Sistemas Operacionais

Processos (cap. 4)

Sumário

- Definição de processo no S.O.
- Escalonamento de processos
- Operações implementadas sobre processos
- Formas de cooperação entre processos
- Comunicação entre processos

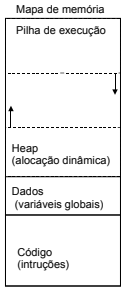
Vamos saltar: comunicação no modelo cliente-servidor

O conceito de processo

- Um S.O. executa uma variedade de programas
  - Sistemas em batch: jobs
  - Sistemas de tempo compartilhado: programas
- Processo: um programa em execução
  - Um fluxo de controle de execução de instruções
    - Um contador de programa
    - Uma pilha de chamadas
    - Uma área de dados (memória)

Etapas de um processo

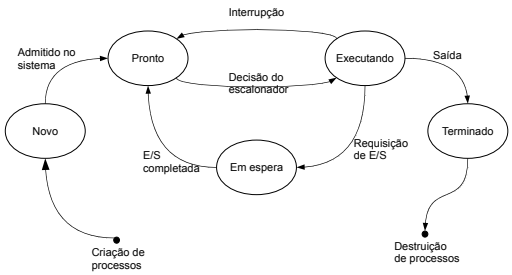
- Criação
  - Inicialização do PCB
  - Definição da imagem na memória:
- Execução
  - Escalonamento pelo núcleo
  - Comunicação entre processos
  - Acesso a dispositivos
- Terminação
  - Liberação de recursos



Estado de um processo

- Condição do processo no S.O.:
  - novo: o processo acaba de ser criado
  - executando: CPU está executando suas instruções
  - em espera: processo aguarda algum evento
  - pronto: o processo espera pela CPU
  - terminado: processo completou sua execução

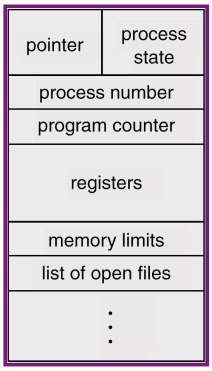
Diagrama de estados de processo



Bloco de controle de processo (PCB)

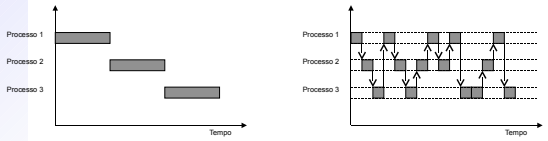
- Informação associada com cada processo
  - Estado do processo
  - Contador de programa associado
  - Conteúdo dos registradores da CPU
  - Informações de escalonamento da CPU
  - Informações de gerência de memória
  - Informações de contabilidade
  - Informações sobre estado de eventos de E/S

Bloco de controle de processo (PCB)



Escalonamento de processos

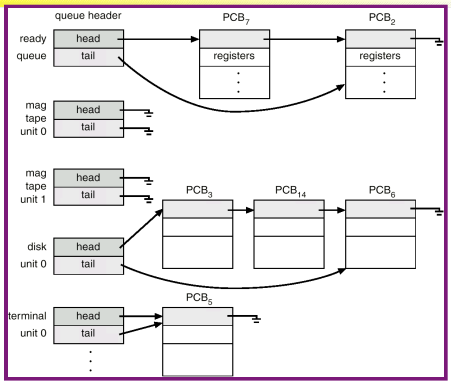
- Aumentar a utilização do processador
- Paralelismo aparente e transparente
- O S.O. decide quem, quando e como!



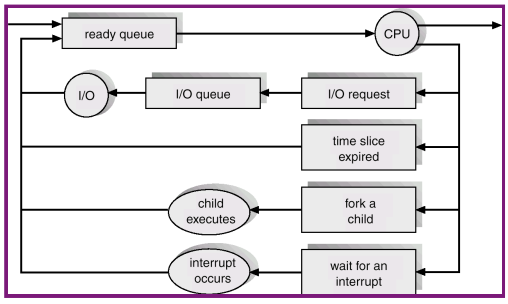
Filas de escalonamento de processos

- Fila de jobs – conjunto de todos os processos
- Fila de prontos – todos os processos presentes na memória, prontos e esperando pela CPU
  - Podem haver várias filas de prontos com níveis de prioridades diferentes
- Filas de dispositivos – processos aguardando pela resposta de um dispositivo de E/S

Filas de escalonamento de processos



Representação do escalonamento de processos



Escalonadores

- Escalonadores de longo prazo (de jobs)
  - Seleciona os processos a serem inseridos na fila de prontos (entrar no sistema)
- Escalonadores de curto prazo (de CPU)
  - Seleciona o processo a receber a CPU a cada instante

