

Sistemi Operativi
Unità 4: Il File System
RAID e File System Distribuiti

Martino Trevisan
Università di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Argomenti

1. Problematiche
2. RAID
3. File System Distribuiti

Problematiche

Problematiche

Sistemi professionali

Nei sistemi di grandi dimensioni, una singola macchina ha tanti dischi

- Fino a 100 dischi su una stessa macchina
- Premettono di conservare enormi quantità di dati

Spesso ci sono server dedicati allo *storage*

- I calcolatori accedono **via rete** ai dati
- Tramite protocolli di rete

Problematiche

Esempio di server per *storage*



Problematiche

Esempio di server per *storage*

Sono necessarie tecniche per gestire i **guasti** (*failure*)

- Un disco ha l'**1%** di probabilità di rompersi ogni mese
 - Dato reale per i dischi magnetici
- Se ho **100** dischi, ho in media un guasto al mese
- Non è pensabile perdere dati in sistemi professionali

Sono auspicabili tecniche per aumentare le **prestazioni**

- Se **100** dischi vengono opportunamente usati in parallelo, possono moltiplicare \times **100** la velocità del sistema

RAID

RAID

Definizione

Le tecniche **RAID** (redundant array of independent disks) hanno lo scopo di affrontare i problemi di prestazioni e affidabilità

- Proposto nel 1988 da David A. Patterson (e altri) nel paper *A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)*
- Famiglia di metodi per organizzare dati su **batterie di dischi**

RAID

Concetto di RAID

Si basa su *striping*, ovvero distribuire i dati su N dischi

- A livello di **bit**: il disco i -esimo contiene i bit
 $n \mid n \bmod N = i$
- A livello di **blocco**: il disco i -esimo contiene i blocchi
 $n \mid n \bmod N = i$
- Ciò migliora le prestazioni, permettendo letture parallele

Eventualmente con l'aggiunta di **codici di parità**

- Per essere *fault-tolerant*
- Non si perdono i dati in caso di guasti di un disco

RAID

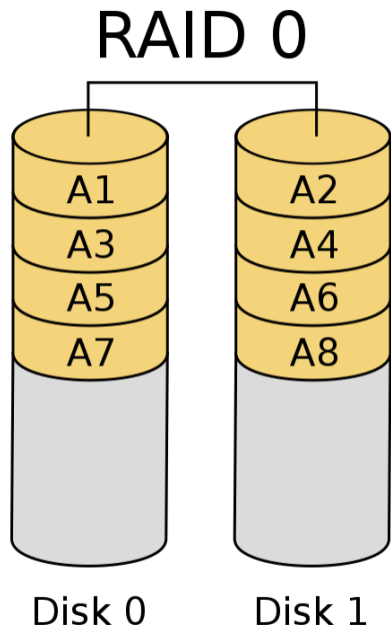
Livelli di RAID

Diverse configurazioni o schemi di dischi possibili. Differiscono

- A seconda che offrano aumenti di prestazione o affidabilità
- Numero minimo di dischi richiesto
- Robustezza a guasti multipli

RAID

RAID 0 - Sezionamento



I dati sono **divisi** tra i dischi tramite striping (a livello di blocco di solito)

Minimo numero di dischi: 2

Vantaggi:

Alta velocità grazie ad accessi paralleli

Svantaggi:

Decresce affidabilità del sistema!

- Con un guasto, ho perso tutti i dati!

RAID

RAID 1 - Mirroring

I dati sono **replicati** su più dischi

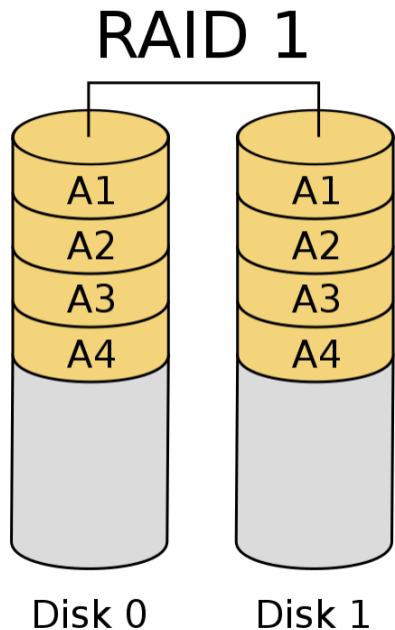
Minimo numero di dischi: **2**

Vantaggi:

Con **N** dischi, resiste a **$N - 1$** guasti

Svantaggi:

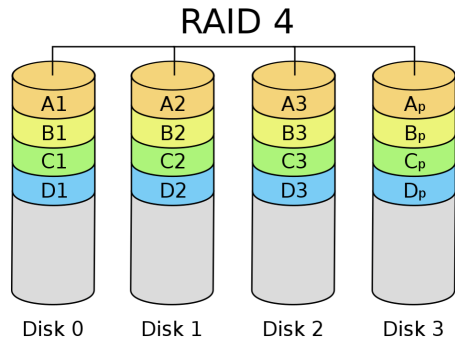
Bassa velocità di scrittura limitata dal disco
più lento



RAID

RAID 4 - Disco di parità

Il disco N disco memorizza la parità dei dati sugli altri $N - 1$ dischi



Minimo numero di dischi: 3. Due di dato più parità

Vantaggi:

Resiste a un guasto

Permette letture parallele

Svantaggi:

Scrittura lenta. Necessario calcolare e scrivere parità

RAID

RAID 5 - Parità distribuita

Come RAID 4, ma codici di parità distribuiti su tutti i dischi egualmente

Minimo numero di dischi: 3

Vantaggi:

Resiste a un guasto

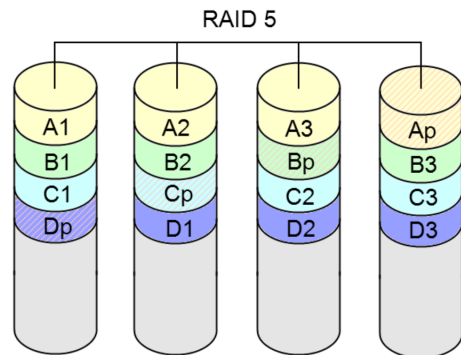
Scritture più veloci di RAID 4

- Non è necessario accedere **sempre** a disco di parità

Svantaggi:

Scrittura comunque lenta (a causa di parità)

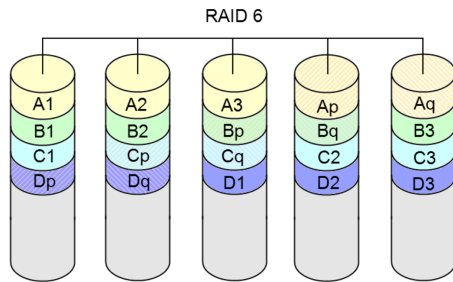
Molto usato in sistemi reali



RAID

RAID 6 - Doppia parità distribuita

Codici di parità memorizzati due volte. Tra tutti i dischi



Minimo numero di dischi: 4

Vantaggi:

Resiste a **due guasti**

Svantaggi:

Scrittura molto lenta (a causa di doppia parità)

Molto usato in sistemi reali

RAID

Conclusioni

Gli schemi RAID permettono di migliorare prestazioni e affidabilità quando si hanno molti dischi su una stessa macchina

Non proteggono da un failure completo della macchina

- Temporaneo: manca la corrente
- Permanente: si rompe la scheda madre

Non accettabile per servizi *mission-critical*

Le tecniche RAID non scalano:

- C'è un massimo numero di dischi collegabili a una macchina
- Il BUS PCI ha un limite

Per sistemi **molto grandi** si usano File System distribuiti

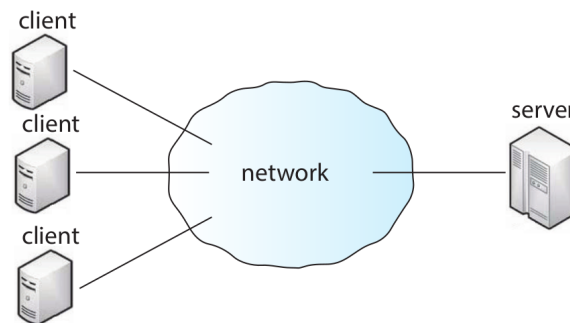
File System Distribuiti

File System Distribuiti

File System di Rete

E' possibile usare un FS che si trova su un'altra macchina

- Tipicamente un server dedicato allo storage
- Si utilizzano protocolli dedicati
 - **Network File System (NFS)**: il più usato e flessibile
 - **Samba**: Microsoft
 - **File Transfer Protocol (FTP)**: obsoleto



