Tema 1: Introducción

Definiciones, objetivos, dificultades

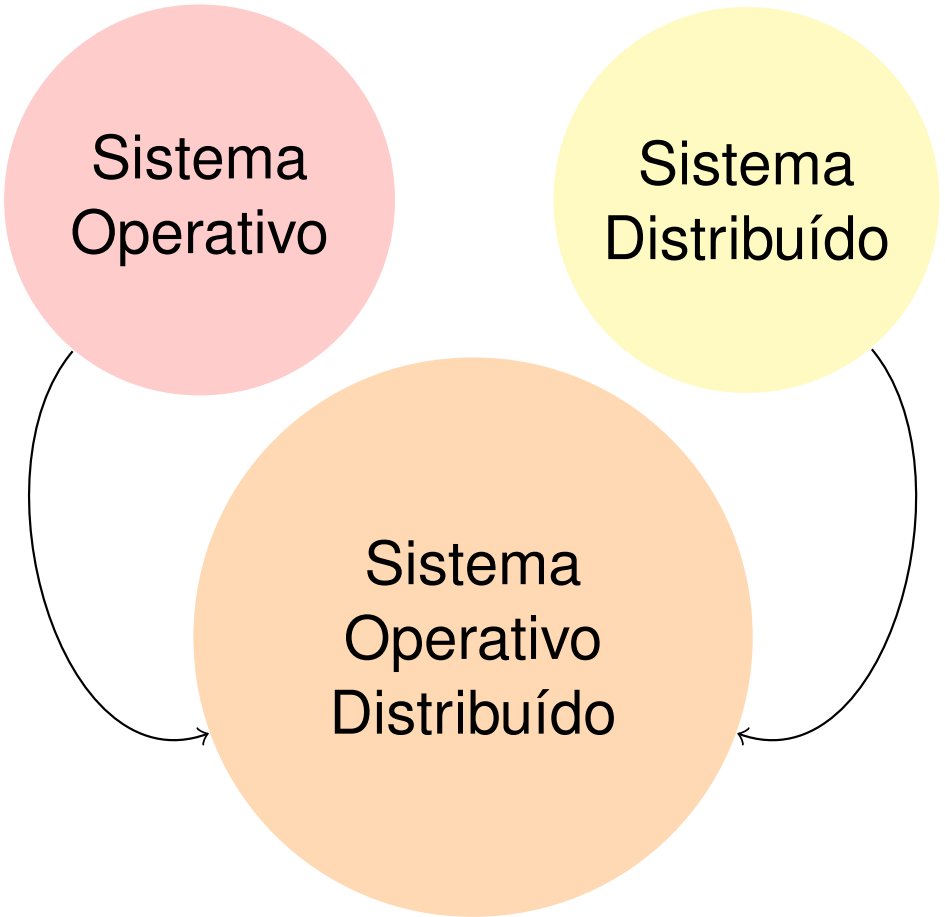
Jose Luis Díaz

Curso 2011-2012

Contenidos

Esquema

¿Qué es un sistema operativo distribuído?



Sistema Operativo

Es un *software* que

- Gestiona los recursos de un computador
- Proporciona al usuario (o programador) una visión de «alto nivel»

Sistema Distribuído

Definición de Tanenbaum

«Conjunto de computadores independientes que ante los usuarios del sistema parecen un solo computador»

Definición de Colouris

«Conjunto de computadores autónomos, unidos por una red, que ejecutan un software diseñado para dar una utilidad computacional integrada»

Definición de Lamport

«Sabes que estás ante uno cuando la avería en un computador del que nunca habías oído hablar, te impide trabajar con el tuyo»

Sistema Distribuído

Nuestra definición

- Varios ordenadores independientes
- Una red que los une
- Una *capa software* que permite la comunicación de datos entre procesos en diferentes máquinas
- Una aplicación o conjunto de aplicaciones que usa estos recursos de forma coordinada para resolver un problema o proporcionar una utilidad

Conclusión

Sistema Operativo Distribuído

Es un *software* que

- Gestiona los recursos de un *Sistema Distribuido*
- Proporciona al usuario (o programador) una visión de alto nivel del sistema distribuído

Idealmente

- Hace que el sistema aparezca ante el usuario como un solo computador

Como mínimo simplifica la creación de aplicaciones distribuídas

Ejemplos

Ya que la definición es muy amplia, existen muchas posibilidades, muy dispares entre sí.

