



Sistemas Distribuidos

Sistemas Distribuidos

Introducción

Sistema distribuido (SD)

Procesadores conectados por una red:
- Recursos compartidos
- Fácilmente acoplado
- Modelo de control común
- E/S asociados a cada procesador
- Independientes de componentes del SD
- Heterogéneo

Característica: Software de sistema del SD
- Sistemas Operativos Distribuidos
- Software que oculta la complejidad hardware de un SD
- Visión de sistema único (*Single System Image*)
- Computación distribuida
- Ejecución de una aplicación en un SD

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Contenido del tema

- Definición de sistema distribuido.
- Ventajas y desventajas de los sistemas distribuidos.
- Modelos de computación distribuida.
- Objetivos de un sistema distribuido.
- Arquitectura software de los sistemas distribuidos.
 - Sistemas operativos distribuidos versus *Middlewares*.
- Componentes de un sistema distribuido.

Ventajas de los Sistemas Distribuidos

- Economía: Buena relación rendimiento/coste
 - Avances en tecnología de microprocesadores y redes de área local.
- Alto rendimiento: Procesamiento paralelo.
- Soporte de aplicaciones inherentemente distribuidas.
 - Por ejemplo: empresa distribuida geográficamente
- Capacidad de crecimiento: Escalabilidad.
- Fiabilidad y disponibilidad: Tolerancia a fallos.
- Carácter abierto y heterogéneo:
 - Estándares de interoperabilidad.
- Compartir recursos y datos.



ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70
 CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

buidos

de los Sistemas Distribuidos

n nuevo tipo de software:
 a un acuerdo sobre cómo debe ser.
 ección introduce nuevos problemas:
 nsajes y saturación.
 e provocar que al recibir un dato ya esté obsoleto.
 lemento crítico.
 nfidencialidad
 nativa de SD:
*istribuido es aquél en el que no puedes trabajar con tu
 l fallo de otra máquina que ni siquiera sabías que
 ort)*

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

de los Sistemas Distribuidos

esariales: redes corporativas e *intranets*.
 clásicos *mainframes*.
 "formación distribuido"
 mputación de altas prestaciones:
 o paralelo, alternativa a costosos *supercomputadores*.
 mputación distribuido"
 ta disponibilidad y rendimiento.
 uidos de gestión de bases de datos
 ultimedia.
 riales distribuidos y aplicaciones de control.
 rme sistema distribuido.
 óviles, electrodomésticos, edificios, ...

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Fallacies of Distributed Computing

- *The network is reliable.*
 - *Latency is zero.*
 - *Bandwidth is infinite.*
 - *The network is secure.*
 - *Topology doesn't change.*
 - *There is one administrator.*
 - *Transport cost is zero.*
 - *The network is homogeneous.*
-
- 7 primeras propuestas en 1994 por Peter Deutsch (Sun)
 - Octava por James Gosling (Java/Sun) en 1996

Sistemas Distribuidos
 5 Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Modelos de computación distribuida

- *Cluster Computing*
- *Utility Computing*
- *Grid Computing*
- *Volunteer Computing*
- *Cloud Computing*
- *Autonomic Computing*
- *Mobile (Nomadic) Computing*
- *Ubiquitous (Pervasive) Computing*

Definiciones no excluyentes y, en algunos casos, sin acuerdo general

Sistemas Distribuidos
 7 Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Utility Computing

- Computación como otra empresa de servicio público
 - "Alquiler" de recursos computacionales externos
 - Demanda dinámica basada en necesidades puntuales
 - *On-demand Computing*
- Define un modelo de trabajo más que una plataforma
 - Aunque la solución natural es algún tipo de SD
 - Sistemas de computación *grid* o *cloud*
- No es una idea nueva: John McCarthy (1961)
 - "*Computing may someday be organized as a public utility just as the telephone system is a public utility.*"
- Uso habitual de virtualización
- Problema de la tarificación

Sistemas Distribuidos 9 Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Volunteer Computing

