



運用企鵝龍佈署雲端資料探勘平台

How to deploy Hadoop using DRBL

Jazz Wang
Yao-Tsung Wang
jazz@nchc.org.tw



Powered by DRBL

運用企鵝龍佈署雲端資料探勘平台

PART 1 :

甚麼是雲端運算？資料探勘為何重要？

PART 2 :

叢集佈署工具簡介：企鵝龍與聰明蛙

PART 3 :

運用企鵝龍佈署資料探勘平台的經驗分享

- **PaaS : Data Processing (DRBL-Hadoop)**



雲端運算與資料探勘

Cloud Computing and Data Mining

Jazz Wang
Yao-Tsung Wang
jazz@nchc.org.tw



Powered by DRBL

National Definition of Cloud Computing

美國國家標準局 **NIST** 給雲端運算所下的定義

5 Characteristics

五大基礎特徵

4 Deployment Models

四個佈署模型

3 Service Models

三個服務模式

1. On-demand self-service.

隨需自助服務

2. Broad network access

隨時隨地用任何網路裝置存取

3. Resource pooling

多人共享資源池

4. Rapid elasticity

快速重新佈署靈活度

5. Measured Service

可被監控與量測的服務

4 Deployment Models of Cloud Computing

雲端運算的四種佈署模型

Public Cloud
公用雲端



Target Market
is **S.M.B.**
主要客戶為
中小企業

**Dynamic Resource Provisioning
between public and private
cloud**

私有雲端動態根據計算需求
調用公用雲端的資源

Hybrid
Cloud

以大型企業
為主要客戶

**Enterprise is
key market**

Community Cloud
社群雲端

Academia 學術為主



私有雲端

Private Cloud

3 Service Models of Cloud Computing

雲端運算的三種服務模式 / 市場區隔

IaaS

Infrastructure as a Service

架構即服務

PaaS

Platform as a Service

平台即服務

SaaS

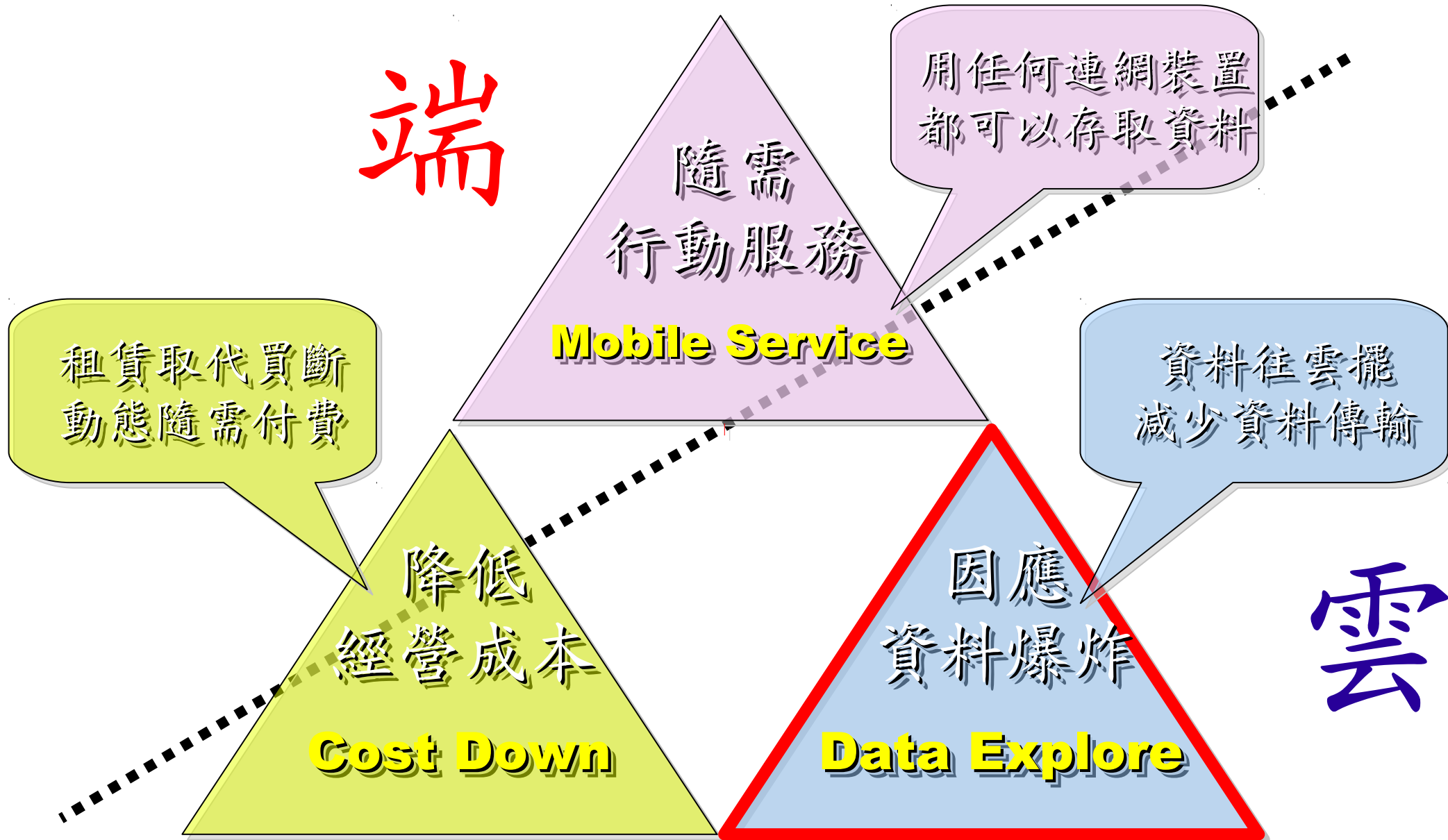
Software as a Service

軟體即服務

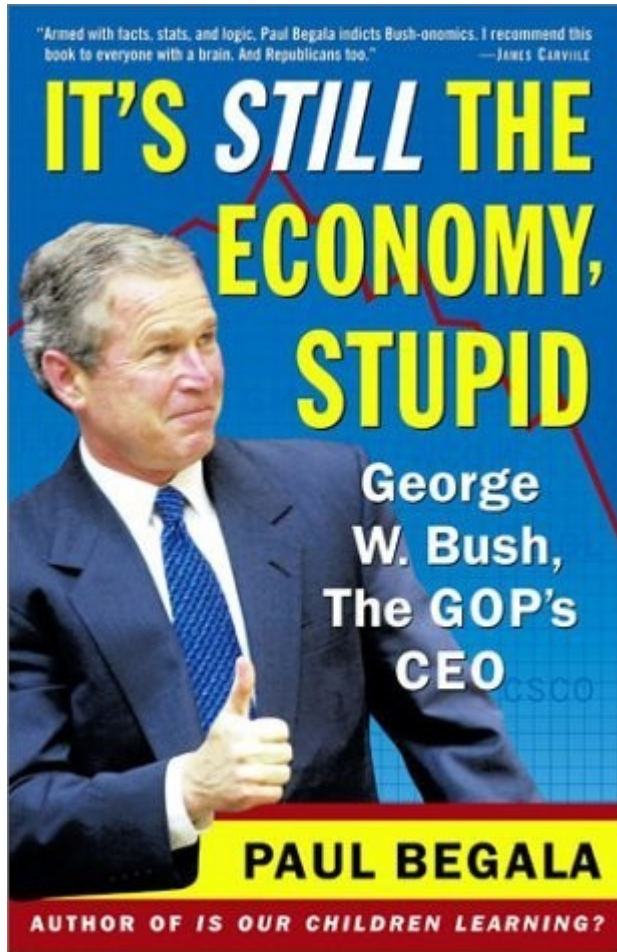


Key Driving Forces of Cloud Computing

雲端運算的關鍵驅動力



IT'S THE DATA, STUPID!