- *Clusters*
- *Intranets*
- *Grid Computing*
- Redes *peer to peer* (p2p)
- Internet y el WWW

Clusters

Son un conjunto de computadores, generalmente homogeneo, dedicado una tarea muy específica.
Coordinador central asigna el trabajo

Ejemplo

Google™

- **Objetivo:** Almacenar una copia de la web y realizar búsquedas rápidas en ella.
- **Arquitectura:** 600 000 PCs de gama alta
  ¡En 1999 eran solo unos pocos *Pentium II*!

Intranet

Red interna a una empresa que utiliza los mismos protocolos (y el mismo *software*) que el que se usa en *internet*.
Típicamente permite compartir información y otros recursos a los trabajadores de la empresa, como

- Documentos
- Bases de datos
- Impresoras
- Programas
- etc.

Grid Computing

Intento de utilizar los recursos computacionales poco usados de un conjunto de computadores
No hay *coordinador central*

Ejemplo

- **Objetivo:** Estudiar la forma en que se pliegan las proteínas (innumerables aplicaciones médicas).
- **Recursos:** CPUs o incluso GPUs de voluntarios, mientras no están haciendo otra cosa.

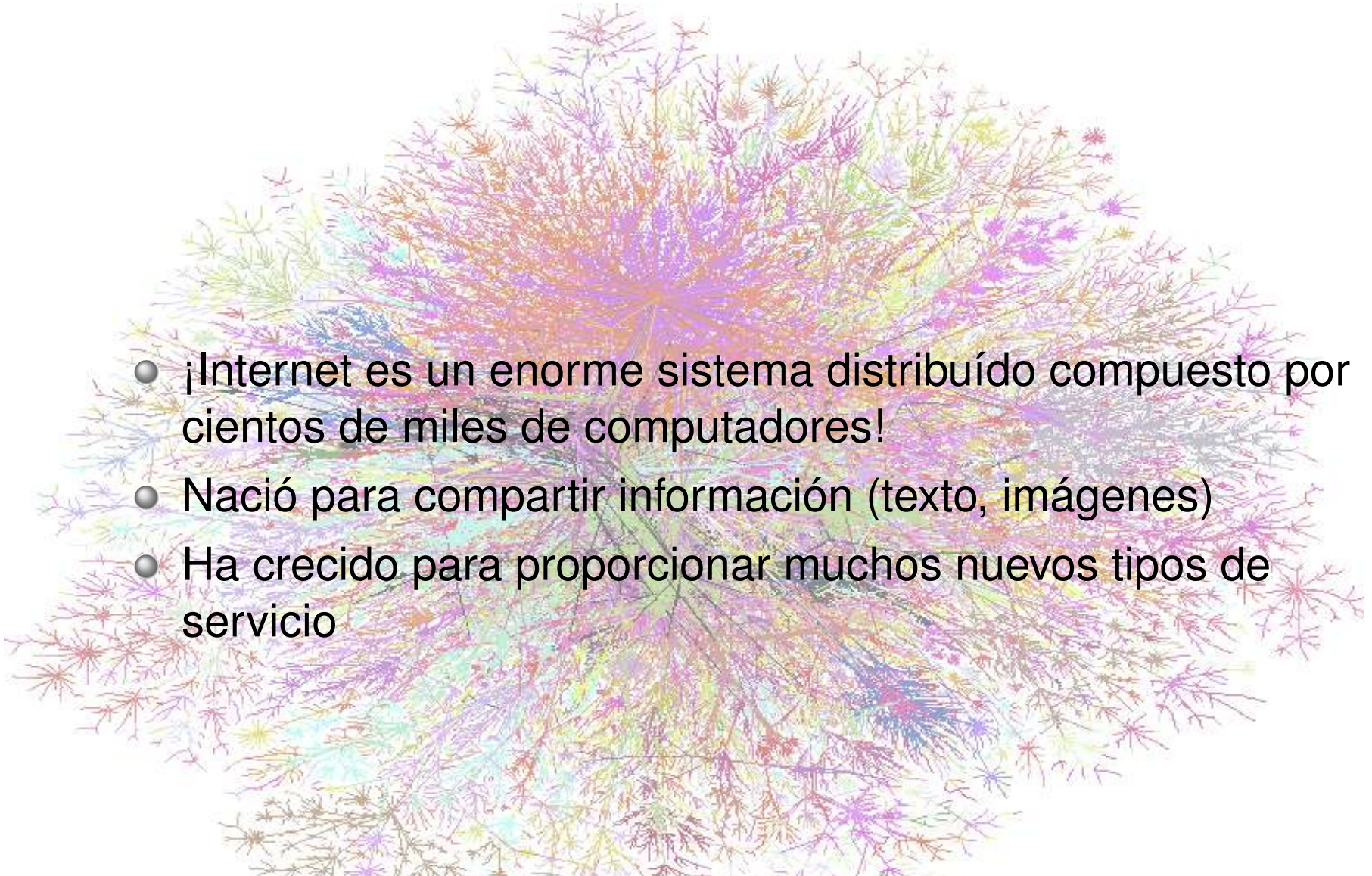
Redes *peer to peer* (P2P)