- SD formado por recursos donados por usuarios a proyectos
 - Normalmente, ciclos de procesador y espacio de almacenamiento
 - Carácter altruista (Folding@home, SETI@home)
- Similar a computación *grid*
 - Dinámico, recursos no dedicados, dispersión geográfica, ...
- Pero con diferencias:
 - Implica individuos, no organizaciones
 - Asimetría de roles: usuario-proyecto
 - Simetría del *grid*: organización-organización
 - Mayores problema de seguridad
 - Usuarios anónimos

Sistemas Distribuidos 11 Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Cluster Computing

ejecutar una aplicación buscando recursos y/o alta disponibilidad.
 varias aplicaciones mediante partición
 supercomputadores con mejor calidad/precio

casos usuales:
 - acoplado que SD general
 - dispersión geográfica
 - alta velocidad

se pueden usar sistemas heterogéneos y virtualización
 - componentes hardware estándar
 - software más relevantes:
 - desarrollo de aplicaciones paralelas
 - muchos trabajos

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Grid Computing

concepto inspirado en *power grid*
 - *cluster computing* a mayor escala:
 - mayor dispersión geográfica
 - heterogéneo acoplamiento
 - distribuido en varios dominios de administración
 - desde departamentales hasta intercorporativos
 - "virtual" sobre máquinas de varias organizaciones
 - recursos no dedicados
 - uso de SD de cada organización
 - heterogéneos (virtualización)
 - muchos recursos

casos más relevantes:
 - recursos de varias organizaciones sin un control central
 - sistemas abiertos

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

-- --

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



buidos

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



buidos

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70
 CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Cloud Computing

¿SW ofrecidos como servicio (¿de pago?)
 escalados y dinámicamente escalables
 ¿cómo en la evolución *grid-utility* basada en Internet
 ¿para una demanda frecuente de Internet

Aspectos:

- ¿Elasticidad a Service (ej. *Amazon Elastic Compute Clouds, EC2*)
- ¿Distribución de recursos HW virtuales según necesite cliente
- ¿Cloud Service (ej. *Google App Engine*)
- ¿Entorno de desarrollo
- ¿Cloud Service (ej. *Google Apps*)
- ¿Aplicaciones de interés
- ¿Compatibilidad *cloud* y *grid*?
- ¿Aspectos sociales
- ¿Impacto hacia la globalización? ¿Mayor pérdida de privacidad?

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Mobile Computing

Dispositivos portátiles con acceso remoto
 ¿de dispositivos portátiles y redes inalámbricas
 ¿cómo en su organización mientras viaja

Aspectos a considerar:

- ¿Cómo en los recursos del dispositivo
- ¿Consumo de energía del dispositivo
- ¿Carga variable
- ¿Estado
- ¿Cómo poder trabajar sin conexión
- ¿Cómo darse, "reconciliación" entre info. en dispositivo y en SD
- ¿Cómo ser automática o manual
- ¿Cómo amenazas a la seguridad y privacidad

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Autonomic Computing

- Sistemas cada vez más complejos: necesidad de autogestión
 - Iniciativa de IBM aplicable especialmente a SD
 - Inspirado por sistema nervioso autónomo
- 4 áreas funcionales:
 - Auto-configuración
 - Auto-reparación
 - Auto-optimización
 - Auto-protección
- 5 niveles evolutivos de implantación:
 - Desde gestión manual de componentes aislados
 - Hasta gestión automatizada del sistema en su integridad
 - Uso de bucle de control cerrado (con realimentación)

Sistemas Distribuidos 13
 Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Ubiquitous Computing

- Computadores omnipresentes incluidos en todo tipo de objetos
- SD formado por los dispositivos de cómputo en un ámbito
- Aspectos a considerar
 - Sistema dinámico: componentes (des)aparecen y se mueven
 - *Spontaneous Networking*
 - Localización de dispositivos/usuarios
 - *Wearable Computing*
 - *Context-aware Computing*
- Escenarios de ejemplo
 - Imprimir fotos al llegar a un hotel
 - Visita guiada a un museo