Escalonadores

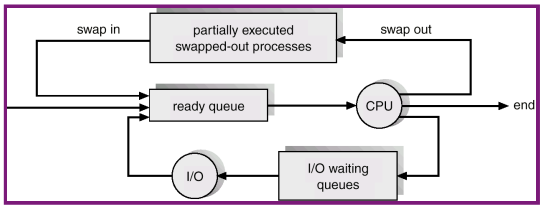
- Escalonador de CPU é chamado frequentemente (mili-segundos)
  - deve ser muito rápido
- Escalonador de jobs é chamado com menor frequência (segundos, minutos)
  - pode ser mais lento e usar mais informação
  - controla o grau de multiprogramação (no. de processos que podem executar “em paralelo”)

Escalonadores

- Processo podem ser descritos como:
  - “I/O bound” (intensivos em E/S)
    - passa mais tempo esperando por E/S que computando
    - muitas rajadas curtas de processamento
  - “CPU bound” (intensivos em processamento)
    - passa mais tempo em processamento
    - períodos longos de processamento, na CPU

Escalonamento de médio prazo

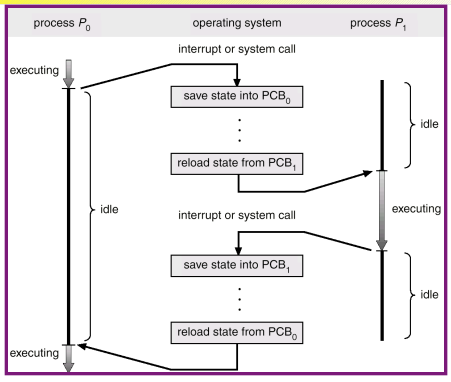
- Alguns sistemas podem retirar processos da fila de prontos temporariamente



Troca/chaveamento de contexto (*context switch*)

- Mudança do processo em execução
- O S.O. deve salvar o estado do processo atual e carregar o estado do novo processo
- Troca de contexto é *overhead*
- Tempo gasto depende do hardware e da estrutura do processo no S.O.

Troca/chaveamento de contexto (*context switch*)



Criação de processos

- Um processo cria (pai) outros (filhos), que por sua vez podem criar ainda outros
  - Estabelece-se uma árvore de processos
  - Filhos podem ser cópias do processo pai ou derivados de outros programas
  - Diversos níveis de compartilhamento são possíveis entre níveis da árvores (pais e filhos)
  - Execução de pais e filhos pode ser concorrente ou pais podem esperar pelos filhos

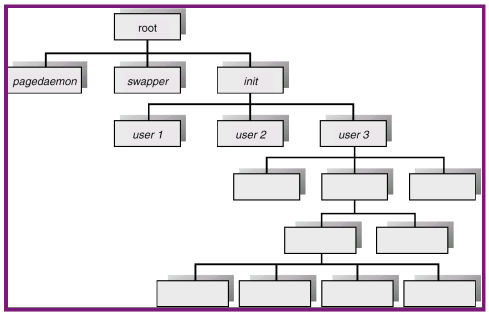
Criação de processos no Unix

- fork()
  - S.O. cria um novo PCB
  - Cria-se uma cópia da memória do processo pai
  - Recursos de E/S são compartilhados
- exec()
  - S.O. busca um programa da memória e o carrega sobre a área do programa que fez a chamada
  - Execução passa para o início do programa principal carregado.

Criação de processos no Unix

```
if ((child_pid=fork()) > 0) {
        /* Aqui é o processo "pai" */
} else if (child_pid==0) {
        /* Processo "filho" */
        if(execl(programfile,/*...*/)<0) {
                perror("Erro execl"); exit(1);
        }
        fprintf(stderr,"Não chega aqui");
} else {
        perror("Erro fork"); exit(2);
}
```


Árvore de processos no Unix



Terminação de processos

- Ao terminar seu processamento, processo pede ao S.O. para retirá-lo da fila de jobs
  - O pedido pode ser bem comportado ou causado por erros de execução
  - O processo criador (pai) é informado de seu fim
  - Os recursos do processo são liberados pelo S.O.