Concepto análogo al de *grid computing*, pero intentando además aprovechar recursos de almacenamiento.
Especial hincapié en aspectos como robustez, anonimato, ...

Ejemplos

- Los sistemas P2P más populares son los de intercambio de archivos.
- Concebidos para compartir información científica o distribuir rápidamente nuevas versiones de programas libres.
- Usados en cambio para compartir material protegido por *copyright*.
- También existen P2P para “donar” CPU

Internet



- ¡Internet es un enorme sistema distribuído compuesto por cientos de miles de computadores!
- Nació para compartir información (texto, imágenes)
- Ha crecido para proporcionar muchos nuevos tipos de servicio

Esquema

Ventajas

- En ocasiones, los propios recursos están distribuídos.
- O la naturaleza del trabajo exige compartir datos.
- Precio: Un conjunto de PCs suele ser más barato que un *mainframe* con una potencia equivalente.
- Escalabilidad. Si el sistema se queda pequeño, se puede ampliar agregando componentes.
- Más potencia: la potencia de un único computador está limitada.
- Tolerancia a fallos. Si se diseña convenientemente, un fallo en una de sus partes puede no afectar al conjunto.

Desventajas

- Complejidad del *software*
- La red puede ser un cuello de botella
- Seguridad: si la red es accesible, también pueden serlo los datos, incluso los que deberían ser privados o secretos

Objetivos

(O retos, según se mire)

La construcción de un sistema distribuído plantea importantes retos al programador. No obstante son objetivos deseables para el sistema. Algunos de ellos son:

- Transparencia
- Heterogeneidad
- Fiabilidad
- Escalabilidad
- Flexibilidad
- Seguridad

Transparencia

El objetivo máximo de la transparencia es lograr que el usuario no perciba que está trabajando con varias máquinas.

Hay varios niveles de transparencia:

- Localización.
- Replicación.
- Concurrencia.
- Paralelismo.
- Migración.
- Fallos.

Ejemplo de transparencia

Al acceder a Google, no sabemos si es un solo supercomputador con toda su base de datos en un disco, o son 150000 PCs colaborando entre sí.

Ejemplo de NO transparencia

Al compartir una carpeta desde Windows (montar una *unidad de red*), hay que saber el nombre de la máquina que la comparte.
Una vez montada, la unidad parece un disco local (transparencia).
Pero el usuario sabe que cada vez que accede a esa unidad, en realidad está accediendo a otra máquina.
Si un archivo que estaba en el disco compartido se mueve a otra máquina, el usuario lo notará.

