Computação Concorrente (DCC/UFRJ)

Módulo 2 - Semana 1: Sincronização condicional com variáveis de condição

Prof. Silvana Rossetto

Dezembro 2020

Problema

O sistema de controle de uma máquina de processamento de chocololate deve funcionar em dois modos:

1. modo normal: quando a temperatura externa está abaixo de 30^o
2. modo especial: quando a temperatura externa está acima de 30^o

Para cada modo, o fluxo de operação da máquina varia significantemente para garantir a qualidade do produto.

De que forma a computação concorrente poderia ser usada para ajudar a resolver esse problema?

Sincronização por condição

Visa garantir que **uma thread fique bloqueada enquanto uma determinada condição lógica da aplicação não for satisfeita**

Variáveis de condição

Definição

Variáveis especiais que permitem que as threads esperem (bloqueando-se) até que sejam sinalizadas (avisadas) por outra thread que a condição lógica foi atendida

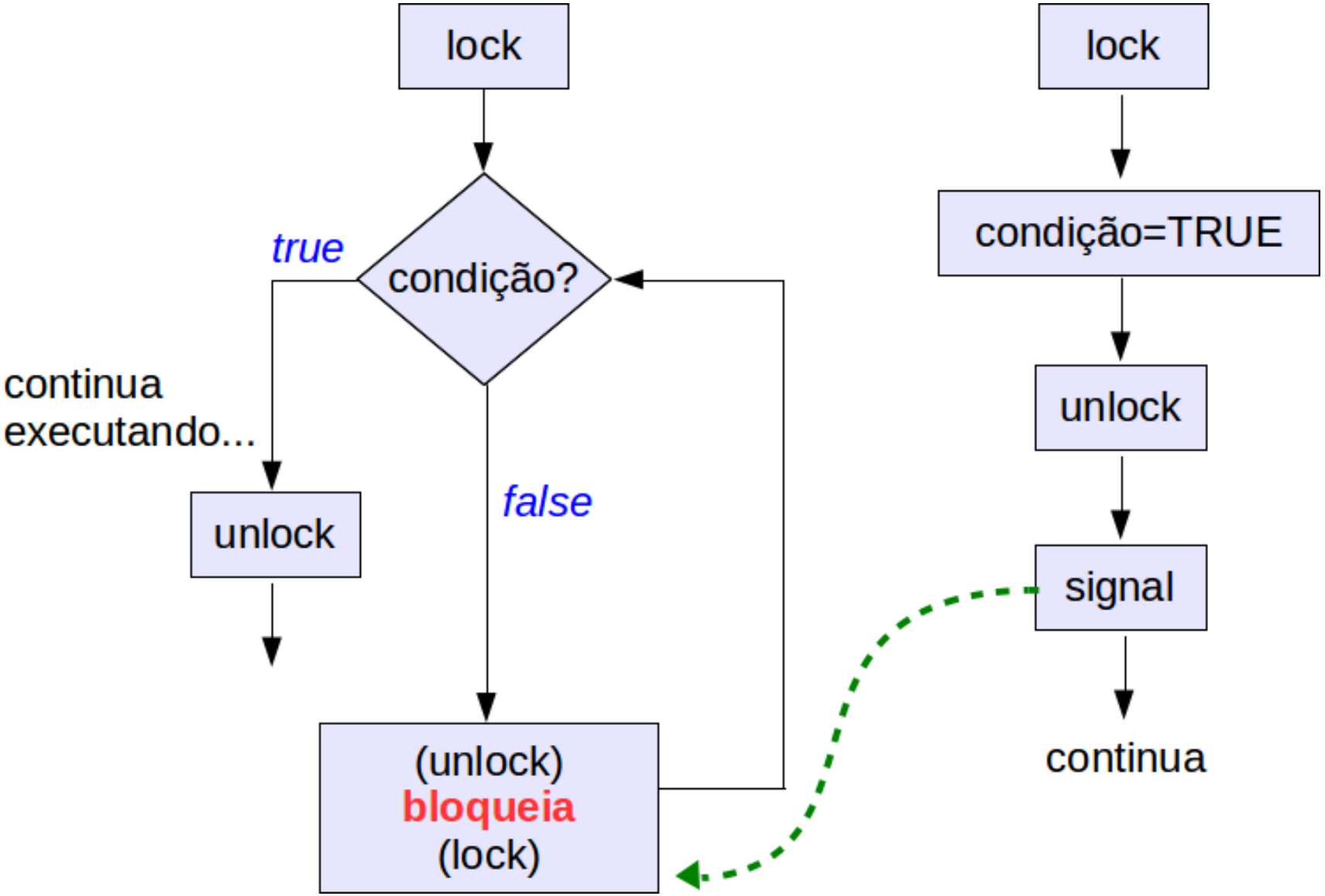
Operações básicas

- **WAIT(condvar)**: bloqueia a thread na fila da variável de condição
- **SIGNAL(condvar)**: desbloqueia uma thread na fila da variável de condição
- **BROADCAST(condvar)**: desbloqueia todas as threads na fila da variável de condição