「笨蛋！重點在經濟」

(**"It's the economy, stupid"**)

卡維爾 (**James Carville**) 自創這句標語，
促使柯林頓當上美國第 **42** 屆總統。

- **1992** 年

「笨蛋！重點還是在經濟」

(**"It's STILL the economy, stupid"**)

卻讓小布希被嘲笑是幼稚的總統。

- **2002** 年

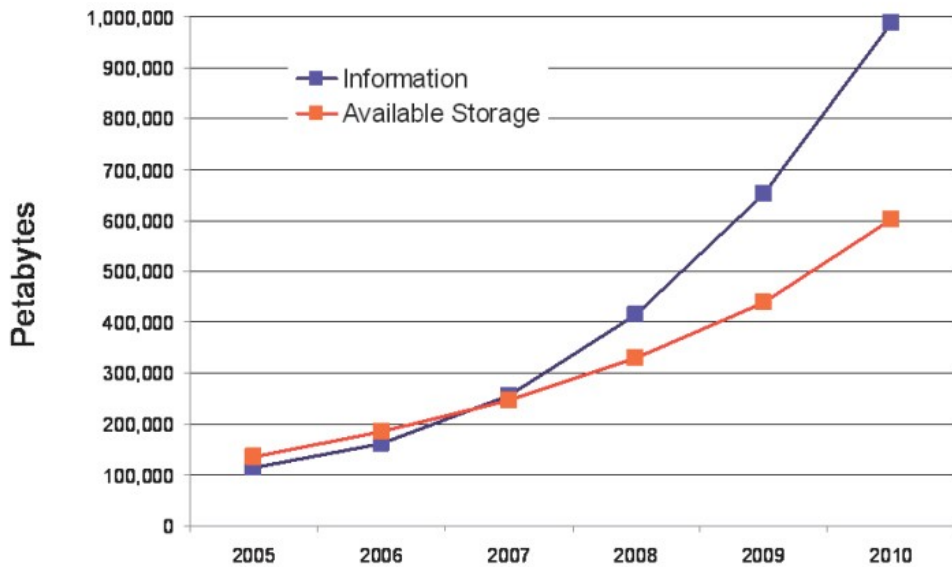
雲端時代，谷歌會說：「笨蛋！重點在資料」

(**"It's the data, stupid"**)

誰掌握了你的資料，就有機會掌握你的荷包
想想看，電腦、手機掉了，您心疼的是甚麼呢？

- **2007** 年

Information Versus Available Storage



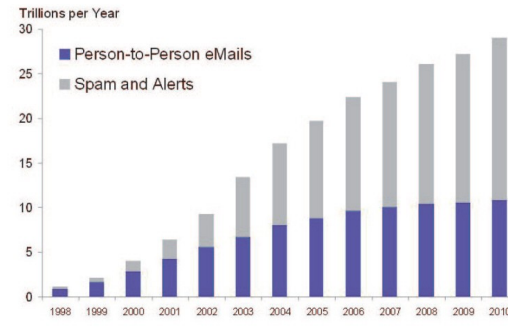
Source: <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/expanding-digital-idc-white-paper.pdf>

Source: IDC, 2007

2007 Data Explore

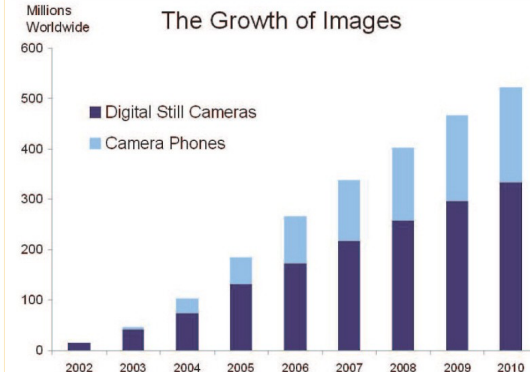
Top 1 : Human Genomics - 7000 PB / Year
Top 2 : Digital Photos - 1000 PB+ / Year
Top 3 : E-mail (no Spam) - 300 PB+ / Year