Heterogeneidad

Los componentes de un sistema distribuído pueden ser muy diferentes unos de otros. Esta heterogeneidad afecta a:

- **Redes**: Cable, inalámbrica, fibra óptica, satélite, teléfono...
- **Hardware de computadores**: PC, Macintosh, *mainframes*, teléfonos móviles, PDAs...
- **Sistemas operativos**: Windows, Linux, Unix, Mac OS X, PalmOS...
- **Lenguajes de programación**: C, C++, C#, Java, Perl...
- **Diferentes programadores**: deben ponerse de acuerdo en un protocolo, para que sus programas puedan comunicarse.

Fiabilidad

El desarrollador debe tener siempre presente que cualquier parte del sistema puede fallar. Esto plantea varias cuestiones:

- **Detección**: ¿puede saberse si se ha producido un fallo?
- **Corrección**: ¿qué hacer si se detecta un fallo?
- **Previsión**: ¿qué medidas pueden tomarse de antemano previendo que habrá fallos?
  - No centralizar.
  - Posibilidad de recuperación: que una máquina pueda volver al estado en que estaba cuando cayó.
  - Redundancia: varias copias de la información, o del hardware.
  - La redundancia plantea un nuevo problema: coherencia.

Escalabilidad

La escalabilidad hace referencia a la capacidad de crecer del sistema.
Para que un sistema sea escalable debe prestar atención a:

- Prever desbordamientos de recursos software. Ejemplo, el número de bits destinado a almacenar una cantidad, que puede crecer.
- Evitar cuellos de botella debidos a recursos centralizados.
- Escalabilidad de los algoritmos. Cuando el número de datos aumenta al doble, el tiempo de una búsqueda aumentará más del doble.
- Escalabilidad del hardware. Sería deseable que al duplicar el hardware, se dupliquen las prestaciones.

Fexibilidad

La **flexibilidad** es la capacidad de incorporar extensiones en la funcionalidad del sistema.

Ejemplo: WWW

- Función inicial: servir documentos
- Extensiones:
  - Otros tipos de información
  - Aplicaciones más “interactivas”
  - Servicios Web
  - Lo que está por venir...

La clave es el uso de **sistemas abiertos**

- Basados en estándares (contrapuesto a “tecnología propietaria”)
- Interfaces públicos
- Código fuente disponible
- Regulado por organizaciones y no por fabricantes

Seguridad

La red de comunicaciones puede estar expuesta a terceros (ej: Internet). Esto plantea problemas de seguridad:

- Obtención no autorizada de información
- Modificación no autorizada de información
- Suplantación de personalidad (falsificación)
- Ataques “vandálicos” a los servidores (*Denial Of Service*)
- Troyanos en el código móvil
- etc...

La solución pasa por el uso de *técnicas criptográficas*.

Esquema

Arquitectura *software*

Para cumplir con todos o alguno de los objetivos anteriores, un sistema distribuido necesitará varios componentes (o servicios) que interactúan entre sí

- Servicios de comunicación
- Sistemas de ficheros
- Servicios de nombrado
- Servicios de sincronización y coordinación
- Servicios de seguridad
- Gestión de procesos
- Memoria compartida distribuída

Servicios de comunicación

- Un proceso en una máquina necesitará comunicarse con otros procesos en otras máquinas.
- Hay diferentes tecnologías para lograrlo
  - Envío directo del mensaje por un *socket* (bajo nivel)
  - Llamadas a procedimientos remotos
  - Invocación remota de objetos
  - Servicios Web
- Cada proceso que se comunica puede jugar un rol
  - Cliente / Servidor
  - Redes entre iguales (P2P)

