

Sistemas Distribuídos - Aula 2

Roteiro

- Processos
- IPC
- Características
- Ex. sinais, *pipes*, *sockets*

Processos



- O que é um *processo*?
 - no contexto de sistemas operacionais
- É um programa em execução!*
- É a abstração de *execução* do SO
 - unidade de execução, de escalonamento, de endereçamento, de estado de contexto
 - programa se torna um processo (aka. *job*, *task*)
 - Uma das principais tarefas do SO é gerenciar processos

Representando Processos



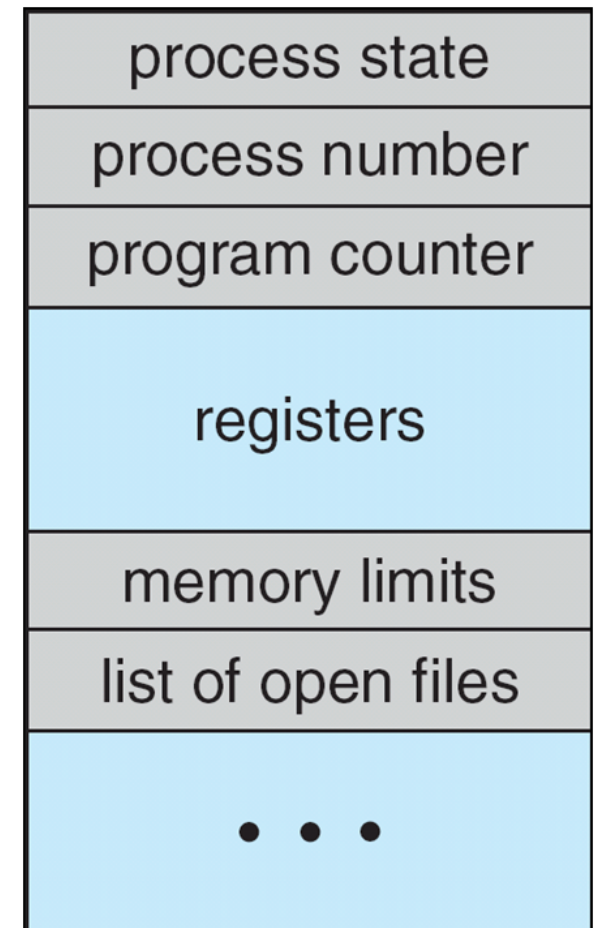
- O que é necessário para o SO representar um processo?

Todo o estado de um programa em execução!

- Espaço de endereçamento (memória do processo)
- Código a ser executado (programa)
- Dados das variáveis do programa (estática e dinâmicas)
- Pilha de execução (chamada de funções)
- Contador de programa (PC)
- Registradores (como o PC)
- Recursos do SO sendo utilizados: descritores de arquivos, dispositivos de I/O, etc
- muitas outras coisas...

Process Control Block (PCB)

- Estrutura de dados mantida pelo SO para cada processo
 - *todo* estado do processo
 - inclusive valor dos registradores (da CPU) quando não executando
- Armazenada em *kernel space*
 - memória usada pelo SO
- Grande quantidade de dados
 - atualizada a “cada instante”



Processos são pesados para o SO!



Troca de Contexto

- O que é isto? Para que serve?

Troca do processo que está em execução!

- CPU (ou *core*) pode executar apenas um processo de cada vez
- SO coloca e remove processos em execução
 - ao remover, guarda “*todo*” o estado da CPU
 - ao colocar, restaura “*todo*” o estado da CPU
- Durante execução, PCB também é atualizado
- Troca de contexto: 100 a 1000 vezes por segundo!

Realmente incrível!



Estado do Processo

- Indica o que o processo está *fazendo*
- Quais são os estados de um processo?

- **Running**: executando instruções na CPU
- **Ready**: aguardando para ser escalonado na CPU
- **Waiting**: aguardando algum evento para continuar execução (ex. usuário teclar alguma coisa)
- Em que estado um processo qualquer passa a maior parte do tempo?
- Quantos processos podem estar no estado *Running*?
- Quantos processos um SO gerencia normalmente?