The Worldwide Growth of eMail

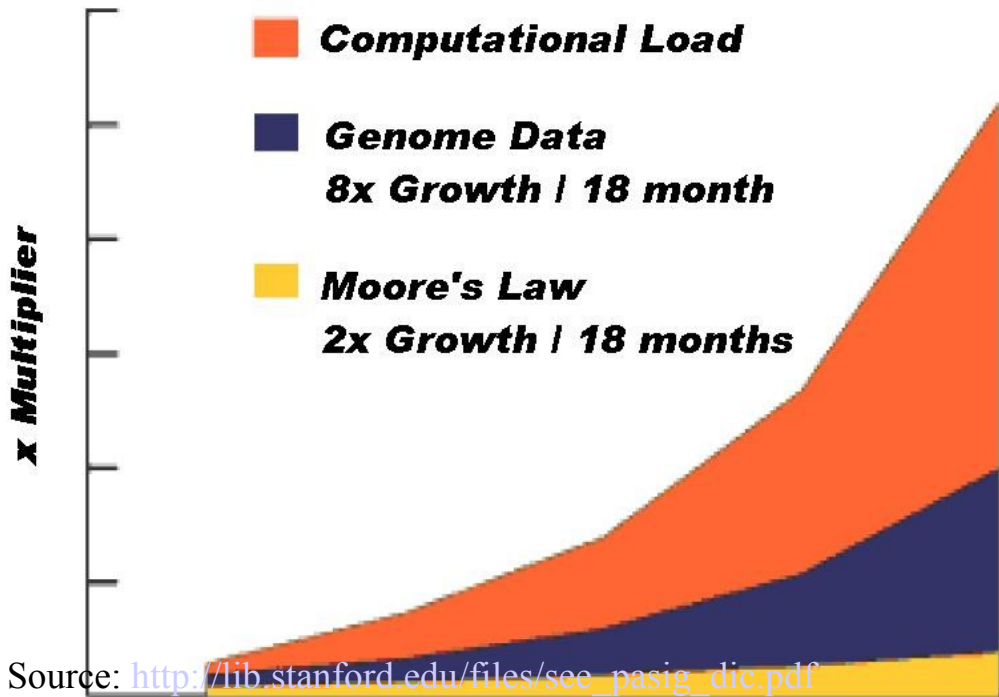


Source: IDC, 2007

The Growth of Images



Source: IDC, 2007



Source: http://lib.stanford.edu/files/sec_pasig_dic.pdf

Particle Physics Large Hadron Collider (15PB)	Human Genomics (7000PB) 1GB / person 200PB+ captured 200% CAGR	World Wide Web (~1PB)	Wikipedia (10GB) 100% CAGR
Annual Email Traffic, no spam (300PB+)	Internet Archive (1PB+)	Estimated On-line RAM in Google (8PB)	Personal Digital Photos (1000PB+) 100% CAGR
200 of London's Traffic Cams (8TB/day)	2004 Walmart Transaction DB (500TB)	Typical Oil Company (350TB+)	Merck Bio Research DB (1.5TB/qtr)
UPMC Hospitals Imaging Data (500TB/yr)	MIT Babytalk Speech Experiment (1.4PB)	Terashake Earthquake Model of LA Basin (1PB)	One Day of Instant Messaging in 2002 (750GB)
Total digital data to be created this year 270,000PB (IDC)			

Phillip B. Gibbons, Data-Intensive Computing Symposium

善用雲端架構 打造企業人才庫

對於雲端的運用，多半仍停留在創造新商機的層次，然而善用雲端運算，可以替組織創造更多業務、行銷和人才培訓的機會。

作者：麥肯錫 出處：天下雜誌

過去五年，麥肯錫觀察重要科技發展，其中雲端、大量資訊 (big data)、智慧裝置 (smart assets) 三項，以超乎想像的速度發展。這三大技術，帶來五大趨勢，可被應用在企業營運及組織運作。先分別來看這三項技術：

