Primitivas explicitamente bloqueantes

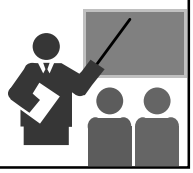
Volnys Borges Bernal
volnys@lsi.usp.br

Departamento de Sistemas Eletrônicos
Escola Politécnica da USP

Sumário

- **Primitivas explicitamente bloqueantes:**
  - **Primitivas Sleep & Wakeup**
  - **Primitivas Wait & Signal**

Primitivas Explicitamente Bloqueantes



Primitivas Explicitamente Bloqueantes

- **Também denominadas de**
  - **Primitivas de sincronização por variáveis de condição**
- **Utilização:**
  - **Primitivas voltadas principalmente ao gerenciamento de recursos**
- **Duas classes principais:**
  - **Sleep & Wakeup**
    - Utilizadas em ambiente não preemptível em sistemas monoprocessadores
    - Método de sincronização geralmente utilizado no núcleo do sistema operacional (Ex: UNIX)
  - **Wait & Signal**
    - Utilizado geralmente em processos ou threads de usuário

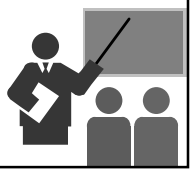
Primitivas Explicitamente Bloqueantes

- **Resumo das primitivas**

Primitiva	Pré-condição	Local típico de utilização
Sleep & Wakeup	**Ambiente não preemptível monoprocessador**	**Núcleo do sistema operacional**
Wait & Signal	**Ambiente preemptível ou multiprocessador**	**Aplicações (modo usuário)**

- **Observação: nos ambientes não preemptíveis mutiprocessadores existe a possibilidade de ocorrência de condição de disputa.**

Sleep & Wakeup



Sleep & Wakeup

- **Solução de sincronização**
  - **Bloqueante**
  - **Voltada para sincronização por recursos**
  - **Necessita de uma variável de condição**
  - **Pressupõe um ambiente não preemptível monoprocessador**
- **Utilização típica:**
  - **Utilizada no núcleo do sistema operacional UNIX tradicional**
- **Primitivas**
  - **Sleep(evento)**
    - Bloqueia a entidade de processamento (processo ou *thread*) até a ocorrência do evento determinado
  - **Wakeup(evento)**
    - Desbloqueia todas as entidades de processamento que aguardam por um determinado evento. Neste momento, todas as entidades de processamento que aguardam por aquele evento são desbloqueadas.
- **Funcionamento**
  - **Bloqueio: sleep(evento)**
  - **Desbloqueio: wakeup(evento)**
  - **Nos ambientes não preemptíveis, a troca de contexto sempre é realizada de maneira explicita pela primitiva yield() ou quando ocorre o bloqueio do thread (por sleep)**

Sleep & Wakeup

- **Exemplo**
  - **Solução do problema produtor-consumidor, para somente 1 produtor e 1 consumidor, com primitivas `Sleep` & `Wakeup`**
  - **Duas variáveis de condição**
    - CondiçãoFilaCheia – Para bloquear o produtor no caso de fila cheia
    - CondiçãoFilaVazia – Para bloquear o consumidor no caso de fila vazia
  - **`Sleep()`**
    - Para bloquear o produtor no caso de fila cheia
    - Para bloquear o consumidor no caso de fila vazia
  - **`Wakeup()`**
    - Utilizada pelo consumidor para desbloquear o produtor quando a fila estiver cheia
    - Utilizada pelo produtor para desbloquear o consumidor quando a fila estiver vazia