Chamada do Sistema

- *System call (syscall)*: função do sistema operacional que um programa pode chamar
- Mecanismo para oferecer serviços ao processo
 - ex. ler do teclado, imprimir no terminal, transmitir dados pela rede, etc
- Oferece abstração do serviço; permite compartilhar recurso entre processos
 - ex. `print("Bom dia")`, `send(S, "Boa tarde")`
 - Linux: mais de 300 *syscalls*
- Não induzem troca de contexto (troca de *previlégio* de execução, executam em *kernel space*)
 - relativamente pesadas, e podem bloquear processo

Processos se Comunicando

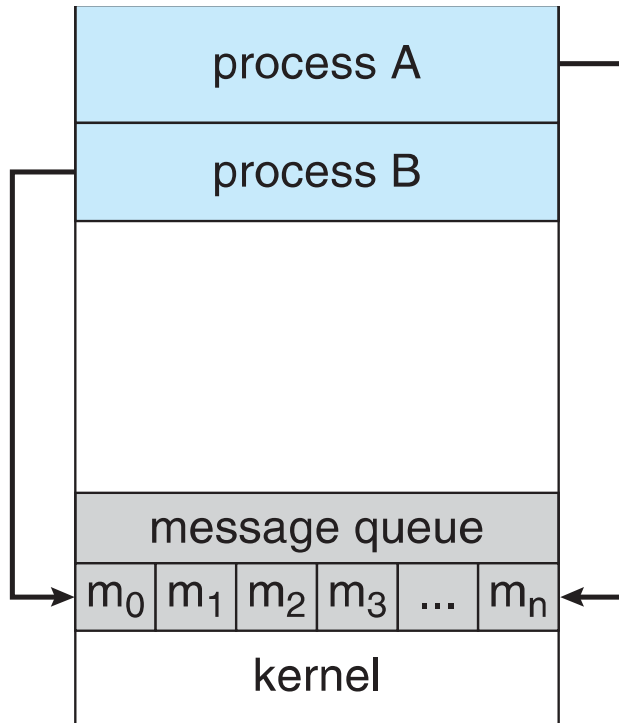
- Processos muitas vezes precisam *interagir*
 - para trocar informação ou coordenar
- SO precisa oferecer mecanismos de comunicação

Interprocess Communication (IPC)

- Dois modelos de comunicação
 - memória compartilhada
 - troca de mensagens
- Para cada modelo, diferentes técnicas e implementações

Modelos de IPC

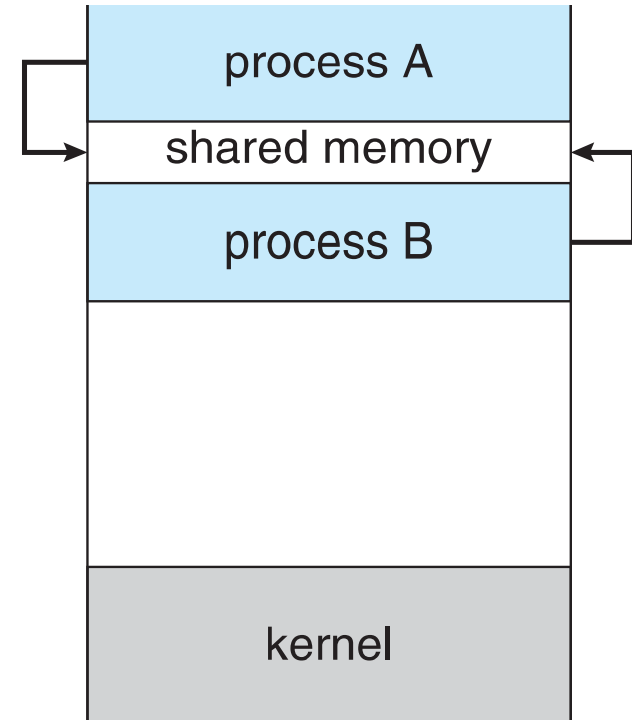
■ Troca de mensagens



(a)

- canal de comunicação explícito através de chamadas *send/receive*
- fila de mensagens em *kernel space*

■ Memória compartilhada



(b)

- região de memória mapeada em dois ou mais processos
- memória fora do *kernel space*

Memória Compartilhada

- Uma única chamada do sistema para definir e mapear a região de memória a ser compartilhada
- SO não faz mediação de leitura/escrita
- Processos precisam coordenar
 - o que acontece quando os dois querem escrever?

Fonte de grandes problemas!

