

Tema 5:
Interbloqueos

Sistemas
Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones
necesarias

Modelado del
interbloqueo

Estrategias
para el
interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Grado en Ingeniería Informática
Departamento de Ingeniería Informática

Universidad de Cádiz

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

- 1 Introducción
- 2 Condiciones necesarias para que se produzcan interbloqueos
- 3 Modelado del interbloqueo
- 4 Estrategias para tratar los interbloqueos
 - 1 Prevención
 - 2 Predicción
 - 3 Detección

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

- Los sistemas de computación suelen disponer de una gran variedad de recursos tales como dispositivos de E/S, ficheros, variables, etc.
- Podemos clasificar los recursos de distintas formas, una de ellas es:
 - **Recursos compartibles** Pueden ser asignados a más de un proceso simultáneamente.
 - **Recursos no compartibles o críticos** Si están asignados a un proceso no pueden asignarse a otro.

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

- El acceso a los recursos críticos debe realizarse bajo **exclusión mutua**.
- Si un proceso tiene asignado un recurso crítico y abandona la CPU, otro proceso podría solicitar ese mismo recurso crítico. No se debe asignar el recurso a este segundo proceso mientras el primero lo retenga.
- La exclusión mutua no es fácil de conseguir y se requieren mecanismos tales como los **semáforos**, **monitores** o **paso de mensajes** para conseguirla.

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Definición

Bloqueo permanente de un conjunto de procesos que compiten por los recursos del sistema o que se comunican entre sí.

Cada proceso del conjunto está esperando un suceso que sólo puede ser causado por otro proceso del mismo conjunto.

Coffman, Elphick y Shoshani en 1971 establecen las condiciones para la aparición del interbloqueo.

Condiciones necesarias

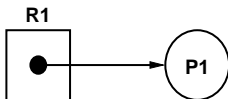
- 1 **Exclusión mutua**
- 2 **Retener y esperar** Los procesos retienen recursos mientras esperan la asignación de otros.
- 3 **No apropiación** No se puede quitar un recurso a un proceso.

Condición consecuencia de las anteriores

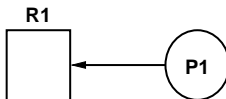
- 4 **Espera circular** Hay un conjunto de procesos en espera $\{p_0, \dots, p_n\}$, tal que el proceso p_i está esperando un recurso retenido por p_{i+1} , para todo $i = \{0, \dots, n\}$; y, p_n está esperando un recurso retenido por p_0 .

El grafo de asignación de recursos consta de:

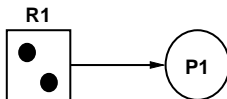
- Los círculos representan procesos.
- Los cuadrados grandes representan clases o tipos de recursos críticos.
- Los círculos pequeños dentro de los anteriores indican las unidades que existen de cada tipo de recurso.
- Arcos orientados representan asignación, solicitud y producción.



(a) Asignación



(b) Solicitud



(c) Producción

Reducción del grafo

Tema 5: Interbloques

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

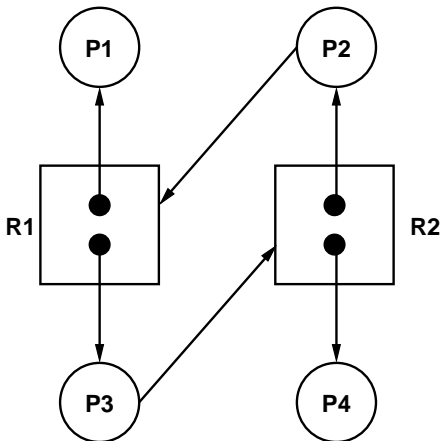
Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Tema 5: Interbloques

