

Sistemas distribuidos

Grado en Ingeniería Informática

Tema 03-02: Depuración Distribuida

Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Cádiz



Escuela Superior de Ingeniería
Dpto. de Ingeniería Informática



Curso 2019 – 2020

- 1 Estados Globales
- 2 Depuración distribuida

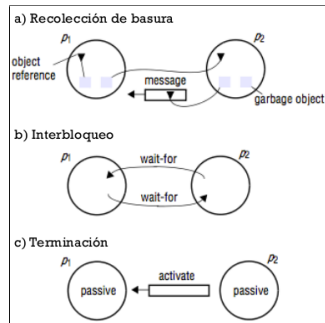
Sección 1 | Estados Globales

Estados Globales

Introducción

- Hay tareas para las que necesitamos conocer el estado global del sistema:

- 1 **Recolección de basura: Detección de objetos distribuidos que ya no se utilizan**
- 2 **Detección de Interbloqueos: Un interbloqueo distribuido ocurre cuando dos procesos esperan mensaje del otro**
- 3 **Detección de estados de terminación: Detectar la terminación de un algoritmo distribuido**

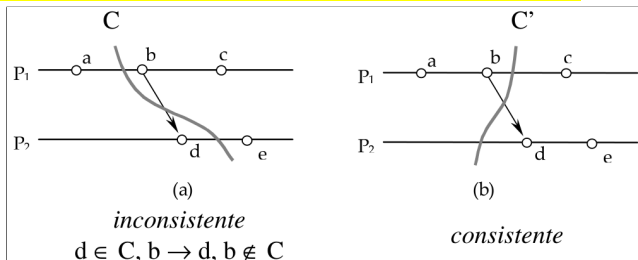


- Es vital tener en cuenta el estado de los procesos y del canal de comunicación

Estados Globales

Cortes consistentes

- Un corte C es consistente si, para cada suceso que contiene, también contiene todos los sucesos que “sucedieron antes que”



- Estado global consistente: Aquél que corresponde con un corte consistente

Estados Globales

Evaluación de cortes con relojes vectoriales

- Para saber si un corte es consistente, nos podemos basar en los vectores de tiempos:

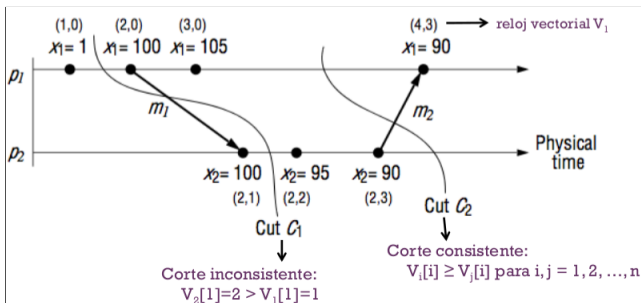
$$\forall i, j : V_i[i](e_i^{ci}) \geq V_j[i](e_j^{cj})$$

- Puesto que cada proceso posee una visión parcial del sistema, para construir un corte consistente (y obtener de paso su estado global asociado) los procesos deben ejecutar un algoritmo distribuido
- Utilidad: detección de interbloqueos, establecimiento de puntos de recuperación de un sistema, finalización distribuida

Estados Globales

Evaluación de cortes con relojes vectoriales - EJEMPLO

- Un corte es consistente si, para cada proceso P_i , su reloj lógico en ese momento es mayor o igual que todos los registros del valor del reloj de P_i mantenidos por otros procesos



Estados Globales

Algoritmo de instantánea de Snapshot) de Chandy y Lamport

- **Objetivo** Obtener un conjunto de estados de proceso y del canal de comunicación (instantánea) que sea un estado global consistente
- **Suposiciones**
 - Los canales y procesos no fallan: todos los mensajes se reciben correctamente, y una única vez
 - Los canales son unidireccionales con entrega tipo FIFO
 - Hay canal de comunicación directo entre todos los procesos
 - Cualquier proceso puede tomar una instantánea en cualquier momento
 - Los procesos pueden continuar su ejecución y comunicación mientras se está tomando una instantánea

Estados Globales

Evaluación de cortes con relojes vectoriales - EJEMPLO

Además del propio estado del proceso, cada proceso construye el estado de sus canales de recepción. Como ya hemos definido, los mensajes enviados por P_i y aún no recibidos por P_j constituyen el estado del canal c_{ij} .