- Coordenação através de ***sincronização***
- Veremos nas próximas aulas

Troca de Mensagens

- Processos trocam mensagens através de chamadas do sistema (*system call*): *send/receive*
 - “enlace” de comunicação
 - não há memória compartilhada
 - chamada ao sistema para cada mensagem
- Fila de mensagens em *kernel space*
- Características do enlace/troca de mensagens
 - direto x indireto
 - síncrono x assíncrono
 - bufferização

Direto x Indireto

Direto

- Processo origem/destino precisa ser identificado
 - `send(P, msg)` : envia mensagem ao processo P
 - `receive(Q, msg)` : recebe mensagem do processo Q
- Enlace criado “automaticamente”
- Enlaces são unidirecionais
- Ex. sinais

Indireto

- Mensagens enviadas, recebidas através de uma “caixa postal” (CP)
 - `send(A, msg)` : envia mensagem para CP A
 - `receive(A, msg)` : recebe mensagem da CP A
- Processos precisam criar e se conectar a CP
- CP são bidirecionais
- Processos pode ter múltiplas CPs
- Ex. pipes, sockets

Síncrono x assíncrono

Síncrono

- Comunicação é bloqueante (*blocking*)
 - `send(A, msg)` : transmissor aguarda até o receptor receber
 - `receive(A, msg)` : receptor aguarda até mensagem chegar
- Aguardar = bloqueado: processo em estado *Waiting*
- Forte sincronia entre enviar e receber

Assíncrono

- Comunicação é não-bloqueante (*non-blocking*)
 - `send(A, msg)` : transmissor envia e continua execução
 - `receive(A, msg)` : recebe mensagem caso exista (erro caso contrário), e continua execução
- Processos não aguardam = não ficam bloqueados

Exemplo: Produtor-Consumidor

- Dois processos
 - produtor: gera informação
 - consumidor: processa informação
- Produtor envia informação ao consumidor

Produtor

```
...  
message produced;  
while (true) {  
    produced = generate_item();  
    send(A, produced);  
}
```

Consumidor

```
...  
message consumed;  
while (true) {  
    receive(A, consumed);  
    process(consumed);  
}
```

- O que acontece com cada caso send/receive bloqueante e não bloqueante?

Bufferização

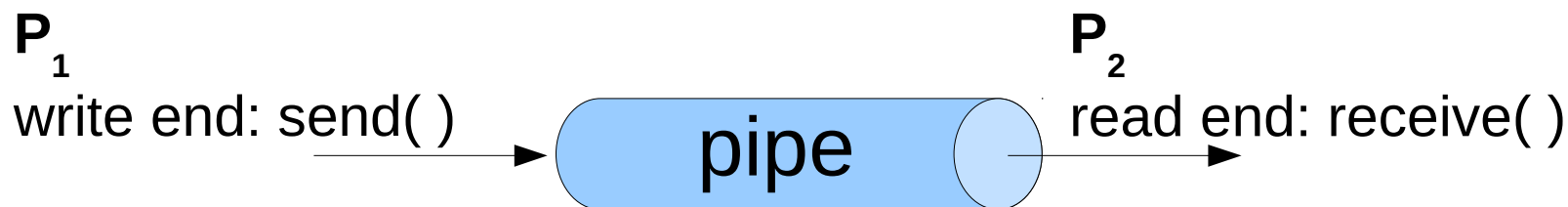
- Mensagens transmitidas podem ser armazenadas pelo “enlace” ou “canal”
 - tanto do lado do transmissor, quanto do lado do receptor (quando processos em SO diferentes)
- Armazenamento feito pelo SO, em *kernel space* (memória do SO)
- Tamanho do buffer é limitado, mas pode ser controlado pelo processo
- Permite comunicação assíncrona
 - “transmite” para o SO; processo continua; SO entrega mensagem

Sinais (*signals*)

- Forma primitiva de IPC, usada principalmente pelo SO para se comunicar com processos
- Processo envia mensagem (sinal) diretamente ao outro, de forma assíncrona
- Processo que recebe tem sua execução interrompida para processar a mensagem (sinal)
 - *signal handler* : função que processa a chegada da mensagem (sinal)
- Mensagem possui apenas um número inteiro, com diferentes significados
- Ex. programa *kill* no unix envia sinais a processos

Pipes

- Canal de comunicação (unidirecional) entre processos
 - *anonymous pipes*, conduíte
- Pipe tem dois lados
 - *write end*: processo apenas escreve (send)
 - *read end*: processo apenas le (receive)



- `send()`: assíncrono quando há espaço no pipe, síncrono caso contrário (aguarda até ter espaço)
- Ex. “|” no unix cria um pipe entre o *stdout* do primeiro processo e o *stdin* do segundo
- *named pipe* oferece maior funcionalidade (múltiplos processos no mesmo pipe)

Sockets

- Mecanismo mais comum e poderoso para comunicação entre processos
 - base de todos os outros mecanismos, como RPC
- Permite comunicação entre processos de SO diferentes (computadores interligados por rede)
 - processo identificado pelo endereço IP e *porta* (número inteiro qualquer, acima de 1024)
- Dois tipos de enlace (sempre bi-direcional)
 - orientado a conexão (TCP): confiável, etc
 - sem conexão (UDP): não-confiável, etc
- API em todas as linguagens de programação