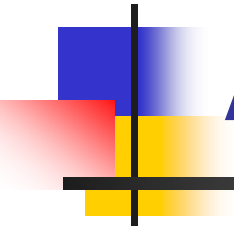
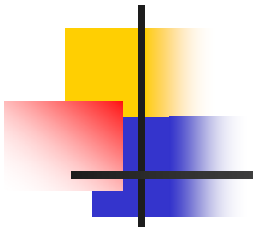


Agentes Móviles

Ingeniería del Software II

Curso 2008/2009

Sergio Ilarri Artigas
silarri@unizar.es



Índice

- Agentes vs. Objetos
- Caracterización de la Movilidad
- Agentes Móviles: definición, ventajas, aplicaciones
- Movilidad: Fuerte y Débil
- Plataformas de Agentes Móviles
- SPRINGS:
  - *Proxies* dinámicos
  - Problema de *Livelock*

¿Diferencia entre objeto y agente?

Agentes vs. Objetos (I)

Objects do it,
because
they are commanded to ...

Agents do it
for money ...

Fuente: Software Agent Technology, Summary Lecture, Heimo Laamanen, 2.5.2006

Agentes vs. Objetos (II)

- Ambos encapsulan el estado
- Los agentes, además, encapsulan un comportamiento
  - Los objetos no, dado que no tienen ningún control sobre la ejecución de sus métodos
- Obsérvese una diferencia importante:
  - *Invocamos* métodos de objetos
  - *Pedimos* a los agentes que ejecuten acciones

Agentes vs. Agentes Móviles

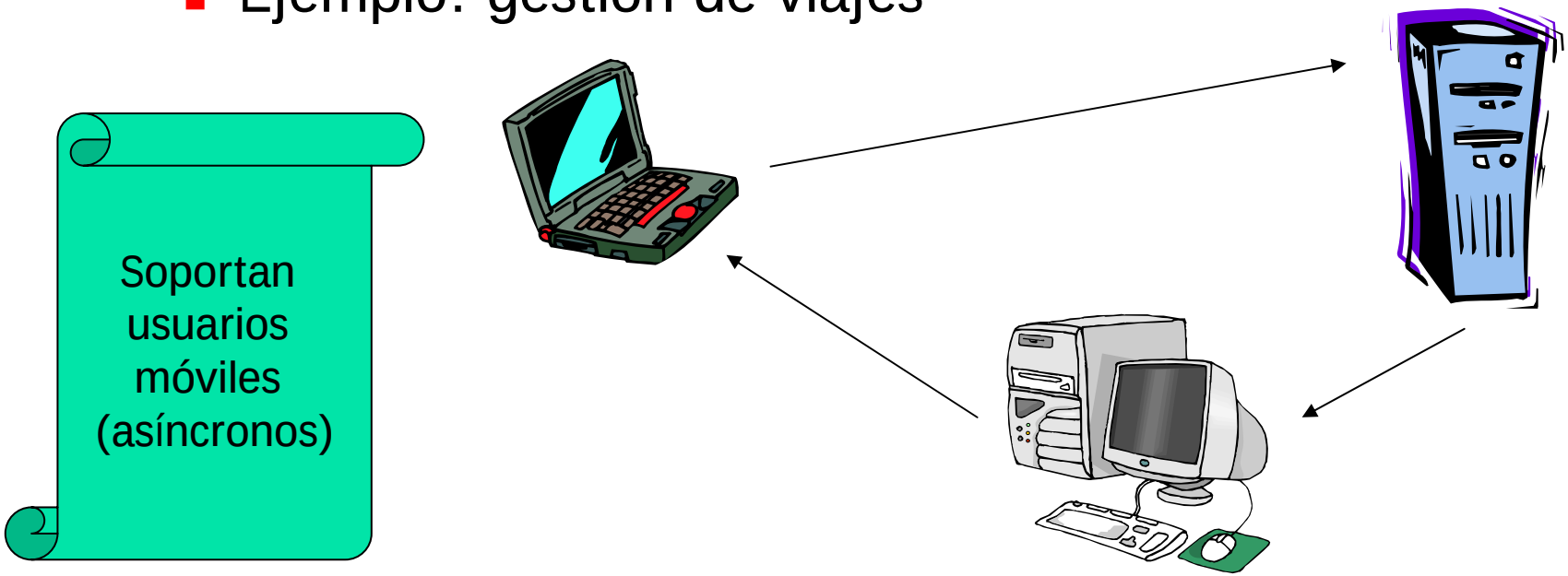
- Agentes:
  - Inteligencia artificial
  - Son “inteligentes”
  - Pueden moverse o no
- Agentes móviles:
  - Computación distribuida
  - Son móviles
  - Pueden ser inteligentes o no