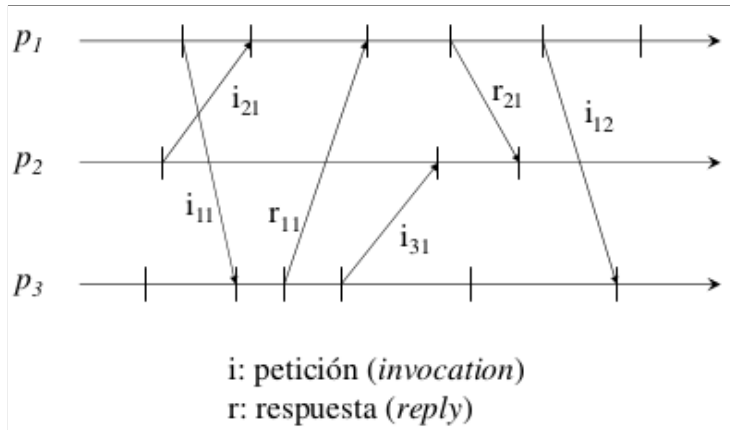
Estados Globales

Evaluación de cortes con relojes vectoriales - EJEMPLO

- Regla de recepción de instantánea (mark) en P_i por el canal c
 - si (P_i no ha registrado su estado todavía)
 - registra su estado de proceso
 - registra el estado de c como vacío
 - activa el registro de mensajes que lleguen por otros canales
 - si no
 - P_i registra el estado de c como el conjunto de mensajes recibidos en c desde que guardó su estado (mensajes posteriores a la instantánea)
- Regla de envío de instantánea por P_i
 - Tras registrar su estado, para cada canal de salida c P_i envía un mensaje de instantánea por el canal c