Sleep & Wakeup

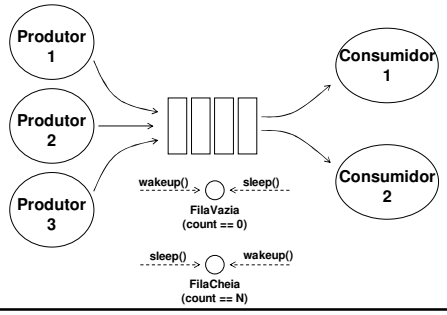
Ambiente não preemptível !
Válida para 1 produtor e 1 consumidor

```
#define N 100
int count = 0; //qde itens na fila

void producer(void)
    {
    int item;
    while (TRUE)
        {
        item = produce_item();
        if (count == N)
            sleep(producer);
        insert_item(item);
        count = count + 1;
        if (count == 1)
            wakeup(consumer);
        yield();
       }
    }
```

```
void consumer(void)
    {
    int item;
    while (TRUE)
        {
        if (count == 0)
            sleep(consumer);
        item = remove_item();
        count = count -1;
        if (count == N -1)
            wakeup(producer);
        consume_item(item);
        yield();
        }
     }
```


Sleep & Wakeup

- **Exemplo: Solução para o problema do produtor-consumidor**



Sleep & Wakeup

- **No exemplo anterior observe que existem duas situações importantes:**
  - **Quando a fila está cheia:**
    - O produtor, quando possuir um item para armazenar, é bloqueado (sleep) pois não existe espaço para armazenamento de "itens".
    - Assim, quando o consumidor retirar um item da fila e liberar espaço, desbloqueia (wakeup) o produtor
  - **Quando a fila está vazia:**
    - Se o consumidor for consumir um item ele é bloqueado (sleep) pois não existem itens disponíveis
    - Assim, quando o produtor produzir um item, desbloqueia (wakeup) o consumidor

Exercício

(9) Observe que a variável "count" é compartilhada! Não existiria o problema de condição de disputa?

Exercício

(9) Observe que a variável "count" é compartilhada! Não existiria o problema de condição de disputa?

- **Resposta: Não, pois não ocorre a troca de contexto a qualquer momento. O ambiente é não preemptível. Assim, a troca de contexto ocorre somente em duas situações: quanto é ativada a primitiva yield() ou quando o *thread* é explicitamente bloqueado através da primitiva sleep().**

Exercício

(10) A solução apresentada anteriormente para o problema produdor-consumidor funciona somente para 1 produtor e 1 consumidor. Porque?

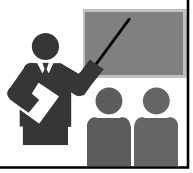
(11) Modifique o programa de forma a possibilitar o funcionamento com P produtores e C consumidores.

Sleep & Wakeup

```
#define N 100
int count = 0; //qde itens na fila

void producer(void)
    {
    int item;
    while (TRUE)
        {
        item = produce_item();
        while(count == N)
            sleep(producer);
        insert_item(item);
        count = count + 1;
        if (count == 1)
            wakeup(consumer);
        yield();
       }
    }
```

```
void consumer(void)
    {
    int item;
    while (TRUE)
        {
        while(count == 0)
            sleep(consumer);
        item = remove_item();
        count = count -1;
        if (count == N -1)
            wakeup(producer);
        consume_item(item);
        yield();
        }
    }
```


Wait & Signal



Wait & Signal

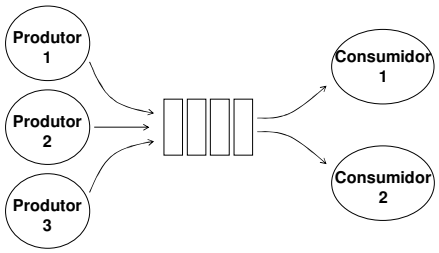
- **Solução de sincronização**
  - **Bloqueante**
  - **Voltada para sincronização por recursos**
  - **Necessita de uma variável de condição**
  - **Pressupõe um ambiente preemptível (quando existe troca de contexto por interrupção de relógio)**
- **Utilização típica**
  - **Em processos/threads executados em modo usuário**
- **Primitivas**
  - **Wait(evento)**
    - Bloqueia a entidade de processamento (processo ou thread) até a ocorrência de um determinado evento
  - **Signal(evento)**
    - Desbloqueia todas as entidades de processamento que aguardam por um determinado evento. Neste momento, todas as entidades de processamento que aguardam por aquele evento são desbloqueadas.

