Programação multi-tarefa em Memória Partilhada

Parte II – Programação avançada

Sistemas Operativos

Programar com objetos partilhados

Programar com objetos partilhados

- Até agora, aprendemos esta receita para programar concorrentemente com memória partilhada:
  - Identificar secções críticas
  - Sincronizar cada secção crítica com trinco (*mutex*)

Hoje vamos discutir esta parte em maior detalhe

Aspetos avançados para discutir hoje

- Um trinco global ou múltiplos trincos finos?
- Preciso mesmo usar trinco?

Como sincronizar esta função?

```
struct {
   int saldo;
   …
} conta_t;

int levantar_dinheiro (conta_t* conta, int valor) {

   mutex_lock(____________________);

   if (conta->saldo >= valor)
      conta->saldo = conta->saldo - valor;
   else
      valor = -1; /* -1 indica erro ocorrido */

   mutex_unlock(____________________);
   return valor;
}
```

Trinco global

- Normalmente é a solução mais simples
- Mas limita o paralelismo
  - Quanto mais paralelo for o programa, maior é a limitação
- Exemplo: “big kernel lock” do Linux
  - Criado nas primeiras versões do Linux (versão 2.0)
  - Grande barreira de escalabilidade
  - Finalmente removido na versão 2.6

Trincos finos: programação com objetos partilhados

- Objeto cujos métodos podem ser chamados em concorrência por diferentes tarefas
- Devem ter:
  - Interface dos métodos públicos
  - Código de cada método
  - Variáveis de estado
  - **Variáveis de sincronização**
    - **Um trinco para garantir que métodos críticos se executam em exclusão mútua**
    - Opcionalmente: semáforos, variáveis de condição
      - as variáveis de condição serão introduzidas na próxima aula

Programar com trincos finos

- Em geral, maior paralelismo
- **Mas pode trazer *bugs* difíceis de resolver…**

Exemplo com trincos finos

```
transferir(conta a, conta b, int montante) {
  fechar(a.trinco);
  debitar(a, montante);
  fechar(b.trinco);
  creditar(b, montante);
  abrir(a.trinco);
  abrir(b.trinco);
}
```

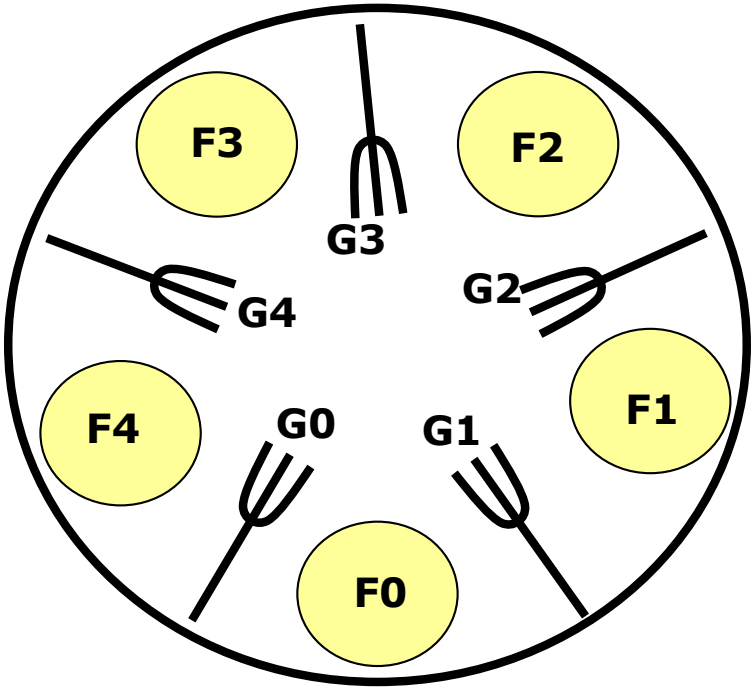
- O que pode correr mal?

Jantar dos Filósofos

- Cinco Filósofos estão reunidos para filosofar e jantar spaghetti:
  - Para comer precisam de dois garfos, mas a mesa apenas tem um garfo por pessoa.

- Condições:
  - Os filósofos podem estar em um de três estados : Pensar; Decidir comer ; Comer.
  - O lugar de cada filósofo é fixo.
  - Um filósofo apenas pode utilizar os garfos imediatamente à sua esquerda e direita.

Jantar dos Filósofos



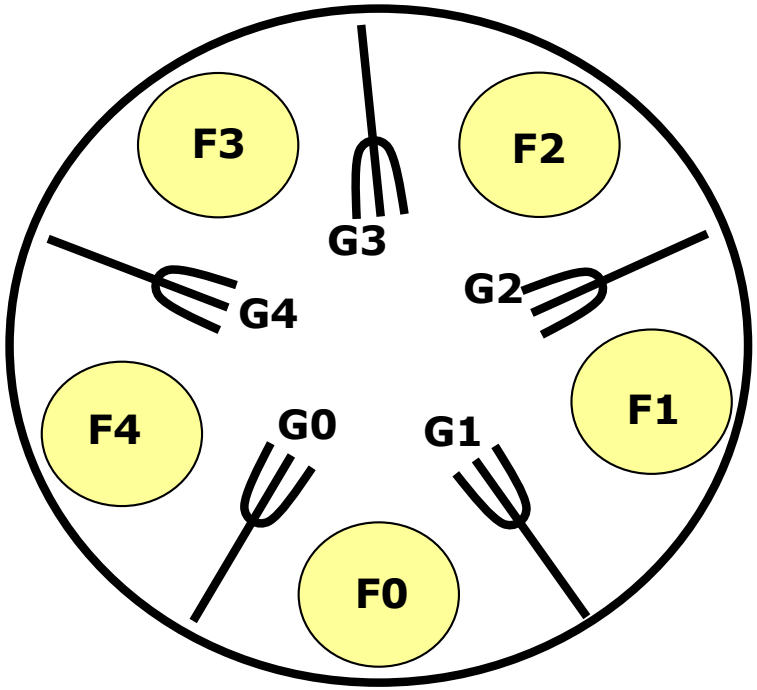
Jantar dos Filósofos

```
filosofo(int id){
   while (TRUE) {
      pensar();
      <adquirir os garfos>
      comer();
      <libertar os garfos>
    }
}
```