Dedicaremos gran parte del curso a este apartado

Sistemas de archivos

- Un archivo (o fichero) es una abstracción conveniente para el programador o el usuario. Es un nombre asignado a una colección de datos.
- Incluso en sistemas no distribuidos, un archivo no existe “realmente”: es un conjunto de sectores dispersos por el disco
- En un sistema distribuido el archivo podría estar disperso por diferentes discos
- Un sistema de archivos distribuido sería una capa de *software* que permite al programador y al usuario “abrir ficheros” para leerlos o escribirlos, aunque los ficheros no estén en la máquina local
- La forma de usar los archivos remotos debería ser la misma que para los archivos locales (transparencia)

Servicios de nombrado

- Para usar un recurso, el usuario debe conocer su nombre
- Es necesario inventar una forma de asignar nombres, que evite duplicidades
- A la vez, el nombre de un recurso no debería depender de la máquina que lo posee (transparencia).
- Es necesario un servicio que, a partir del nombre, encuentre el objeto (lo asocie con una máquina concreta): **servidor de nombres**
- El servicio servidor de nombres podría ser un cuello de botella

Servicios de nombrado. Ejemplo

Ejemplo: DNS

- El sistema de nombrado en Internet se denomina DNS
- El usuario identifica las máquinas por nombres como "`www.uniovi.es`"
- Pero el protocolo de internet los identifica por un número como `156.35.33.99` (dirección IP)
- El servicio DNS asocia nombres con IPs
- Es descentralizado para evitar cuellos de botella
- Es jerárquico para que sea más fácil de administrar

Sincronización

Cuando tienes un reloj, siempre sabes la hora. Cuando tienes varios nunca estás seguro.

Los algoritmos a veces:

- Dependen de la hora en que se ejecutan.
- Requieren exclusión mutua.

En un sistema distribuido son problemas difíciles, al no existir reloj único, y al evitarse los recursos centralizados.

Sincronización. Ejemplo

Ejemplo: reserva de entradas *on-line*

Usando un sistema de compra *on-line*, dos usuarios intentan comprar la misma entrada “casi a la vez”.

Cuando se conectan, ambos ven la localidad libre. Ambos la eligen y poco despues ambos pulsan el botón “comprar”.

- ¿Cómo evitar que la entrada sea comprada dos veces?
- ¿Cómo saber quién la compró antes?
- ¿Cómo gestionar este problema?

Seguridad

Ya hemos visto los problemas de seguridad asociados a los sistemas distribuidos.

Un componente del sistema debería ocuparse de la seguridad:

- Cifrado y descifrado de la información
- Protocolo para ponerse de acuerdo en los métodos de cifrado y las claves
- Mecanismos de autenticación
- Gestión de credenciales
- etc.

Gestión de procesos

- Un componente clave del sistema operativo es el *planificador*
- La planificación en un sistema distribuído involucra más de una CPU
  - Un planificador global podrá decidir qué ordenador ejecuta qué trabajos
  - Intentará aprovechar las máquinas inactivas
  - P.ej: todas las máquinas ejecutan el mismo código, pero cada una recibe un volumen de datos distinto
- Posibilidad de *migración* del código
  - Problema: lograr código móvil en arquitecturas heterogéneas
  - Hacer migrar el código una vez comenzó su ejecución puede ser complejo

Memoria compartida distribuida

- Cuando hay un solo computador:
  - Todos los procesos están en la misma memoria física
  - Esto hace sencillo el compartir memoria. Y es una forma simple de comunicación entre procesos
  - Resulta muy cómodo tener variables compartidas a la hora de diseñar algoritmos paralelos
- En un sistema distribuido
  - Cada computador tiene su propia memoria
  - No existe memoria compartida
  - Pero sería tan cómodo tenerla...
- La memoria compartida distribuida es un *software* que simula la existencia de una memoria compartida, en un sistema distribuído.

Esquema

Conclusiones

Un sistema distribuido es un conjunto de computadores ***heterogéneos***, comunicados por una ***red***, que ***colaboran*** con un objetivo común.

El diseño de *software* para sistemas distribuidos plantea muchas dificultades y retos

El diseño de un *sistema operativo distribuido* tiene toda la complejidad del diseño de sistemas operativos, más el de los sistemas distribuidos.