Wait & Signal

- **Integração com mutex**
  - **É comum o uso de primitivas wait & signal em conjunto com mutex.**
  - **Quando tais primitivas são usadas em conjunto, existe a possibilidade da entidade ser bloqueada no wait() estando dominando uma região crítica.**
  - **Esta situação pode causar deadlock. Para evitar este problema, existem implementações que permite a liberação de um mutex no momento caso a entidade seja bloqueada pela ativação da primitiva wailt()**
- **Primitivas**
  - **Wait(evento, mutex)**
    - Bloqueia a entidade de processamento (processo ou thread) até a ocorrência de um determinado evento.
    - Libera o mutex caso esteja dominando. Quando for desbloqueada, aguarda para obter novamente o mutex..

Wait & Signal

- **Exemplo: Solução para o problema do produtor-consumidor**



Wait & Signal

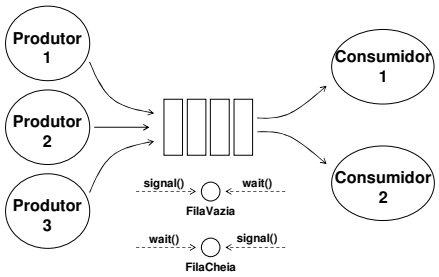
- **Problema do produtor-consumidor** Ambiente preemptível !

```
Produtor()
  {
  repetir
    {
    produzir(E);

    // Inserir na fila
    lock(mutex);
    enquanto FilaCheia(F)
      wait(CondFilaCheia,mutex);
    inserirFila(F,E);
    signal(CondFilaVazia);
    unlock(mutex);
    }
  }
```

```
Consumidor()
  {
  repetir
    {
    // Retirar da fila
    lock(mutex);
    enquanto FilaVazia(F)
      wait(CondFilaVazia,mutex);
    E = RetirarFila(F);
    signal(CondFilaCheia);
    unlock(mutex);

    Processar(E);
    }
  }
```


Wait & Signal

- **Exemplo: Solução para o problema do produtor-consumidor**



Wait & Signal

- **Exemplo: Programa worker**

```
#define TCOUNT 10
#define COUNT_LIMIT 12

int      count = 0;
mutex_t  mutex;
cond_t   threshold;

void worker()
  {
  int i;
  for (i=0; i < TCOUNT; i++)
      {
      worker_processing();
      lock(mutex);
      count++;
      if (count == COUNT_LIMIT)
          signal(threshold);
      unlock(mutex);
      }
  }
```

```
void extra_worker()
    {
    lock(mutex);
    if (count < COUNT_LIMIT)
        wait(threshold,mutex);
    unlock(mutex);
    extra_processing();
    }


int main()
   {
   mutex_init(mutex);
   cond_init(threshold);
   create_thread(worker);
   create_thread(worker);
   create_thread(worker);
   create_thread(extra_worker);
   join_threads();
   }
```


Wait & Signal

- **Pthreads**

Primitiva	Descrição
pthread_cond_init	Iniciação da variável de condição
pthread_cond_wait	Bloqueia o thread na condição
pthread_cond_signal	Caso existam threads bloqueados pela condição, desbloqueia 1 destes threads
pthread_cond_broadcast	Caso existam threads bloqueados pela condição, desbloqueia todos os estes threads
Pthread_cond_destroy	Destrói uma variável de condição

Tipo	Descrição
pthread_cond_t	Representa o tipo de uma variável de condição. Para cada condição que possa levar a bloqueio deve ser criada uma variável de condição

Wait & Signal

- **Pthreads - sintaxe**

```
// Declaração da variável de condição "mycondv"
pthread_cond_t    mycondv;


// Declaração da variável de condição "mycondv" pré inicializada
pthread_cond_t   mycondv  =  PTHREAD_COND_INITIALIZER;


// Primitivas
int  pthread_cond_init       (pthread_cond_t *cond, pthread_condattr_t *attr)
int  pthread_cond_wait       (pthread_cond_t *cond, pthread_mutex_t *mutex)
int  pthread_cond_signal     (pthread_cond_t *cond)
int  pthread_cond_broadcast  (pthread_cond_t *cond)
int  pthread_cond_destroy    (pthread_cond_t *cond)
```