Condições de Disputa

Volnys Borges Bernal
volnys@lsi.usp.br

Departamento de Sistemas Eletrônicos
Escola Politécnica da USP

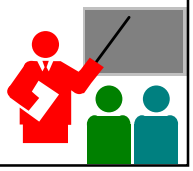
Agenda

- Condições de disputa
- Região Crítica

Sobre esta apresentação

- Esta apresentação ...
  - Não apresenta todos os detalhes sobre este tópico.
  - É um resumo para auxiliar a apresentação do tópico em sala de aula.
- Para estudo, deve ser utilizada uma das seguintes referências:
  - Capítulos 1 e 2 do livro:
    - ANDREW S. TANENBAUM; Sistemas Operacionais Modernos. Prentice-Hall
  - Capítulos 1 e 2 do livro:
    - ANDREW S. TANENBAUM; Sistemas Operacionais. Prentice-Hall.

Condições de disputa (*Race Conditions*)



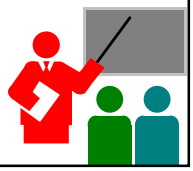
Condições de disputa

- Condição de disputa é
  - Uma situação de conflito ...
  - No acesso a um determinado recurso (variável, estrutura, arquivo, ...)
  - Recurso este compartilhado
  - Por duas ou mais entidades de processamento (processos, *threads*, ...)
  - Que pode causar situações não desejáveis e resultados não esperados
- Importante:
  - Threads de um mesmo processo possuem diversos recursos compartilhados
    - Área de dados
    - Arquivos abertos
    - etc
  - Quando existem acessos de escrita a estes recursos compartilhados podem ocorrer potenciais situações de condição de disputa

Condições de disputa

- Existem inúmeras situações na qual existe condição de disputa.
- A seguir, serão apresentados 3 exemplos de condição de disputa:
  - Exemplo 1: Contador
  - Exemplo 2: Manipulação de lista ligada
  - Exemplo 3: Variável de proteção

Exemplo 1: Contador



Exemplo 1: Contador

- **Descrição**
  - **Dois *threads* realizam determinadas tarefas.**
  - **Após realizar cada tarefa incrementam um contador c.**
  - **Variável c é global (compartilhada entre os dois threads)**

```
Thread1:

...
while (1)
   <Realiza tarefa>
   c = c + 1
...
```

```
Thread2:

...
while (1)
   <Realiza tarefa>
   c = c + 1
...
```


Exemplo 1: Contador

- **Versão do programa em assembler**

```
Thread1:

          ...
repete:   ...
          realiza tarefa
          ...
          LOAD     AC,(c)
          ADD      AC,1
          STORE    (c),AC
          JUMP     repete
          ...
```

```
Thread2:

          ...
repete:   ...
          realiza tarefa
          ...
          LOAD     AC,(c)
          ADD      AC,1
          STORE    (c),AC
          JUMP     repete
          ...
```


Exemplo 1: Contador

- **Problemas: condição de disputa sobre o contador "c"**
  - **Sistemas monoprocessadores**
    - Concorrência:
      - troca de contexto durante a atualização do contador "c"
  - **Sistemas multiprocessadores**
    - Concorrência:
      - troca de contexto durante a atualização do contador "c"
    - Paralelismo:
      - incremento simultâneo do contador "c"

Exemplo 1: Contador

- **Condição de disputa na concorrência:**

```
Thread1:

          ...
repete:   ...          1
          realiza tarefa
          ...
          LOAD     AC,(c)
          ADD      AC,1
          STORE    (c),AC
          JUMP     repete
          ...          3
```

```
Thread2:

          ...          2
repete:   ...
          realiza tarefa
          ...
          LOAD     AC,(c)
          ADD      AC,1
          STORE    (c),AC
          JUMP     repete
          ...
```


Exemplo 1: Contador

- **Condição de disputa no paralelismo**

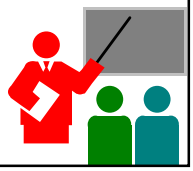
```
Thread1:

          ...
repete:   ...
          realiza tarefa
          ...
          LOAD    ↓1 AC,(c)
          ADD     ↓2 AC,1
          STORE   ↓3 (c),AC
          JUMP       repete
          ...
```

```
Thread2:

          ...
repete:   ...
          realiza tarefa
          ...
          LOAD    ↓1 AC,(c)
          ADD     ↓2 AC,1
          STORE   ↓3 (c),AC
          JUMP       repete
          ...
```

Exemplo 2: Lista ligada



Exemplo 2: Lista ligada

- **Exemplo 2: Manipulação de lista ligada**
  - **Quando dois ou mais *threads* manipulam uma lista ligada, com pelo menos um thread alterando a lista ligada.**

```
Thread1:

...
<manipula lista ligada>
...
```

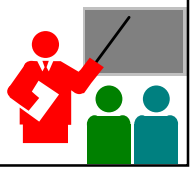
```
Thread2:

...
<manipula lista ligada>
...
```


Exemplo 2: Lista ligada

- **Problema: condição de disputa durante a manipulação da lista ligada:**
  - **Sistemas monoprocessadores**
    - Concorrência: A troca de contexto durante a modificação da lista pode deixa-la em um estado inconsistente
  - **Sistemas multiprocessadores**
    - Concorrência:
      - A troca de contexto durante a modificação da lista pode deixa-la em um estado inconsistente
    - Paralelismo:
      - A modificação da lista por um dos threads pode deixa-la em um estado inconsistente.