第一、雲端運算。「雲端」在台灣已被一般民眾熟知。但我認為大家多半仍停留在雲端運算如何能創造新商機，卻很少好好思索，該怎麼運用雲端運算來替組織創造更多機會。特別是服務提供者，譬如電信業者、有線電視業者等，都應更有效應用雲端運算，為業務帶來更多機會。

第二、大量資訊。目前，絕大多數台灣企業，分析大量龐雜資料，仍使用類似微軟工具如 excel 等來整理。事實上，大量資訊經過快速運算分析，能更省時、省費用、有效的進行行銷活動。

第三、智慧裝置。如何善用監控器、智慧電表這類智慧裝置，來更優化公司營運。

參考來源：善用雲端架構 打造企業人才庫，作者：麥肯錫，出處：天下雜誌 455 期 (2010/09)

<http://www.cw.com.tw/article/print.jsp?id=41776>

雲端運算

大量資訊分析

智慧裝置

New Data Science : Social Network + Realtime Search

當「社交網路」遇上「即時搜尋」 ≡ 即時市場行銷分析

創意行銷 / 臉書行銷 每天400萬顧客在線上

【經濟日報/潘俊琳】

2010.10.11 02:20 am

社交網站臉書Facebook的興起，重新定義了網路行銷的概念，大量的人潮讓業者彷彿看到滾滾錢潮，但臉書「開放平台」的模式，讓習慣有規則可循的行銷業者，必須開始學習全新的社群行銷，試著擁抱這項利器並串連消費者。

根據美國comScore的統計，美國網友8月分共花了1,140萬分鐘在臉書上，首次超越停留在Google旗下網站的時間，而臉書全球已經有超過5億的使用者，其中有35%的人每天登入。

快速分享 即時知道顧客反應

聖洋科技執行長邱繼弘表示，台灣臉書每個月約有700萬的累計使用人次，以60%每天上臉書的人口來算，就有420 萬人天天上線。

邱繼弘指出，臉書最大的行銷價值在於「開放平台」，只要符合它的基本規範，任何人、任何公司都可以在上面「免費」發揮自己的行銷創意。過去想要利用網路行銷，企業必須自己架站，林林總總的後台建設非常繁瑣，有多少人會來也是個問號？

但臉書幫企業解決了後台建設以及人潮，不論是企業或個人，只要成立自己的「粉絲專頁」，然後發揮行銷創意，回收可能比自己架站還更豐碩。因為臉書玩家只要在粉絲專頁按「讚」，就成為「粉絲團」的一員，往後企業發布在粉絲專頁的訊息，所有粉絲團成員都會收到，如果粉絲團的成員覺得某個行銷訊息不錯，只要按「分享」這個訊息就會出現在粉絲個人的臉書上，他所有的朋友就會看到這則行銷訊息，這是目前最高明的病毒式行銷。