Jantar dos Filósofos, versão #1

```
mutex_t garfo[5] = {…};

filosofo(int id)
{
    while (TRUE) {
        pensar();
        fechar(garfo[id]);
        fechar (garfo[(id+1)%5]);
        comer();
        abrir(garfo[id]);
        abrir(garfo[(id+1)%5]);
    }
}
```



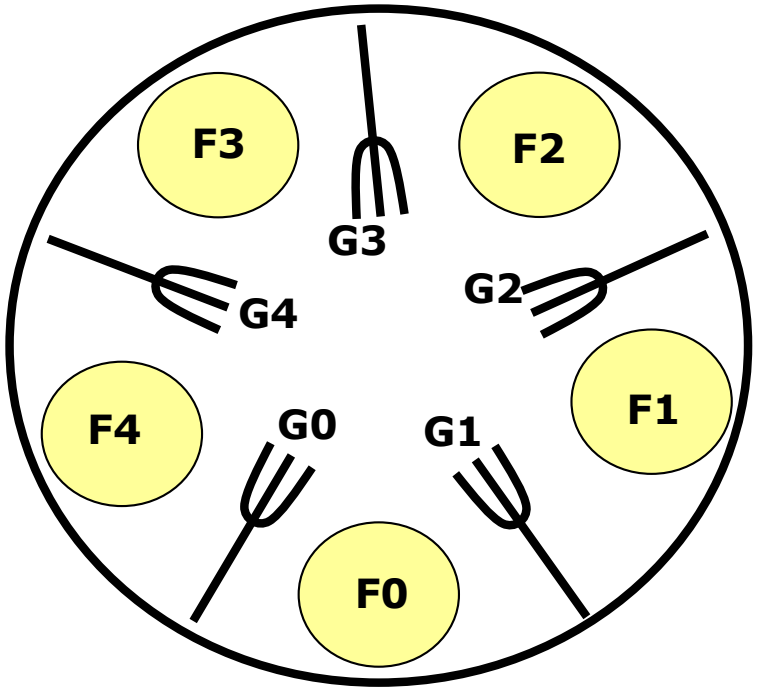
Problema?

Como prevenir interblocagem?

Prevenir de interblocagem: uma solução

```
mutex_t garfo[5] = {…};

filosofo(int id)
{
    while (TRUE) {
        pensar();
            if (id < 4) {
                fechar(garfo[id]);
                fechar (garfo[(id+1)%5]);
            else {
                fechar (garfo[(id+1)%5]);
                fechar(garfo[id]);
            }
            comer();
            abrir(garfo[id]);
            abrir(garfo[(id+1)%5]);
    }
}
```



Princípio base: garantir que os recursos são todos adquiridos segundo uma ordem total pré-definida

Prevenir de interblocagem: outra solução

```
mutex_t garfo[5] = {…};

filosofo(int id)
{
   int garfos;
   while (TRUE) {
      pensar();
      garfos = FALSE;
      while (!garfos){
         if (lock(garfo[id])
            if (try_lock(garfo[(id+1)%5])
               garfos = TRUE;
            else  { // adquisição 2° trinco falhou
               unlock(garfo[id]); // abre 1°trinco e tenta outra vez
               }
      }
      comer();
      unlock(garfo[id]);
      unlock(garfo[(id+1)%5]);
   }
}
```

Resolvemos o problema da interblocagem!
...e o da míngua?

Evitar míngua: recuo aleatório!

- Pretende-se evitar que dois filósofos vizinhos possam conflituar indefinidamente

Introduzir uma fase de espera/recuo (*back-off*) entre uma tentativa e outra de cada filósofo.

- Como escolher a duração da fase de espera?
  - Inúmeras politicas propostas na literatura
  - Vamos ilustrar apenas os princípios fundamentais das políticas mais genéricas e simples

Evitar míngua: escolha da duração do recuo

- Duração aleatória entre [0, MAX]
  - Porquê aleatória?
- Como escolher o valor MAX?
  - Quanto maior o valor de MAX:
    - **menor desempenho**
    - **maior probabilidade de evitar contenção**
  - Adaptar o valor de MAX consoante o número de tentativas
    - Por exemplo, MAX = constante * num_tentativas

Prevenir de interblocagem: récuo aleatório

```
mutex_t garfo[5] = {…};

filosofo(int id)
{  int garfos;
   while (TRUE) {
      pensar();
      garfos = FALSE;
      while (!garfos){
         if (lock(garfo[id])
            if (try_lock(garfo[(id+1)%5])
               garfos = TRUE;
            else  { // adquisição 2° trinco falhou
               unlock(garfo[id]); // abre 1°trinco e tenta outra vez
               sleep(random([0, MAX]);
          }
      }
      comer();
      unlock(garfo[id]);
      unlock(garfo[(id+1)%5]);
   }
}
```

Recapitulando: como prevenir interblocagem?

- Garantir que os recursos são todos adquiridos segundo uma ordem total pré-definida
- Quando a aquisição de um recurso não é possível, libertando todos os recursos detidos e anulando as operações realizadas até esse momento

Vantagens/desvantagens de cada abordagem?