Sistemas Operativos

Semáforos

Curso 2024

Facultad de Ingeniería, UDELAR

Agenda

1. Semáforos de conteo

2. Utilidades y problemas

3. Semáforos binarios

4. Extendiendo el poder de otras herramientas

Semáforos de conteo

Introducción

- Son una herramienta para sincronizar procesos.
- Propuesta originalmente por Dijkstra y su equipo en los principios de los años 60’s.
- Se puede implementar con soporte del SO sin usar busy waiting.

Definición

- Un semáforo es un tipo de dato *integer* que se manipula mediante tres funciones:
  - INIT
  - wait o P
    - Prolaag -probeer te verlagen- (intentar reducir)
    - Proberen (intentar)
  - signal o V
    - Verhogen (aumentar)
- Luego de inicializado, toda modificación al dato *integer* se realiza únicamente mediante las funciones P o V.
- Ambas funciones (P y V) se ejecutan de forma indivisible (región crítica).

Implementación

```
s: integer;

procedure INIT(s, 3)
   s := 3;
end procedure

procedure V(s)
   s := s + 1;
end procedure
```

```
procedure P(s)
   while s <= 0 do
   end while
   s := s - 1;
end procedure
```

Implementación

- No hay orden establecido para despertar los procesos que están esperando (cualquier implementación es válida)
- La implementación vista usa busy waiting.
- Esto implica un importante overhead, en especial en casos de un único procesador.
- También llamados spinlock, tienen como ventaja que no necesitan cambios de contexto.
- Se pueden implementar con cambios de contextos con soporte del SO.

Implementación sin busy waiting

```
procedure P(s)
   if s > 0 then
      s := s - 1;
   else
      se bloquea el proceso
   end if
end procedure

procedure V(s)
   if hay proceso suspendido then
      se despierta un proceso    ▷ pasa a listo
   else
      s := s + 1;
   end if
end procedure
```

Implementación en código

```
typedef struct {
int value;
struct process *list;
} semáforo
```

```
procedure V(S)
   S->value := S->value + 1;
   if  (S->value <= 0)  then
      remove P from S->list;
      wakeup(P);
   end if
end procedure
```

```
procedure P(S)
   S->value := S->value - 1;
   if  (S->value < 0)  then
      add process to S->list;
      block();
   end if
end procedure
```

Esta implementación permite valores negativos.

Utilidades y problemas

Utilidad

Resolver el problema de mutuo-exclusión para una sección donde pueden entrar hasta 2 procesos.

```
procedure Proc_1
   P(s);
   realiza tareas 1
   V(s);
end procedure
```

```
procedure Proc_N
   P(s);
   realiza tareas N
   V(s);
end procedure
```

```
procedure Main
   INIT(s, 2);
   Cobegin
      proc_1;  … proc_N;
   Coend
end procedure
```

Errores comunes

Semáforo mal inicializado $\rightarrow$ deadlock.

```
procedure Proc_1
   P(s);
   realiza tareas 1
   V(s);
end procedure
```

```
procedure Proc_N
   P(s);
   realiza tareas N
   V(s);
end procedure
```

```
procedure Main
   INIT(s, 0);
   Cobegin
      proc_1;  … proc_N;
   Coend
end procedure
```

Errores comunes

Invertir P y V $\rightarrow$ entran más de 2

```
procedure Proc_1
   V(s);
   realiza tareas 1
   P(s);
end procedure
```

```
procedure Proc_N
   P(s);
   realiza tareas N
   V(s);
end procedure
```

```
procedure Main
   INIT(s, 2);
   Cobegin
      proc_1;  … proc_N;
   Coend
end procedure
```

Conclusiones

- Los semáforos son una herramienta muy poderosa para sincronizar (procesos).
- Es muy fácil cometer errores al utilizar esta herramienta y quedar en estados inconsistentes.

Semáforos binarios

Semáforos binarios

- Los semáforos binarios solo pueden valer 0 o 1.
- Hacer **V** en un semáforo que vale 1 lo deja en 1.
- Se puede demostrar que son equivalentes a los semáforos de conteo.
    - Implementando semáforos binarios con semáforos de conteo y viceversa.