Como funcionam as variáveis de condição

- Uma **variável de condição** é sempre usada em conjunto com uma **variável de lock**
- A thread usa o **bloco de lock para checar a condição lógica da aplicação e decidir** por WAIT ou SIGNAL
- O lock é implicitamente liberado quando a thread é bloqueada e é implicitamente devolvido quando a thread retoma a execução do ponto de bloqueio

Como funcionam as variáveis de condição



Locks versus variáveis de condição

- Locks são usados para implementar **sincronização por exclusão mútua** (controle do acesso ao dado)
- Variáveis de condição são usadas para implementar a **sincronização por condição** (lógica de execução baseado no valor do dado)

Variáveis de condição em PThreads

A biblioteca PThreads define um tipo especial chamado **pthread_cond_t** com as seguintes rotinas:

- **pthread_cond_wait (condvar, mutex)**: bloqueia a thread na condição (*condvar*) (deve ser chamada com *mutex* locado para a thread e depois de finalizado deve desalocar *mutex*)
- **pthread_cond_signal (condvar)**: desbloqueia uma thread esperando pela condição (*condvar*)
- **pthread_cond_broadcast (condvar)**: usado no lugar de SIGNAL quando todas as threads na fila da condição podem ser desbloqueadas

Variáveis de condição em PThreads

- **pthread_cond_init (condvar, attr)**: inicializa a variável
- **pthread_cond_destroy (condvar)**: libera a variável

Exemplo: problema produtor/consumidor

- Os **produtores** produzem/geram novos elementos
- Os **consumidores** consomem/processam esses elementos

Exemplo: problema produtor/consumidor

Uma **área de dados** é compartilhada entre **produtores e consumidores**

- Produtores **depositam** os elementos gerados na área de dados
- Consumidores **retiram** os elementos que devem ser processados da área de dados

Condições do problema produtor/consumidor

1. Os produtores não podem inserir novos elementos quando a área de dados já está cheia
2. Os consumidores não podem retirar elementos quando a área de dados já está vazia
3. Os elementos devem ser retirados na mesma ordem em que foram inseridos
4. Os elementos inseridos não podem ser perdidos (sobreescritos por novos elementos)
5. Um elemento só pode ser retirado uma única vez

Implementação do problema produtor/consumidor

Implementar uma solução para o problema dos **produtores/consumidores** (função principal para as threads **produtoras** e **consumidoras**):

Produtor

```
void * produtor(void * arg) {
  tElemento elemento;
  while(REPETE) {
    elemento = produzElemento();
    Insere(elemento); //pode bloquear!
  }
  pthread_exit(NULL);
}
```

Consumidor

```
void * consumidor(void * arg) {
  tElemento elemento;
  while(REPETE) {
    elemento = Retira(); //pode bloquear!
    processaElemento(elemento);
  }
  pthread_exit(NULL);
}
```

Funções para inserir e retirar elemento

```
void Insere (tElemento elem) {
    ...
}
```

```
tElemento Retira (void) {
    ...
}
```

Variáveis globais

```
#define N 5

//variaveis do problema
int Buffer[N];
int count=0, in=0, out=0;

//variaveis para sincronizacao
pthread_mutex_t mutex;
pthread_cond_t cond_cons, cond_prod;
```

Função para inserir elemento

```
void Insere (tElemento elem) {
   pthread_mutex_lock(&mutex);
   while(count == N) {
     pthread_cond_wait(&cond_prod, &mutex);
   }
   count++;
   Buffer[in] = elem;
   in = (in + 1) % N;
   pthread_mutex_unlock(&mutex);
   pthread_cond_signal(&cond_cons);
}
```

Função para retirar elemento

```
tElemento Retira (void) {
   tElemento elem;
   pthread_mutex_lock(&mutex);
   while(count == 0) {
     pthread_cond_wait(&cond_cons, &mutex);
   }
   count--;
   elem = Buffer[out];
   out = (out + 1) % N;
   pthread_mutex_unlock(&mutex);
   pthread_cond_signal(&cond_prod);
   return elem;
}
```

Referências bibliográficas

- *Computer Systems - A Programmer's Perspective* (Cap. 12)
- *Programming Language Pragmatics*, M.L.Scott, Morgan-Kaufmann, ed. 2, 2006
- *Modern Multithreading*, Carver e Tai, Wiley, 2006
- *An Introduction to Parallel Programming*, Peter Pacheco, Morgan Kaufmann, 2011