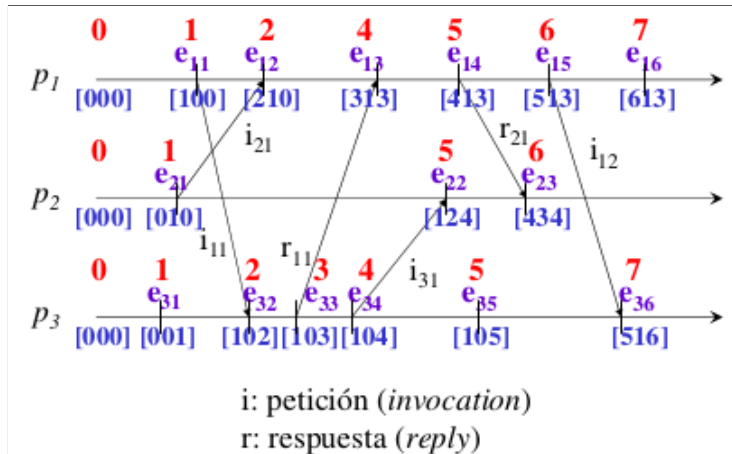
Estados Globales

Ejemplo de Snapshot



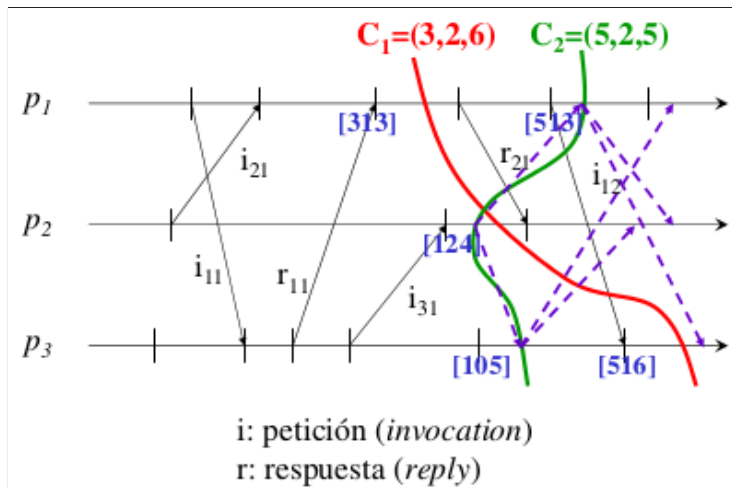
Estados Globales

Ejemplo de Snapshot



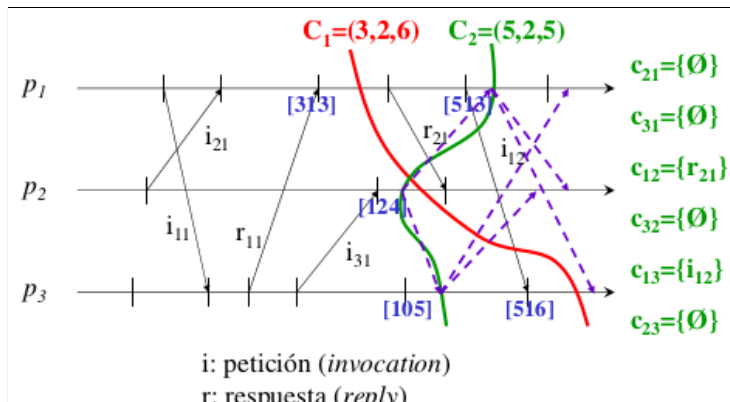
Estados Globales

Ejemplo de Snapshot



Estados Globales

Ejemplo de Snapshot



Sección 2 | Depuración distribuida

Depuración distribuida

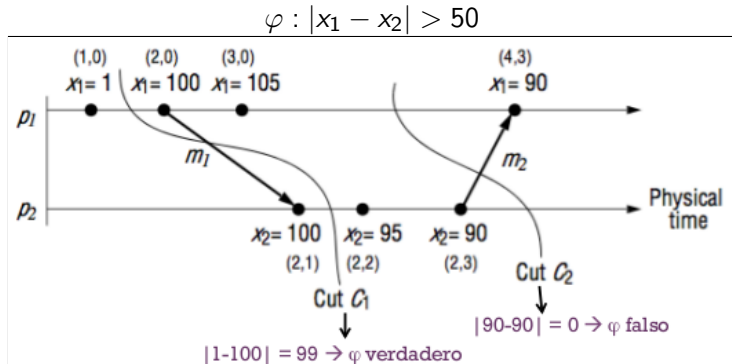
Predicados

- La ejecución de un SD se puede caracterizar (y depurar) por las transiciones entre estados globales consistentes
 $S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_n$
- Un **predicado** de estado global es una función
 - Determinar una condición del SD equivale a evaluar su predicado
- Características posibles de un predicado
 - **Estabilidad:** el valor del predicado no varía con los nuevos sucesos (por ejemplo, en el caso de interbloqueo o terminación)
 - **Seguridad:** el predicado tiene valor falso para cualquier estado alcanzable desde S_0 (deseable para errores)
 - **Veracidad:** el predicado tiene valor verdadero para algún estado alcanzable desde S_0 (deseables para situaciones necesarias)

Depuración distribuida

Predicados:Ejemplo

- Imaginemos un sistema de 2 procesos donde queremos controlar el predicado



Depuración distribuida

Monitorización

- Depurar un SD requiere registrar su estado global, para poder hacer evaluaciones de predicados en dichos estados
 - Generalmente, la evaluación trata de determinar si el predicado φ cumple con la condición “posiblemente” o “sin duda alguna”.
- Monitorización del estado global:
 - Distribuido: algoritmo de instantánea de Chandy y Lamport
 - Centralizado: algoritmo de Marzullo y Neiger
 - Los procesos envían su estado inicial al proceso monitor
 - Periódicamente, le vuelven a enviar su estado
 - El monitor registra los mensajes de estado en colas de proceso (Una por proceso)

Depuración distribuida

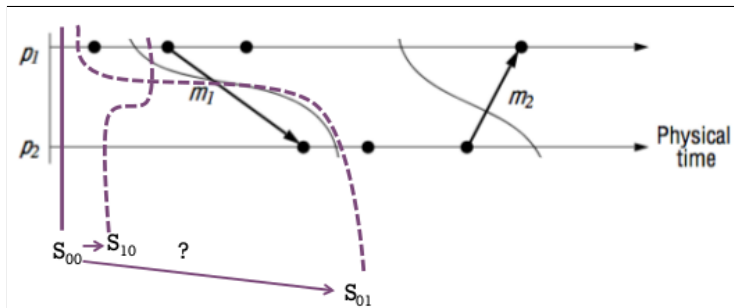
Evaluación de predicados

- Objetivo de la monitorización
 - Determinar si un predicado φ es “posiblemente” o “sin duda alguna” verdadero en un determinado punto de la ejecución.
 - El proceso monitor sólo registra los estados globales consistentes
 - Los únicos en que podemos evaluar el predicado con certeza
- Monitorización del estado global:
 - Teniendo en cuenta el predicado a evaluar, podemos reducir el tráfico de mensajes de estado
 - Tamaño: el predicado puede depender sólo de ciertas partes del estado de un proceso \rightarrow no es necesario mandar el estado completo
 - Número: el cambio de valor del predicado sólo ocurre en algunos casos \rightarrow sólo hay que recoger los estados en cambios relevantes