Sistemas
Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones
necesarias

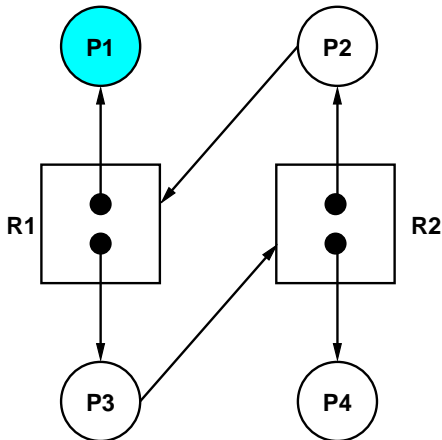
Modelado del
interbloqueo

Estrategias
para el
interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Reducción del grafo

Tema 5: Interbloques

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

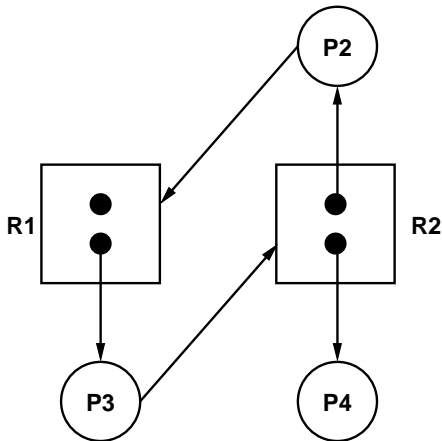
Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Tema 5: Interbloques

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

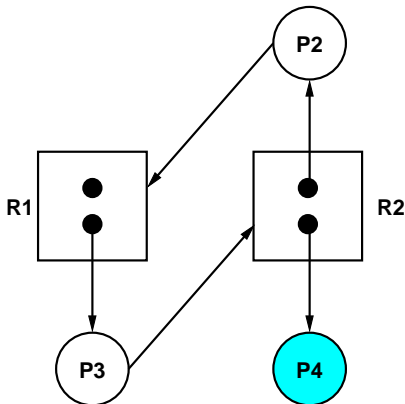
Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Tema 5: Interbloques

Sistemas
Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones
necesarias

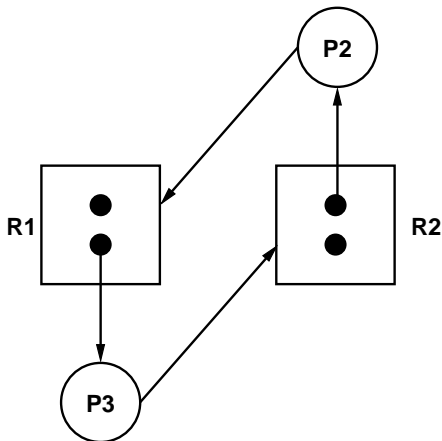
Modelado del
interbloqueo

Estrategias
para el
interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Tema 5: Interbloques

Sistemas
Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones
necesarias

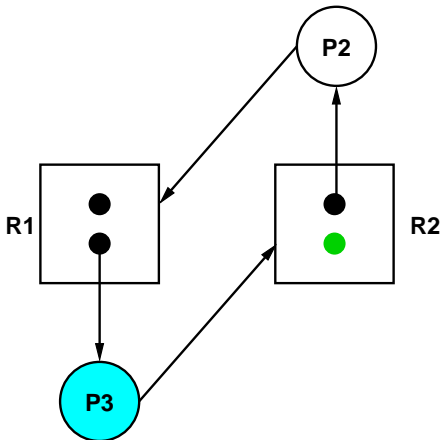
Modelado del
interbloqueo

Estrategias
para el
interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Tema 5: Interbloqueos

Sistemas
Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones
necesarias

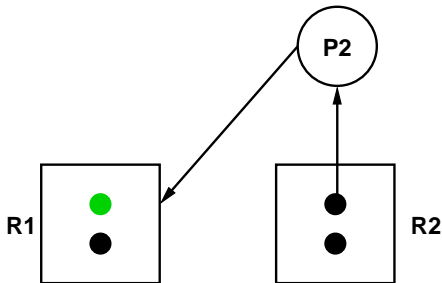
Modelado del
interbloqueo

Estrategias
para el
interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección



Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Prevención

- Evitan que aparezca el interbloqueo eliminando una de las condiciones que deben darse para que éste se produzca. La única condición que no se puede eliminar es la exclusión mutua.
- Presentan un bajo uso de los recursos e introducen limitaciones a los programadores para solicitar los recursos.