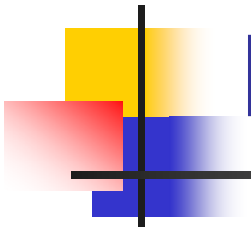
Conflicto y esperada reconciliación

Agentes Móviles: Definición

Agentes software:

- Se mueven de ordenador a ordenador
- A petición del usuario, autónomamente
- Ejemplo: gestión de viajes





Los Ancestros...

- Frente al paradigma clásico cliente/servidor, surge la idea de movilidad de código

- Código móvil:
  - Evaluación remota
  - Código bajo demanda
  - Procesos móviles

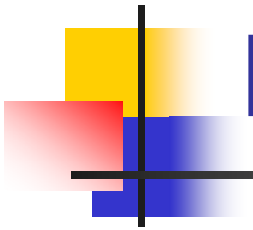
Paradigma Cliente/Servidor

- Aproximación clásica en sistemas distribuidos
- Cliente y servidor estáticos
- El cliente le pide algo al servidor
- El servidor lo hace y le devuelve al cliente un resultado
- Conceptos de lenguajes de programación:
  - *RPC*
  - *RMI*
  - *Servicios web*
- Frente a *C/S*, los agentes móviles
  - Paradigma de diseño alternativo
  - Paradigma de diseño complementario

Paradigma de Evaluación Remota

- *Remote Evaluation* (*REV*)
- Extiende la idea de *RPC*
- El cliente envía código al servidor para que lo ejecute
- Ejemplos:
  - El lenguaje *Postscript* para impresoras
  - El envío remoto de trabajos por lotes
  - *NCL* (*Network Command Language)*
  - *SQL* remoto

Paradigma de Código Bajo Demanda



- *Code-on-demand*
- También se envía código… pero del servidor al cliente
- Por tanto, se usan recursos del cliente
- Ejemplo: *applets* de *Java*