Depuración distribuida

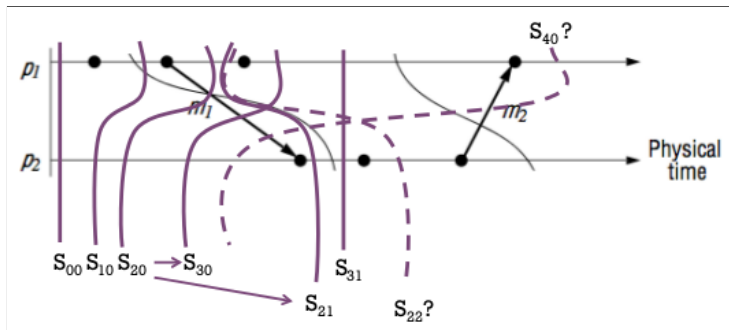
Red de estados globales

- Mediante la monitorización podemos construir una red de estados globales consistentes
 - S_{ij} = estado global tras i eventos en el proceso 1 y j eventos en el proceso 2



Depuración distribuida

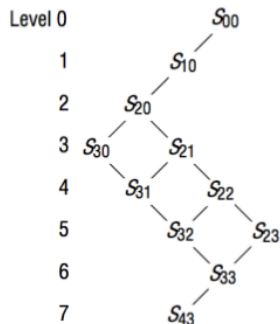
Red de estados globales: ejemplo



Depuración distribuida

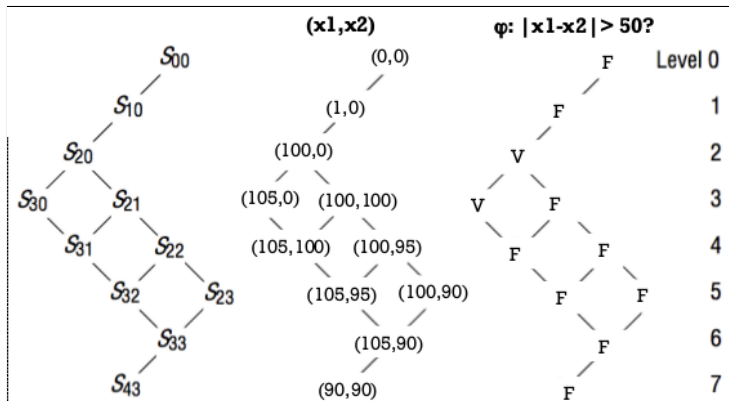
Red de estados globales

- **Linealización:** ruta entre estados
- **Posiblemente φ :** existe un estado consistente S a través del que pasa una linealización tal que $\varphi(S) = \text{Verdadero}$
- **Sin duda alguna φ :** existe un conjunto de estados consistentes S^* a través del que pasan todas las linealizaciones, tal que, para todo S en S^* , $\varphi(S) = \text{Verdadero}$



Depuración distribuida

Evaluación Instantánea de predicados



Depuración distribuida

Evaluación de predicados posiblemente

- Recorremos los estados alcanzables de cada estado inicial
 - Hasta que en algún momento alguno de los estados cumpla que $\varphi(S_i) = \text{Verdadero}$, o terminamos de recorrer la red.

```
Evaluar posiblemente  $\varphi$  para la red H de N procesos
L=0;    //Nivel de la red de estados
Estados={( $s^0_1, s^0_2 \dots s^0_N$ )}; //Estados del nivel L
mientras (  $\varphi(s_i) = \text{Falso}$  para todos los  $s_i$  en Estados)
    L=L+1;
    Alcanzable = { S' tal que S' es alcanzable en H desde
        algún S en Estados y nivel(S') = L };
    Estados = Alcanzable;
fin mientras
si L <= {nivel máximo de H}  salida "posiblemente  $\varphi$ ";
```


Depuración distribuida

Evaluación de predicados sin duda alguna

- Recorremos los estados alcanzables de cada estado inicial
 - Hasta que en algún momento **todos** los estados cumplan con el predicado $\varphi(S_i) = \text{Verdadero}$, o terminamos de recorrer la red.

```
Evaluar sin duda alguna  $\varphi$  para la red H de N procesos
L=0;
si ( $\varphi(s^0_1, s^0_2 \dots s^0_N)$ )  Estados={};
si no                        Estados={{ $(s^0_1, s^0_2 \dots s^0_N)$ }};
mientras (Estados != {})
    L=L+1;
    Alcanzable = { S' tal que S' es alcanzable en H desde
    algún S en Estados y nivel(S') = L };
    Estados = {S en Alcanzable con  $\varphi(S)=\text{Falso}$ };
fin mientras
salida "sin duda alguna  $\varphi$ ";
```

Depuración distribuida

Resumen

Consiste en

- Determinar el predicado que queremos evaluar
- Especificar un método para construir una red o historia de estados globales consistentes
 - Teniendo en cuenta el predicado para optimizar tráfico
- Evaluar si nuestro predicado se cumple en algún momento
 - **Si es posible**, se cumplirá para algunas linealizaciones
 - **Si es sin duda**, se cumplirá para todas las linealizaciones