos para uma nova expressão. A *thread* calculadora está em ciclo, repetindo este comportamento.

Dependendo das instruções dadas pelo seu docente de laboratório, faça uma das seguintes alíneas, em alternativa uma à outra.

- a) Escreva o código do programa, tendo atenção às questões de sincronização. Inclua uma forma das *threads* poderem ser paradas mediante a indicação de uma palavra introduzida pelo utilizador.

Em alternativa (se puder escolher, escolha a primeira)

- a) Veja o código fornecido pelo docente/no-moodle. Tem tudo excepto mecanismos de sincronização. Acrescente-os. Corrija a forma de terminação das *threads*.

Objetivos do exercício - Utilizar os conceitos de *threads*, *mutexes* e variáveis condicionais.

- Rever e consolidar a gestão de *threads*.
- Rever e consolidar o uso de *mutexes*.
- Conhecer e praticar o uso de variáveis condicionais.