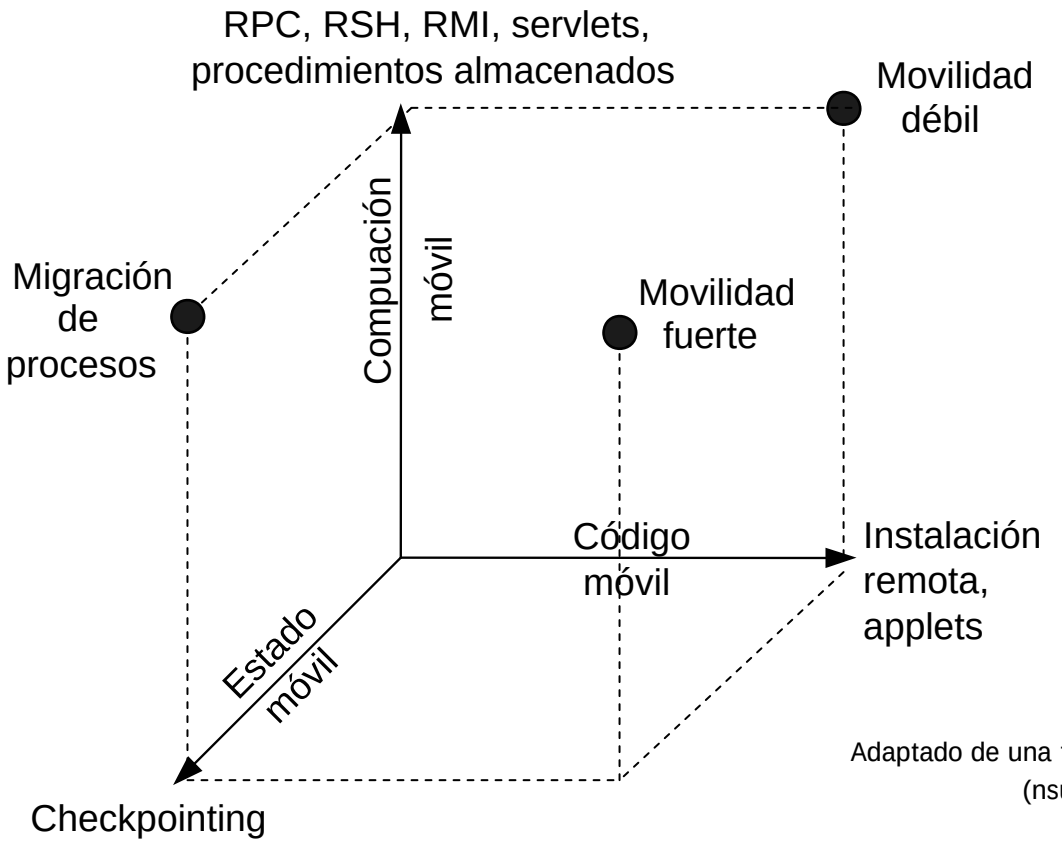
Procesos Móviles

- Área de los sistemas operativos distribuidos (finales de los 80)
- Migración de procesos para balancear carga
- Ejemplo: *Sprite*
- Ejemplo de técnica de implementación: *checkpointing*
  - *Imágenes periódicas*
  - *Envío de la imagen*

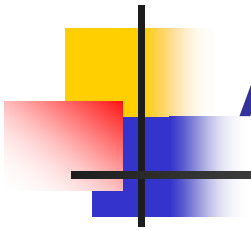
Procesos vs. Agentes Móviles

- Frente a los procesos móviles, los agentes móviles:
  - No sólo se mueven por balanceo de carga
    - Acceso a servicios
  - La migración no la inicia el *SO* o *middleware*
    - Agente autónomo
  - No sólo se mueven una vez
    - Migración multi-salto, itinerario

Caracterización de la Movilidad



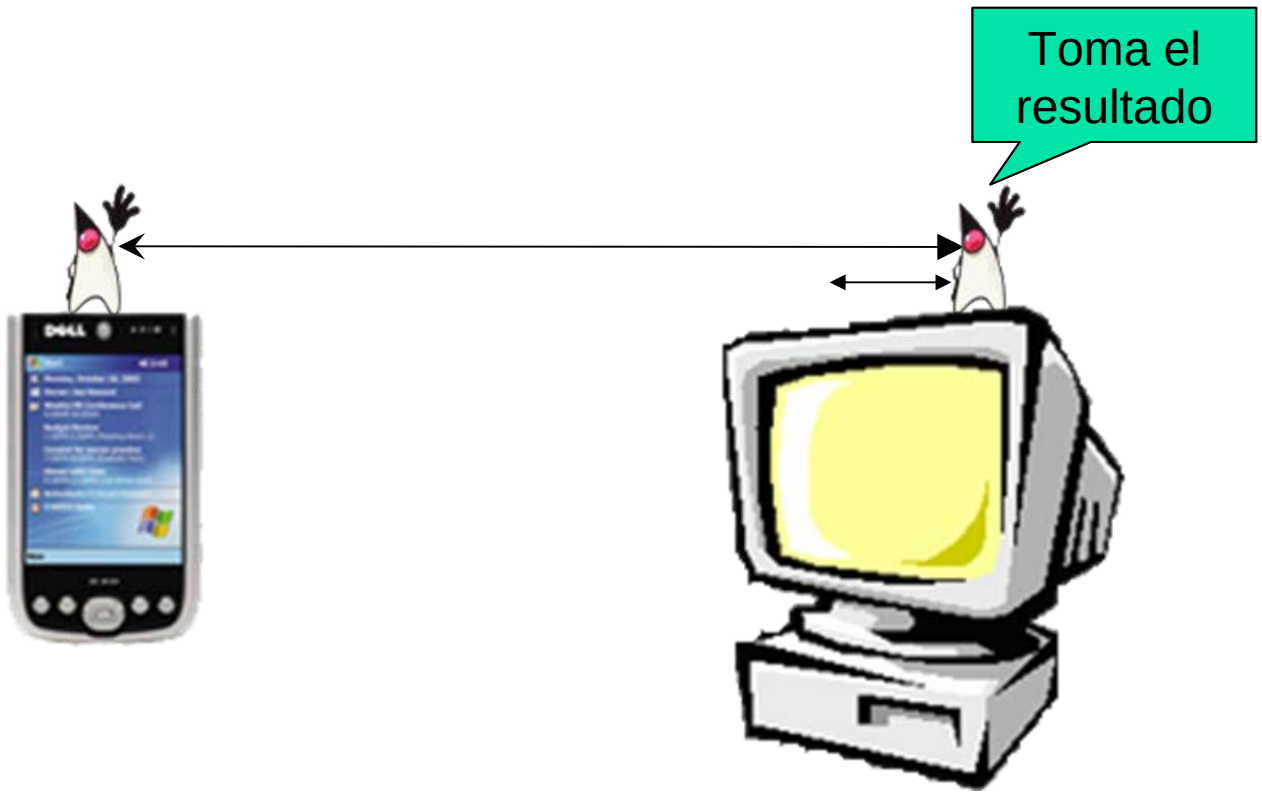
Adaptado de una transparencia de Niranjan Suri
(nsuri@ai.uwf.edu)