Terminação de processos

- O S.O. ou o processo pai pode interromper a execução de processos filhos
  - O filho pode ter excedido os recursos alocados
  - A tarefa do filho pode não ser mais necessária
  - O pai pode ter que terminar ele mesmo
    - sem um comando especial, o S.O. não permite que processos filhos continuem sem seus pais
    - terminação em cascata

Cooperação entre processos

- Processos independentes não podem afetar ou ser afetados pela execução de outros
- Vantagens da cooperação entre processos
  - Compartilhamento de informação
  - Aumento da velocidade de processamento
  - Modularidade
  - Conveniência

Problema do produtor/consumidor

- Modelo básico de cooperação geral
  - Produtor produz informação e entrega ao cons.
  - Consumidor utiliza informação recebida
- Comunicação pode ser feita por um buffer
  - Buffer de tamanho limitado impõe restrições
  - Mesmo buffer ilimitado deve caber na memória
- Comunicação também pode ser por mensagens

Buffer fixo (mem. compartilhada)

- Dados compartilhados em fila circular

```
#define BUFFER_SIZE 10
typedef struct {
   . . .
} item;
item buffer[BUFFER_SIZE];
int in = 0;
int out = 0;
#define BUF_FULL (((in+1)%BUFFER_SIZE)==out)
```

- Só pode usar BUFFER_SIZE-1 posições

Buffer fixo (mem. compartilhada)

```
item nextProduced;

while (1) {
   while (((in+1) % BUFFER_SIZE) == out)
      ; /* do nothing */
   buffer[in] = nextProduced;
   in = (in + 1) % BUFFER_SIZE;
}
```


Buffer fixo (mem. compartilhada)

```
item nextConsumed;

while (1) {
   while (in == out)
         ; /* do nothing */
   nextConsumed = buffer[out];
   out = (out + 1) % BUFFER_SIZE;
}
```


Comunicação entre processos (IPC)

- Sistema de troca de mensagens, sem memória compartilhada
  - comunicação e sincronização
- Baseado em duas operações básicas:
  - send(message) – tamanho fixo ou variável
  - receive(message)

Comunicação entre processos (IPC)

- Se P e Q querem se comunicar, eles devem:
  - estabelecer um canal de comunicação
  - trocar mensagens com send/receive
- Implementação do canal de comunicação
  - escolha do meio: barramento de HW, memória
  - comportamento lógico: como funciona

Decisões de implementação

- Como os canais são criados/estabelecidos?
- Um canal pode ligar mais de dois processos?
- Quantos canais podem ligar um mesmo par?
- Qual a capacidade do canal?
- As mensagens são de tam. fixo ou variável?
- Cada canal é uni- ou bi-direcional?
- Qual o comportamento de send/receive se
  - o canal está cheio, ou
  - as chamadas não ocorrem ao mesmo tempo?

Comunicação direta

- Processos identificam o outro explicitamente
  - send (P, message) – envia msg p/ processo P
  - receive(Q, message) – recebe msg do proc. Q
    - recepção pode usar máscara, como “Q=qualquer um”

Comunicação direta

- Propriedades do canal de comunicação direta
  - Estabelecimento é automático
  - Cada canal liga exatamente um par de processos
  - Existe apenas um canal entre cada par
  - Canais são usualmente bi-direcionais

Comunicação indireta

- Mensagens são originadas de e direcionadas para caixas de correio (*ports* = portas/portos)
  - Cada caixa tem um identificador único
  - Processos só se comunicam se compartilharem uma caixa de correio
  - Caixas de correio são recursos independentes que precisam ser criados e destruídos

Comunicação indireta

- Propriedades dos canais
  - Estabelecimento vinculado ao compartilhamento
  - Um canal pode ligar vários processos
  - Cada par de processos pode ter vários canais
  - Canais podem ser uni- ou bi-direcionais

Comunicação indireta

- Compartilhamento de caixas de correio
  - P1, P2 e P3 compartilham a caixa de correio A
  - P1 envia uma mensagem; quem recebe?
- Diversas soluções são possíveis
  - Restringir o compartilhamento a dois processos
  - Permitir que só um processo chame receive de cada vez
  - Escolher arbitrariamente quem recebe a msg
  - Entregar uma cópia a cada receive

Sincronização de primitivas

- Troca de mensagens: bloqueante ou não
  - Bloqueante: síncrona
  - Não bloqueante: assíncrona
- Cada primitiva (send/receive) pode se comportar de uma forma. Mais comum:
  - send assíncrono (retorna imediatamente)
  - receive síncrono (bloqueia até mensagem chegar)

Controle de espaço no canal

- Implementação da fila de mensagens associadas a um canal enquanto em transito
  - Capacidade zero: o canal não guarda mensagens, o transmissor deve fazê-lo, esperando pelo receptor (rendezvous)
  - Capacidade limitada: send é assíncrono enquanto a capacidade não é alcançada
  - Capacidade ilimitada: send nunca espera

Estamos saltando a seção 4.6:
comunicação entre processos em rede