

# Sistemas Distribuidos

## Introducción

Sergio Yovine

Departamento de Computación, FCEyN,  
Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Sistemas Operativos, segundo cuatrimestre de 2017

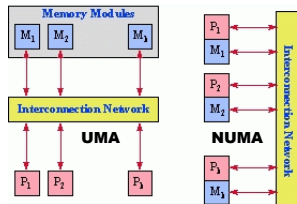
## (2) Sistemas distribuidos

- Conjunto de recursos conectados que interactúan
  - Varias máquinas conectadas en red
  - Un procesador con varias memorias
  - Varios procesadores que comparten una (o más) memoria(s)
- Fortalezas
  - Paralelismo
  - Replicación
  - Descentralización
- Debilidades
  - Sincronización
  - Coherencia
  - Información parcial

### (3) Sistemas distribuidos: Memoria distribuida compartida

#### Hardware (física)

- Uniform Memory Access (UMA)
- Non-Uniform Memory Access (NUMA)
- Híbrida



#### Software (lógica)

- Estructurada
  - Memoria asociativa: Linda, JavaSpaces
  - Distributed arrays: Fortran, X10, Chapel
- No estructurada
  - Memoria virtual global
  - Memoria virtual particionada por localidad

## (4) Sistemas distribuidos: Memoria no compartida

### Comunicación **sincrónica**

- Remote Procedure Call (RPC)
  - Java Remote Method Invocation (RMI)
  - JavaScript Object Notation (JSON-RPC)
  - Simple Object Access Protocol (SOAP)

### Comunicación **asincrónica**

- RPC asincrónico
  - Promises (B. Liskov, 1988)
  - Futures (Walker, 1990) – Java
  - Windows Asynchronous RPC
- Mensajes: *send* / *receive*
  - Mailbox
  - Pipe
  - Message Passing Interface (MPI) para C/C++
  - Scala actors: *send*, *receive*/*react*

## (5) Sistemas distribuidos: Sistema de archivos

- Propiedades
  - Transparencia
    - Acceso
    - Ubicación
  - Escalabilidad
    - Concurrencia
    - Tamaño
  - Tolerancia a fallas
    - Replicación
    - Migración
  - Heterogeneidad de plataformas de SW y HW
    - Por ejemplo, SAMBA file system.
- Ejemplos
  - Hadoop Distributed File System (HDFS)
  - Red Hat Gluster Storage

## (6) Teorema CAP

Propiedades a garantizar sobre los datos (archivos, BD)

- (Strong) Consistency  
Las réplicas leen el mismo valor en todo momento
- Availability  
Disponibilidad en todo momento (wait-freedom)
- Partition tolerance  
Particionamiento de la red

No se puede garantizar las 3 a la vez (Brewer, 2000) 

E. Brewer. CAP Twelve Years Later: How the Rules Have Changed.

<https://goo.gl/862ihB>

E. Brewer. Spanner, TrueTime & The CAP Theorem.

<https://goo.gl/neAALC>

## (7) Sistemas distribuidos: Interacción entre procesos

Scheduling



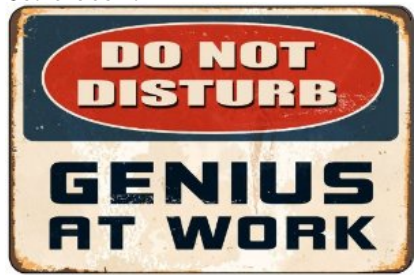
Coordinación



Sincronización



Uso exclusivo



## (8) Sistemas distribuidos: Scheduling

- Dos niveles
  - Local: dar el procesador a un proceso listo
  - Global: asignar un proceso a un procesador (*mapping*)
- Global: *compartir* la carga entre los procesadores
  - Estática: en el momento de la creación del proceso (*affinity*)
  - Dinámica: la asignación varía durante la ejecución (*migration*)
- Compartir vs *balancear*
  - Balancear: repartir equitativamente
  - Evaluar costo-beneficio



## (9) Sistemas distribuidos: Scheduling

- Migración
  - Iniciada por el procesador sobrecargado  
(*sender initiated*)
  - Iniciada por el procesador libre  
(*receiver initiated* / *work stealing*)
- Política de scheduling
  - Transferencia: **cuándo** hay que migrar un proceso
  - Selección: **qué** proceso hay que migrar
  - Ubicación: **a dónde** hay que enviar el proceso
  - Información: **cómo** se difunde el estado

## (10) Sistemas distribuidos: Sincronización

### Modelos de comunicación

- Envío asincrónico de mensajes
- Memoria compartida global direccionable

### Problemas

- Orden de ocurrencia de los eventos
- Exclusión mutua
- Consenso

## (11) Bibliografía extra

- Nicholas Carriero, David Gelernter: Linda in Context. CACM, 32(4), 1989. <http://goo.gl/gfgbsQ>
- Andrew D. Birrell and Bruce Jay Nelson. 1984. Implementing remote procedure calls. ACM Trans. Comput. Syst. 2, 1 (February 1984), 39-59. <http://goo.gl/3eIskN>
- A. L. Ananda, E. K. Koh. A survey of asynchronous RPC. <http://goo.gl/t96vFg>
- Andrew S. Tanenbaum. RPC. <http://goo.gl/9N3zKz>
- T.L. Casavant, J.G. Kuhl. A taxonomy of scheduling in general-purpose distributed computing systems. IEEE TSE 14(2):141-154, 1988.
- E. A. Brewer. Towards robust distributed systems. PODC, 2000.
- S. Giblert, N. Lynch. Brewer's conjecture and the feasibility of consistet, available, partition tolerant web services. SIGACT News 33, 2002.