Agentes Móviles

- Programa que se ejecuta en un cierto contexto de ejecución o *place,* y viaja de *place* a *place*
  - Capaces de transportarse a sí mismos entre ordenadores
  - Necesita cierta infraestructura (plataforma de agentes)
  - Agentes móviles ≠ código móvil
- Alternativa a RPC/RMI, pero también es una tecnología complementaria

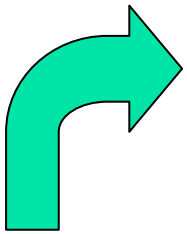
Una Alternativa a C/S



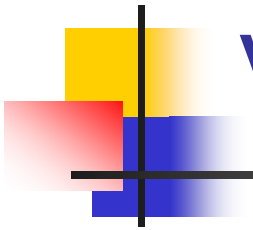
Los agentes móviles pueden reducir el uso de la red y la transferencia de datos

Características

- Algunas características interesantes de los agentes (móviles)
  - Autonomía: no/mínima interacción con el creador
  - Interoperabilidad: hardware, SO, etc.
  - Reactividad: cambios/eventos del entorno
  - Cooperación: objetivo común
  - “Inteligencia” (especialistas)
  - Movilidad



Agentes móviles en particular (sinergia)



Ventajas

- Evitan instalaciones innecesarias
- “Salvan” la latencia de red: comunicación local
- Encapsulan protocolos (bases de datos, etc.)
- Asíncronos/autónomos: desconexiones
- Adaptativos
- Reaccionar entorno
- Moverse: balanceado de carga, localidad datos
- Integración de sistemas heterogéneos
- Robustez/tolerancia a fallos
- Adaptación de *interfaces*

Campos de Aplicación (I)

- Algunos entornos donde se han utilizado:
  - Recuperación de información distribuida
  - Procesamiento paralelo
  - Asistente personal
  - Diseminación de información
  - *E-commerce*
  - Gestión de red
    - heterogeneidad, monitorización, personalización, enrutamiento
  - Aplicaciones de *worflow*
  - *Brokering*
  - Entornos distribuidos: entornos móviles, ubicuos, inteligentes, P2P, ...
  - ...

Campos de Aplicación (II)

- ¿Y la *killer application*?
  - ¿Cómo puede defenderse un lenguaje estructurado frente a un lenguaje ensamblador?

Agentes Móviles en Entornos Móviles

- Apropiados para computación inalámbrica:
  - Desconexiones:
    - Breve conexión: enviar agente a red fija
    - Antes de desconexión: coger agente de red fija
  - Descarga de trabajo del cliente
  - Contribuyen a limitar el uso de las comunicaciones inalámbricas:
    - Reducir los datos a intercambiar por el enlace inalámbrico
    - Evitar interacciones entre cliente y servidor
    - Sólo comunicar agente y resultado

Plataformas de Agentes Móviles

- Aglets
- Voyager
- Tryllian
- Grasshopper
- Jade, Tracy, Mole, SeMoa, ...
- Todas presentan problemas…
  - Por ejemplo, de escalabilidad y concurrencia
  - Por ello, desarrollamos SPRINGS

Movilidad: Cómo Funciona

- Los agentes móviles se crean en *places* y viajan entre *places*

- *moveTo(newHost)*
  - Se *interrumpe* la ejecución del *thread*
  - Se *serializa* el código, datos y (quizá) el estado de ejecución del agente (qué estaba ejecutando):
    - Movilidad fuerte y movilidad débil
  - El agente se reconstruye en el *place* destino y continúa su ejecución