Predicción

- Cada vez que un proceso solicita un recurso intenta averiguar si su concesión puede conducir a un interbloqueo. Dependiendo de la conclusión a la que llegue, concede o no los recursos solicitados.
- Introduce sobrecarga de trabajo en el sistema.

Detección y recuperación

- Cuando un proceso solicita un recurso, lo concede si está disponible.
- Cada cierto tiempo comprueba si existe interbloqueo.
- Si existe, inicia la recuperación para que desaparezca.
- Aprovecha mejor los recursos que las anteriores estrategias, pero puede implicar pérdidas de ejecuciones de procesos.

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Negación de la condición de retener y esperar

- **Todo o nada** Fuerza a los procesos a pedir todos los recursos que van a necesitar al principio de su ejecución. Si no están todos los recursos disponibles no se le da ninguno y no puede comenzar su ejecución.
- **División de peticiones** Se divide el proceso en fases que puedan considerarse independientes y se aplica la estrategia anterior a cada una de ellas.
- **Petición incremental de recursos y liberación** El proceso pide los recursos a medida que los necesita, si uno de ellos no está disponible debe devolver todos los que tiene asignados.

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Negación de la condición de no apropiación

- Cuando un proceso pide un recurso y no está disponible, el sistema está autorizado a retirarle todos los recursos que tiene ya asignados.

Negación de la condición de espera circular

- Se define una ordenación de los tipos de recursos y se exige a los procesos a que pidan los recursos en orden ascendente de numeración.

Predicción. Algoritmo del banquero

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

El sistema puede encontrarse en:

Estado seguro No existe interbloqueo, ni ninguna probabilidad de que se llegue a él.

Estado inseguro Existe cierta probabilidad de llegar a un interbloqueo.

Estado de interbloqueo Es un estado inseguro en el que existe ya el interbloqueo.

Esquema de funcionamiento

- El sistema se encuentra inicialmente en estado seguro.
- Los procesos declaran de antemano la cantidad de cada tipo de recurso que van a necesitar.
- Cada vez que un proceso solicita recursos, se analiza la solicitud para averiguar si su concesión conduciría a estado seguro o inseguro.
- Si conduce a estado seguro, se concede. En caso contrario, se deniega la solicitud.

Ejemplo del banquero

Tema 5:

Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Situación actual de un sistema en estado seguro

	Asignación		
	R1	R2	R3
P1	0	0	1
P2	1	0	0
P3	2	3	5

	Demanda		
	R1	R2	R3
P1	0	0	1
P2	1	7	5
P3	3	3	5

Disponible	
R1	1
R2	5
R3	2

Solicitud P2	
R1	0
R2	4
R3	2

PASO 1 Cálculo de la matriz **Necesidad = Demanda - Asignación**

	Necesidad		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	0	7	5
P3	1	0	0

Ejemplo del banquero (cont.)

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

PASO 2 Creamos las estructuras Trabajo y Acabar

	Asignación		
	R1	R2	R3
P1	0	0	1
P2	1	0	0
P3	2	3	5

	Necesidad		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	0	7	5
P3	1	0	0

Trabajo	
R1	1
R2	5
R3	2

Acabar	
P1	F
P2	F
P3	F

PASO 3 P2 solicita (0,4,2): Comprobamos $Solicitud(P2) \leq Necesidad[P2]$ y $Solicitud(P2) \leq Disponible$

PASO 4 Simulamos la asignación y determinamos si el nuevo estado es seguro

	Asignación		
	R1	R2	R3
P1	0	0	1
P2	1	4	2
P3	2	3	5

	Necesidad		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	0	3	3
P3	1	0	0

Trabajo	
R1	1
R2	1
R3	0

Acabar	
P1	F
P2	F
P3	F

PASO 5 Seleccionamos P1 pues $Acabar[P1] = F$ y $Necesidad[P1] \leq Trabajo$

Ejemplo del banquero (cont.)