Implementación con busy waiting

```
procedure P(s)
   while not TestAndReset(s) do
   end while
end procedure

procedure V(s)
   s := True;
end procedure

function TestAndReset(var)          ▷ clase pasada
   ret := var;
   var := False;
   return ret;
end function
```

Semáforos de conteo → binarios

```
procedure Init(val)
   INIT(mutex, 1);
   INIT(wait, 0);
   free := val;
   espera := 0;
end procedure
```

```
procedure V_bin()
   P(mutex);
   if espera > 0 then
      espera := espera - 1;
      V(wait);
   else
      free := True;
      V(mutex);
   end if
end procedure
```

```
procedure P_bin()
   P(mutex);
   if not free then
      espera := espera + 1;
      V(mutex);
      P(wait);
   else
      free := False;
   end if
   V(mutex);
end procedure
```

Semáforos binarios $\rightarrow$ de conteo

```
procedure Init(k)
   INIT(mutex, 1);
   INIT(wait, 0);
   c := k;
end procedure
```

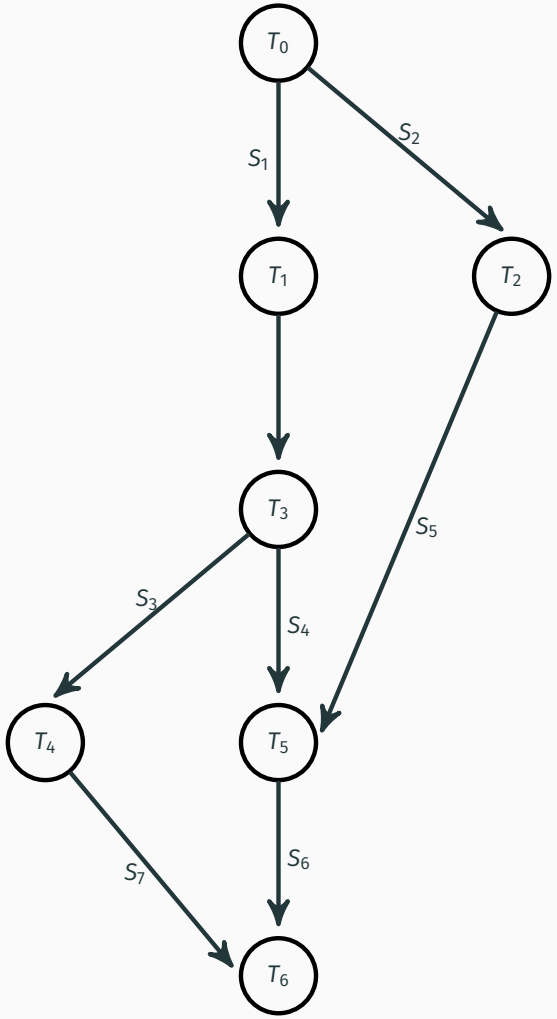
```
procedure V_cont()
   P(mutex);
   c := c + 1;
   if c <= 0 then
      V(wait);
   else
      V(mutex);
   end if
end procedure
```

```
procedure P_cont()
   P(mutex);
   c := c - 1;
   if c < 0 then
      V(mutex);
      P(wait);
   end if
   V(mutex);
end procedure
```

Extendiendo el poder de otras herramientas

Cobegin-coend con semáforos

Dado el grafo de la clase 1, implementar las sincronizaciones con semáforos.



Cobegin-coend con semáforos (binarios)

```
procedure grafo
   INIT(s1, 0); INIT(s2, 0); INIT(s3, 0); INIT(s4, 0); INIT(s5, 0);
   INIT(s6, 0); INIT(s7, 0);
   Cobegin
      Begin
         T0; V(s1); V(s2);
      End
      Begin
         P(s1); T1; T3; V(s3); V(s4);
      End
      Begin
         P(s2); T2; V(s5);
      End
      Begin
         P(s3); T4; V(s7);
      End
      Begin
         P(s4); P(s5); T5; V(s6);
      End
      Begin
         P(s6); P(s7); T6;
      End
   Coend
end procedure
```

Con un solo semáforo de conteo

```
procedure grafo
   INIT(s, 0);
   T0;
   Cobegin
      Begin
         T1; T3; V(s); T4;
      End
      Begin
         T2; V(s);
      End
      Begin
         P(s); P(s); T5;
      End
   Coend
   T6;
end procedure
```

Con un solo semáforo binario

```
procedure grafo
   INIT(s, 0);
   T0;
   Cobegin
      Begin
         T1; T3;
         Cobegin
            T4;
            Begin
               P(s); T5;
            End
         Coend
      End
      Begin
         T2; V(s);
      End
   Coend
   T6;
end procedure
```