Movilidad Fuerte

```
public class AgenteMovFuerte extends Agente
{
    public static void main(String[] args)
    {
        System.out.println("En ordenador origen");
        moveTo(destino);
        System.out.println("En ordenador destino");
    }
}
```

Dificultades:

-No es posible con Java estándar

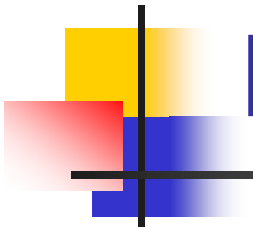
-No todos los recursos son móviles: múltiples *threads*, ficheros abiertos, etc.

Movilidad Débil (Voyager)

```
public class AgenteMovDebil extends Agent {
   public void metodoDestino (Object init) {
      System.out.println ("En ordenador destino");
   }
   public void move(String destino) {
      Iagent proxy = Agent.of(this);
      System.out.println ("En ordenador origen");
      proxy.moveTo(destino, "metodoDestino");
   }
}

public static void main(String[] args) {
   Voyager.startup("8000");
   String serverClass = "AgenteMovDebil";
   AgenteMovDebil ag = new AgenteMovDebil();
   ag.move("tcp://fargo.sdsu.edu:8000");
}
```

Callback



Movilidad Fuerte vs. Débil

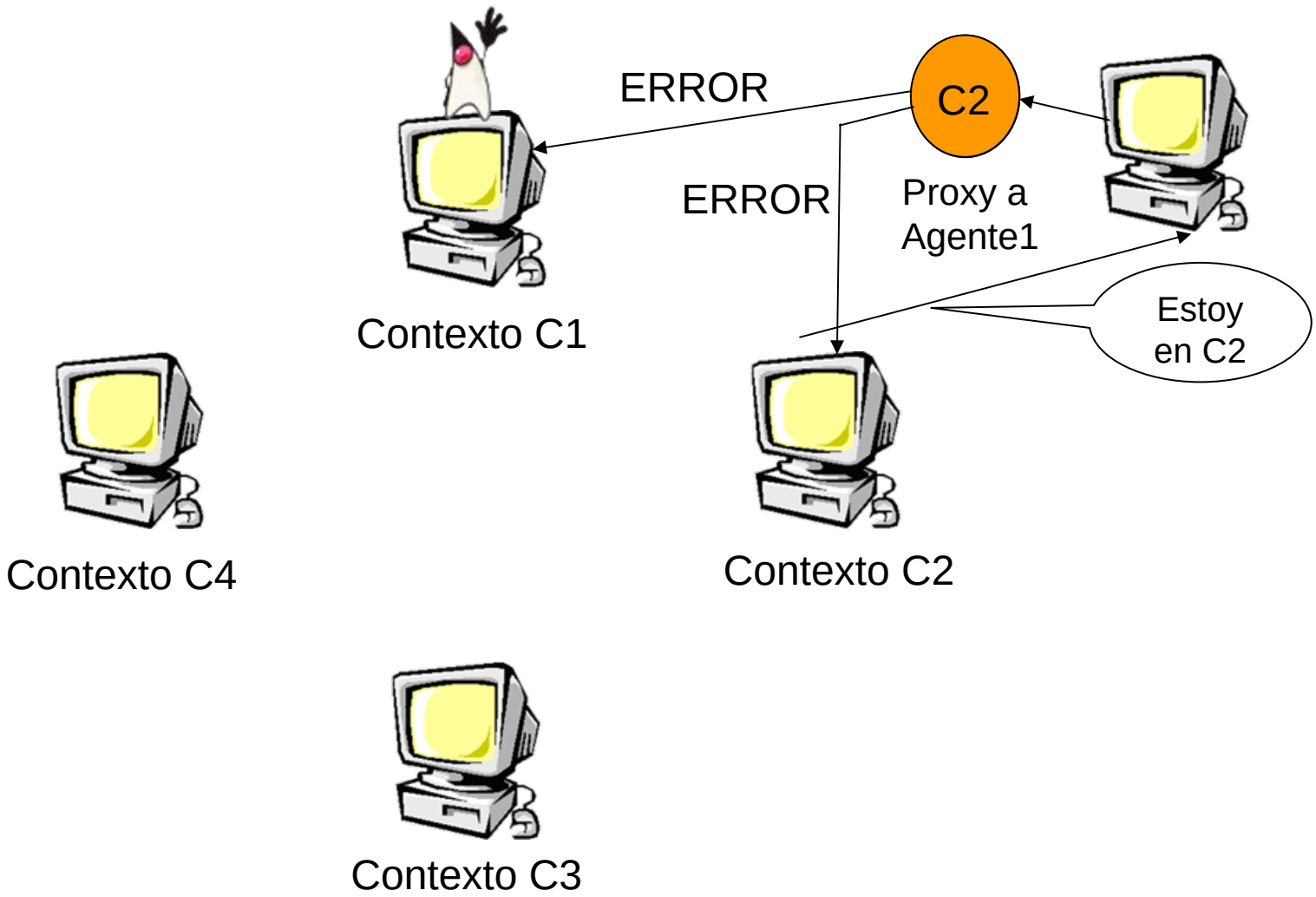
- Movilidad débil
  - No se transfiere el estado de ejecución
  - En destino, se ejecuta siempre un método predefinido o un método *callback* especificado por el programador
  - El programador guarda y restaura el estado de ejecución
- Movilidad fuerte
  - Se transfiere el estado de ejecución
  - Plataformas basadas en lenguajes de script
  - Plataformas basadas en Java:
    - Preprocesado para cambiar el código y capturar “a mano” el estado
    - Modificaciones a la máquina virtual de Java