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

PASO 6 Actualizamos $Trabajo = Trabajo + Asignado[P1]$,
 $Asignado[P1] = Necesidad[P1] = 0$, $Acabar[P1] = V$

	Asignación		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	1	4	2
P3	2	3	5

	Necesidad		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	0	3	3
P3	1	0	0

Trabajo		Acabar	
R1	1	P1	V
R2	1	P2	F
R3	1	P3	F

PASO 7 Volver a PASO 5 seleccionando P3 pues $Acabar[P3] = F$ y
 $Necesidad[P3] \leq Trabajo$

PASO 8 Actualizamos $Trabajo = Trabajo + Asignado[P3]$,
 $Asignado[P3] = Necesidad[P3] = 0$, $Acabar[P3] = V$

	Asignación		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	1	4	2
P3	0	0	0

	Necesidad		
	R1	R2	R3
P1	0	0	0
P2	0	3	3
P3	0	0	0

Trabajo		Acabar	
R1	3	P1	V
R2	4	P2	F
R3	6	P3	V

PASO 9 Como P2 cumple que $Acabar[P2] = F$ y $Necesidad[P2] \leq Trabajo$,
entonces $\forall i Acabar[i] = V$ por lo que el sistema está en estado seguro. Por tanto,
se concede la petición.

La detección del interbloqueo consta de dos fases:

Fase 1: Detección

- No impone restricciones a las peticiones de recursos. Se concede siempre que hay recursos libres.
- Cada cierto tiempo (intervalos regulares, peticiones denegadas, etc.) se ejecuta la detección para comprobar si hay interbloqueo y los procesos implicados

Fase 2: Recuperación

 Para eliminar el interbloqueo podemos:

- Apropiar recursos
- Matar procesos (todos o uno a uno)

Ambas opciones requieren:

- Elección de la víctima.
- Ejecutar la detección tras realizar una acción para comprobar que no hay interbloqueo.

Ejemplo algoritmo de detección

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

Dado el siguiente sistema

	Asignación				Solicitud			Disponible	
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	R1	0
P1	0	0	1	P1	0	0	1	R2	0
P2	2	0	0	P2	0	2	1	R3	1
P3	2	2	1	P3	1	0	0		

PASO 1 Creamos las estructuras Trabajo y Bloqueado

	Asignación				Solicitud			Trabajo		Bloqueado	
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	R1	0	P1	V
P1	0	0	1	P1	0	0	1	R2	0	P2	V
P2	2	0	0	P2	0	2	1	R3	1	P3	V
P3	2	2	1	P3	1	0	0				

Ejemplo de detección (cont.)

Tema 5: Interbloqueos

Sistemas Operativos

Contenido

Introducción

Condiciones necesarias

Modelado del interbloqueo

Estrategias para el interbloqueo

Prevención

Predicción

Detección

PASO 2 Escogemos P1 pues $Bloqueado[P1] = V$ y $Solicitud[P1] \leq Trabajo$

	Asignación				Solicitud			Trabajo		Bloqueado	
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	R1	0	P1	F
P1	0	0	0	P1	0	0	0	R2	0	P2	V
P2	2	0	0	P2	0	2	1	R3	2	P3	V
P3	2	2	1	3	1	0	0				

Ningún proceso $Bloqueado[P_i]=V$ cumple $Solicitud[P_i] \leq Trabajo$, entonces como $Bloqueado[P_i] = V$ para $i = 2, 3$, tenemos un interbloqueo entre los procesos P2 y P3.