Exemplo 3: Variável de proteção



Exemplo 3: Variável de proteção

- **Descrição**
  - **Dois *threads* definem uma variável compartilhada para controle do uso do recurso.**
  - **Se a variável for 1 significa que o recurso está ocupado, se for zero está livre.**

```
Thread1:

...
while (ocupado == 1);
ocupado = 1;
<usa recurso>
ocupado = 0;
...
```

```
Thread2:

...
while (ocupado == 1);
ocupado = 1;
<usa recurso>
ocupado = 0;
...
```


Exemplo 3: Variável de proteção

```
Thread1:          1
...
while (ocupado == 1);
ocupado = 1;
<usa recurso>     3
ocupado = 0;
...
```

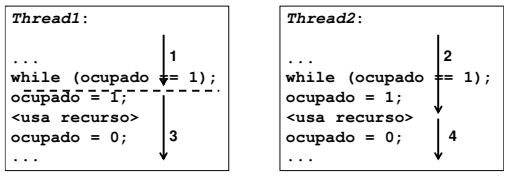
```
Thread2:          2
...
while (ocupado == 1);
ocupado = 1;
<usa recurso>
ocupado = 0;
...
```

Exemplo 3: Variável de proteção

- **Problema:**
  - **Condição de disputa sobre a variável "ocupado"**
  - **Sistemas monoprocessadores**
    - Concorrência:
      - Troca de contexto durante a alteração da variável "ocupado" para 1
  - **Sistemas multiprocessadores**
    - Concorrência:
      - Troca de contexto durante a alteração da variável "ocupado" para 1
    - Paralelismo:
      - Dois *threads* alterando simultaneamente a variável "ocupado" para 1

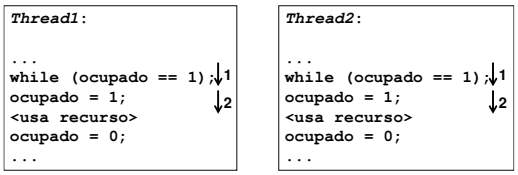
Exemplo 3: Variável de proteção

- **Condição de disputa quando existe concorrência**

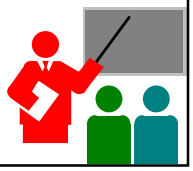


Exemplo 3: Variável de proteção

- **Condição de disputa quando existe paralelismo**



Região Crítica

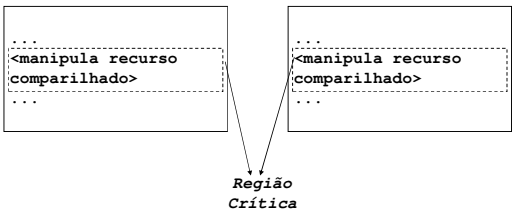


Região Crítica

- **Região critica é ...**
  - **Uma região de código ...**
  - **Na qual existe acesso a recursos compartilhados ...**
  - **Na qual existe condição de disputa**
- **Objetivo da região crítica**
  - **Identificar a região de código na qual existe potencialmente ocorrência de condição de disputa devido ao acesso por duas ou mais entidades**
  - **Possibilitar a utilização de soluções de sincronização para evitar condição de disputa na região crítica**
- **Obs:**
  - **Entidades**
    - Processos, threads, ...

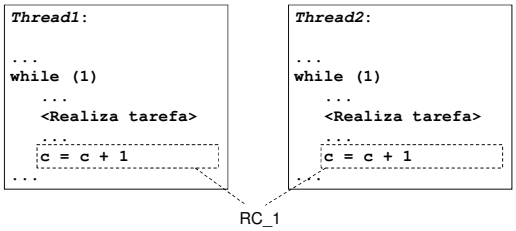
Região Crítica

- **Exemplo de região de código na qual existe acesso a recursos compartilhados que pode causar problema de condição de disputa**



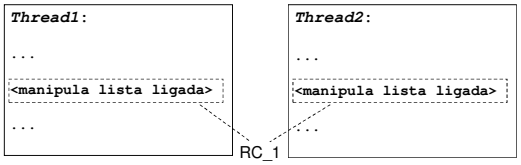
Região Crítica

- Exemplo 1:
  - Contador de tarefas



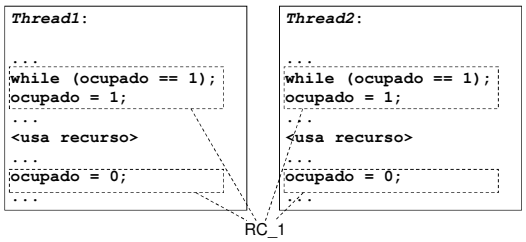
Região Crítica

- Exemplo 2:
  - Manipulação de lista ligada

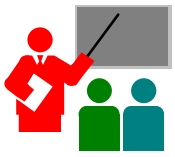


Região Crítica

- Exemplo 3:
  - Variável de proteção



Referências Bibliográficas



Referências Bibliográficas

- ANDREW S. TANENBAUM; Sistemas Operacionais Modernos. Prentice-Hall.
  - Capítulo 2
- ANDREW S. TANENBAUM; Sistemas Operacionais. Prentice-Hall.
  - Capítulo 2