SPRINGS

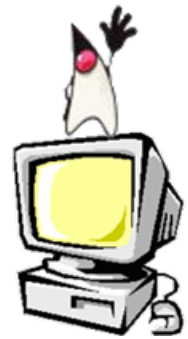
- Escalable, mucho mejor rendimiento (3000 agentes en *test* exigente)
- Transparencia de localización:
  - Llamadas: proxies dinámicos
    - *callAgentMethod("MovingAgentExample","go" args);*
  - Movimientos: *callbacks*
    - *moveTo("C2","end");*
- Reintentos automáticos
- Prevención de *livelock*

http://sid.cps.unizar.es/SPRINGS/

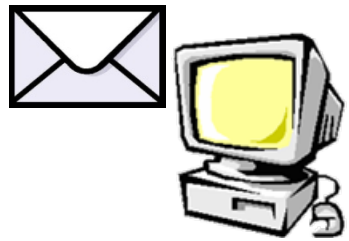
Problema de *Livelock*



Problema de *Livelock*



Contexto C1



Contexto C4

Contexto C2

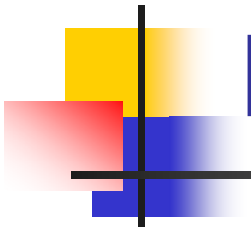
Contexto C3

En SPRINGS

-Primero se actualizan los proxies, luego se renuda el agente
-Se retardan agentes muy rápidos

Referencias

- *Seven Good Reasons for Mobile Agents*, Danny B. Lange and Mitsuru Oshima, Communications of the ACM, Volume 42 , Issue 3 (March 1999), pp. 88-89, ACM Press, ISSN:0001-0782, 1999
- *Wireless Computational Models: Mobile Agents to the Rescue*, C. Spyrou, G. Samaras, E. Pitoura, and P. Evripidou, DEXA99 International Workshop on Mobility in Databases and Distributed Systems, August 1999, pp 428-433, IEEE Computer Society
- *SPRINGS: A Scalable Platform for Highly Mobile Agents in Distributed Computing Environments*, S. Ilarri, R. Trillo and E. Mena, 4th International WoWMoM 2006 workshop on Mobile Distributed Computing (MDC'06), Buffalo, New York (USA), IEEE Computer Society, ISBN 0-7695-2593-8, pp. 633-637, June 2006
- *Mobile Agents: Basic Concepts, Mobility Models, and the Tracy Toolkit*, Peter Braun and Wilhelm R. Rossak, Morgan Kaufmann Pub., 464 pages, ISBN *1558608176*
- *Comparison and Performance Evaluation of Mobile Agent Platforms*, R. Trillo, S. Ilarri and E. Mena, The Third International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS'07), Athens, Greece, IEEE Computer Society, ISBN 978-0-7695-2859-5, June 2007.



Fin

Gracias por vuestra atención