File System Distribuiti

Definizione

Un **File System Distribuito** è un file system che risiede su più dischi su macchine diverse

- E' necessario un software **orchestratore**
- Per far sì che l'utilizzatore ne fruisca come un unico FS

Un FS distribuito:

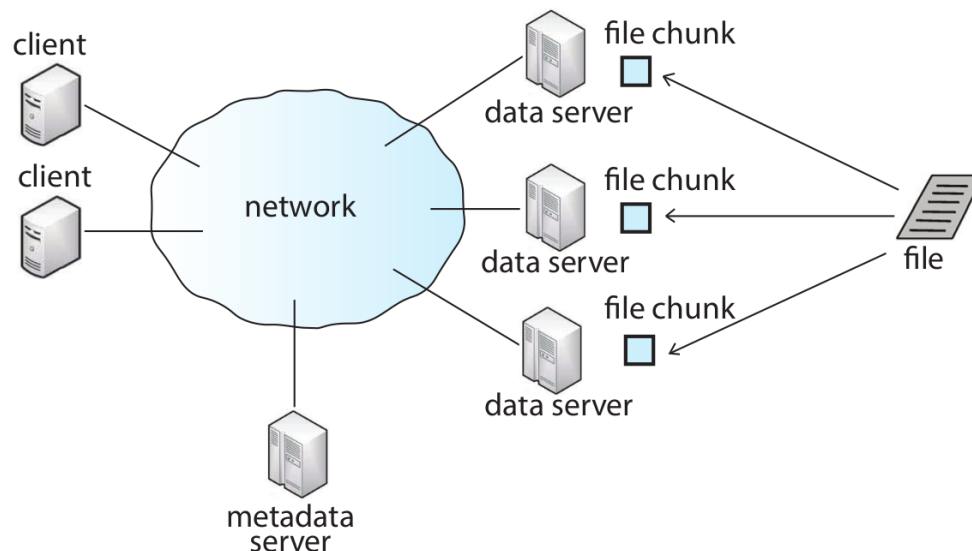
- E' visto da utilizzatori come un unico FS **grande e affidabile**
- Vi si accede tipicamente come disco di rete (è un File System di Rete)

File System Distribuiti

Definizione

Basati su modello **client-server**

- Client consulta il metadata server per listare directory e ottenere informazioni sui file
- Client accede al contenuto da uno o più data server



File System Distribuiti

Tecnologie per FS distribuiti

I FS distribuiti si installano con **software di orchestrazione** dedicati

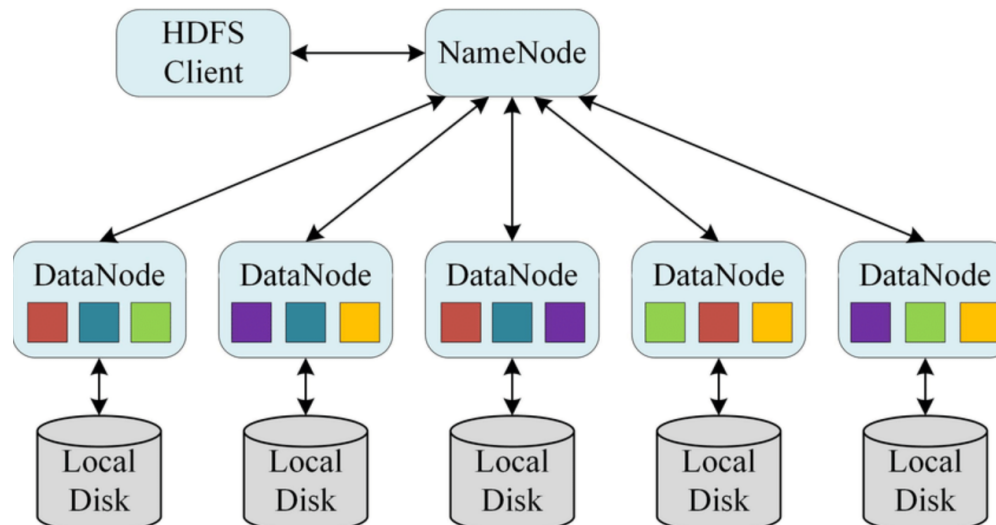
- Organizzano i dati nei vari dischi e nodi
- Replicano i dati per aumentare le prestazioni
- Recuperano i dati quando un utilizzatore vi accede