Sistemas Distribuidos 15
 Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña



buidos

de un Sistema Distribuido

recimiento

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Rendimiento

un servicio multiusuario:
- Rendimiento no peor que un sistema centralizado
- Escalabilidad para la ejecución paralela de aplicaciones:
- Rendimiento proporcional a procesadores empleados

...
- Cachés de caché
- Muchos accesos se hagan localmente
- Cachés de replicación
- Comunicación entre componentes replicados
- Costes: Coste de mantener la coherencia

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Transparencia

Existen varios perfiles de transparencia:

- **Acceso:** Manera de acceder a recurso local igual que a remoto.
- **Posición:** Se accede a los recursos sin conocer su localización.
- **Migración:** Recursos pueden migrar sin afectar a los usuarios.
- **Concurrencia:** Acceso concurrente no afecta a los usuarios.
- **Replicación:** La existencia de réplicas no afecta a los usuarios.
- **Fallos:** La ocurrencia de fallos no afecta a los usuarios.
- **Crecimiento:** El crecimiento del sistema no afecta a los usuarios.
- **Heterogeneidad:**Carácter heterogéneo no afecta a los usuarios.

- No siempre se puede conseguir
- Ni siempre es buena:
 - Diseñadores de Java RMI consideran que la invocación de métodos remota no debe ser exactamente igual que la local
 - "A Note on Distributed Computing", Jim Waldo, 1994

Sistemas Distribuidos 17
Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Capacidad de crecimiento

Diseño de un sistema distribuido **debe evitar** "cuellos de botella":

- Componentes centralizados
- Tablas centralizadas
- Algoritmos centralizados

Estrategias:

- Reparto de estructuras de datos entre varios nodos.
- Replicación y caché
- Realización de parte del procesamiento en los nodos cliente.

Características deseables en un algoritmo distribuido:

- Ninguna máquina tiene información completa del estado del sistema
- Las decisiones se basan sólo en información disponible localmente
- El fallo de una máquina no debe invalidar el algoritmo
- No debe asumir la existencia de un reloj global

Sistemas Distribuidos 19
Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez



buidos

Carácter abierto

... servicios, protocolos, etc. publicados y estándares de interoperación con otros sistemas abiertos. ... creación de aplicaciones a/desde otros SD abiertos para cambiar y extender el SD. ... heterogeneidad de HW, SO, lenguajes, ...

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

... de sistema de los SD

... una con m. compartida no válido para SD. ... mente acoplado sobre HW fuertemente acoplado. ... as: "Sistemas Operativos de Red" ... tivo convencional + utilidades de red. ... comunicación para acceso a recursos. ... una copia de SO (posiblemente distinto). ... mente acoplado sobre HW débilmente acoplado. ... tema de SD debería hacer que: ... cibran como sistema centralizado (*single system view*). ... mente acoplado sobre HW débilmente acoplado. ... as software alternativas: ... sistivos Distribuidos

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Fiabilidad

- Teóricamente: OR-lógico de sus componentes.
- Sin embargo, a veces: AND-lógico de varios componentes.
- Evitar componentes críticos (punto único de fallo).
- Uso de replicación activa o pasiva
 - Mantenimiento de coherencia entre réplicas
- Operación correcta en sistema particionado por error de red
 - "Reconciliación" al reintegrarse

Sistemas Distribuidos
21

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Sistemas Operativos Distribuidos (SOD)

- Una copia del mismo SO en cada procesador
- Necesidad de desarrollar nuevos conceptos
- Algunos ejemplos de esta problemática específica:
 - ¿Cómo lograr exclusión mutua sin memoria compartida?
 - ¿Cómo tratar los interbloqueos sin un estado global?
 - Planificación de procesos: Cada copia del sistema operativo tiene su cola de planificación (migración de procesos).
 - ¿Cómo crear un árbol de ficheros único?
 - Implicaciones de no reloj único, presencia de fallos o heterogeneidad.
- SOD revolución: ¿tiramos a la basura nuestros SSOO viejos?
- Mejor evolución: *middleware*.