File System Distribuiti

Hadoop Distributed File System

Parte della suite Hadoop per Big Data. E' un FS distribuito

- Si installa su un **cluster** (insieme) di server/nodi
- I **Name Node** hanno l'indice dei **file**
- I **Data Node** memorizzano il contenuto dei **file**
- Tutto viene replicato N volte

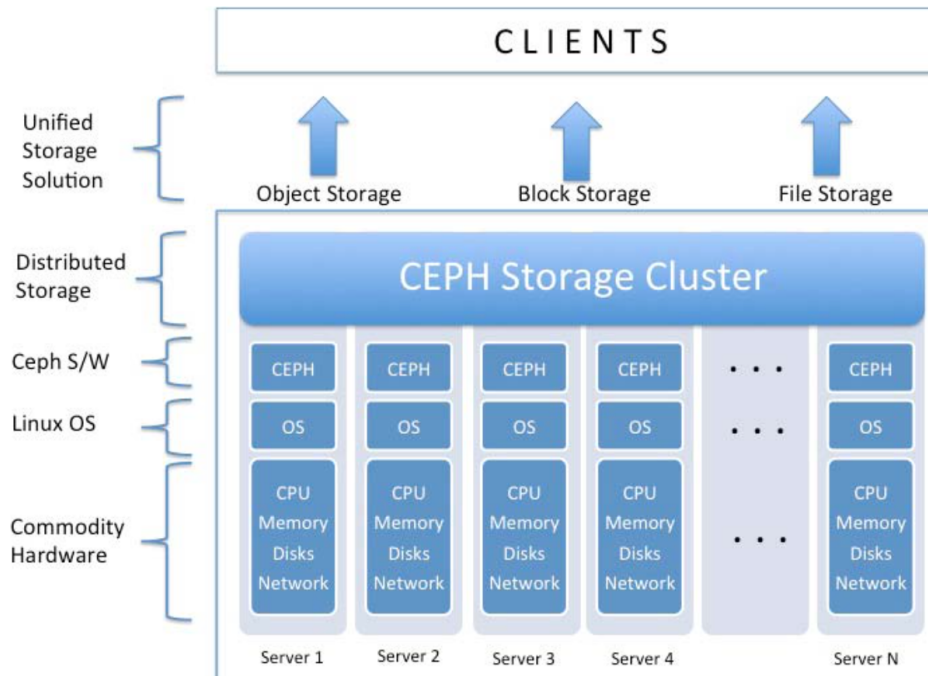


File System Distribuiti

CEPH

Concettualmente simile a HDFS. Si usa su cluster di nodi. Implementa:

- **FS distribuito:** i client accedono a file e cartelle
- **Dispositivo a blocchi:** i client vedono disco grezzo a blocchi
- **Object storage:** i client accedono a bucket generici identificati da ID



Domande

Un sistema di dischi basato su RAID è sempre più affidabile di un disco singolo?

- Si
- No

In un sistema RAID 0, quali sono le conseguenze in caso di fallimento di un disco?

- I dati vengono persi
- E' possibile recuperare i dati

In un sistema RAID 1, quali sono le conseguenze in caso di fallimento di un disco?

- I dati vengono persi
- E' possibile recuperare i dati

E' possibile creare un sistema RAID 6 con 3 dischi?

- Si
- No

Qual è il sistema di accesso tipico a un FS Distribuito?

- Bus PCI
- Rete
- USB