Sistemas Distribuidos
23

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70



ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

Middleware

ware que ejecuta sobre el sistema operativo local
 os servicios distribuidos estandarizados.
 o independiente del fabricante.
 el hardware y sistema operativo subyacente.

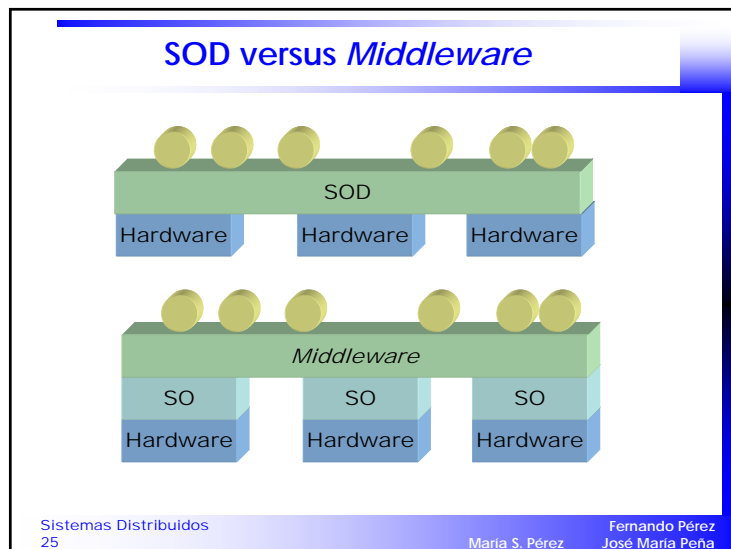
roup).
).

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

es de un Sistema Distribuido

emario
 omunicación.
 mbres.
 cheros distribuidos.
 cesos.
 partida distribuida.
 ncronización y coordinación.

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña



Servicios de comunicación

- Arquitecturas de comunicación:
 - Cliente/servidor
 - Editor/subscriptor
 - *Peer-to-peer*
 - Arquitecturas para computación distribuida (p.e. maestro/trabajador)
- Tecnologías de comunicación:
 - Paso de mensajes (*sockets*)
 - Llamada a procedimientos remotos (RPC).
 - Invocación de métodos remotos (RMI).
 - Tecnologías de objetos distribuidos (CORBA).
 - Servicios web.

Sistemas Distribuidos
 27

Fernando Pérez
 María S. Pérez José María Peña

Sistemas de Ficheros Distribuidos

- Estructura de un SFD
- Resolución de nombres
- Acceso a los datos
- Gestión de cache
- Gestión de cerrojos
- NFS, AFS y Coda
- Sistemas de ficheros paralelos

Sistemas Distribuidos
29

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Memoria Compartida Distribuida (DSM)

- Concepto:
 - Memoria físicamente privada pero lógicamente compartida.
- Estrategias de implementación:
 - Basada en páginas.
 - Basada en variables compartidas.
- Aspectos de diseño de DSM
- Modelos de coherencia
- DSM basada en espacios de tuplas

Sistemas Distribuidos
31

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

buidos

Servicio de nombres

el espacio de nombres
aplicación del espacio de nombres

ectorio

cubrimiento

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

Gestión de procesos

de la carga:
CPU.
otros recursos (Memoria)

asignación de procesadores a procesos:
ya dónde.

procesos:

terna.

lobal.

ocesos

carga.

nto de máquinas inactivas.

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ist

buidos



ización y Coordinación

ceptos de:

- ornos distribuidos: Sincronización de relojes y relojes
- / Paralelismo: Exclusión mutua e interbloqueos.
- tribuidos: Elección de líder, consenso, ...
- .: Propiedades ACID, modelos de *commit rollback*.

servicios:

- entificación.
- abilidad.
- es.

Fernando Pérez
José María Peña
María S. Pérez

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70