• 社交網路

即時搜尋

評價排行榜



參考來源：創意行銷 / 臉書行銷 每天 400 萬顧客在線上

【經濟日報 / 潘俊琳】

<http://udn.com/NEWS/FINANCE/FIN11/5901891.shtml>

2011 年 10 大策略科技

科技	影響
雲端運算	大型企業將會在 2012 年成立動態採購小組，專門負責雲端運算相關的決定以及管理。
媒體平板以及行動應用	2010 年將會有 12 億人使用具備上網能力的手機。隨著行動上網裝置以及應用程式日趨普及，與地點(location)、動作(motion)相關的應用軟體，可望進一步推動裝置的銷售。
社交溝通以及協作 (collaboration)	多數的公司在 2016 年已經把社交科技整合至多數的企業應用中，整合的範圍包含內部社交 CRM、溝通及協作以及外部社交網站。
影片	2013 年每位工作者看到的內容中，將有 25% 都是照片、影音。
次世代分析	隨著電腦、行動裝置運算能力、連結能力更強，影響企業如何決策，SAS 是長期領導廠商，IBM 以及甲骨文(Oracle) 事後起之秀。
社交分析	衡量人、主題以及想法的關係，範圍不限於社交網路，IBM 預計在 2011 年成為該領域的主要廠商之一。
情境感知運算 (context-aware computing)	較人工智慧更為寬廣，預計在 2013 年時 Fortune 500 大企業中超過半數會有相關採用方案。
儲存等級記憶體 (storage class memory)	快閃記憶體在消費性裝置、娛樂設備中的使用更多。
無所不在的運算 (ubiquitous computing)	儘管 Gartner 已經提及這個概念許多年，但隨著手機、射頻晶片更為普及，越多的物件可以連上網路。
架構化(fabric-based) 的基礎建設以及電腦	運算能力模組化，系統可以透過不同的模組來建構，可望提升效能。

資料來源：DIGITIMES 整理，2010/10

製表：雷佳宜、李盈瑩

雲端運算

平板行動應用

社交溝通協作

多媒體內容

次世代分析

社交分析

情境感知運算

儲存等級記憶體

無所不在的運算

模組化基礎建設

端

平板行動應用

社交溝通協作

多媒體內容

次世代分析

社交分析

情境感知運算

儲存等級記憶體

無所不在的運算

模組化基礎建設

雲端運算

SaaS :
Web 2.0

PaaS :
Big Data

IaaS :
Virtualization

• 社交網路

評價排行榜

即時搜尋

智慧裝置

大量資訊分析

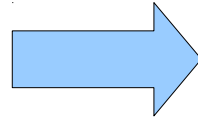
雲端運算

雲

Driving Forces v.s. Core Technologies

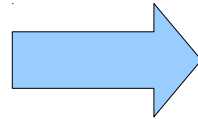
雲端關鍵驅動力與關鍵技術對應

隨需
行動服務



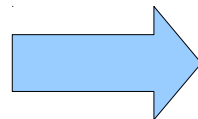
SaaS :
Web 2.0

因應
資料爆炸



PaaS :
Big Data

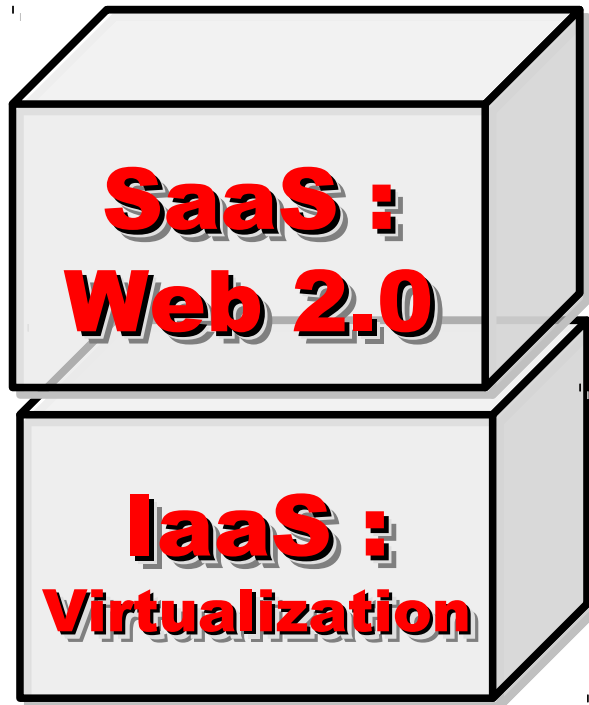
降低
經營成本



IaaS :
Virtualization

Two Type of Cloud Architecture ?

雲端架構的兩大陣營？



想盡辦法誘你用計算跟網路
Computing Intensive



想盡辦法誘你提供資料作分析
Data Intensive

Reference Cloud Architecture

雲端運算的參考架構

應用軟體 Application

Social Computing, Enterprise, ISV, ...

程式語言 Programming

Web 2.0 介面, Mashups, Workflows, ...

控制管理 Control

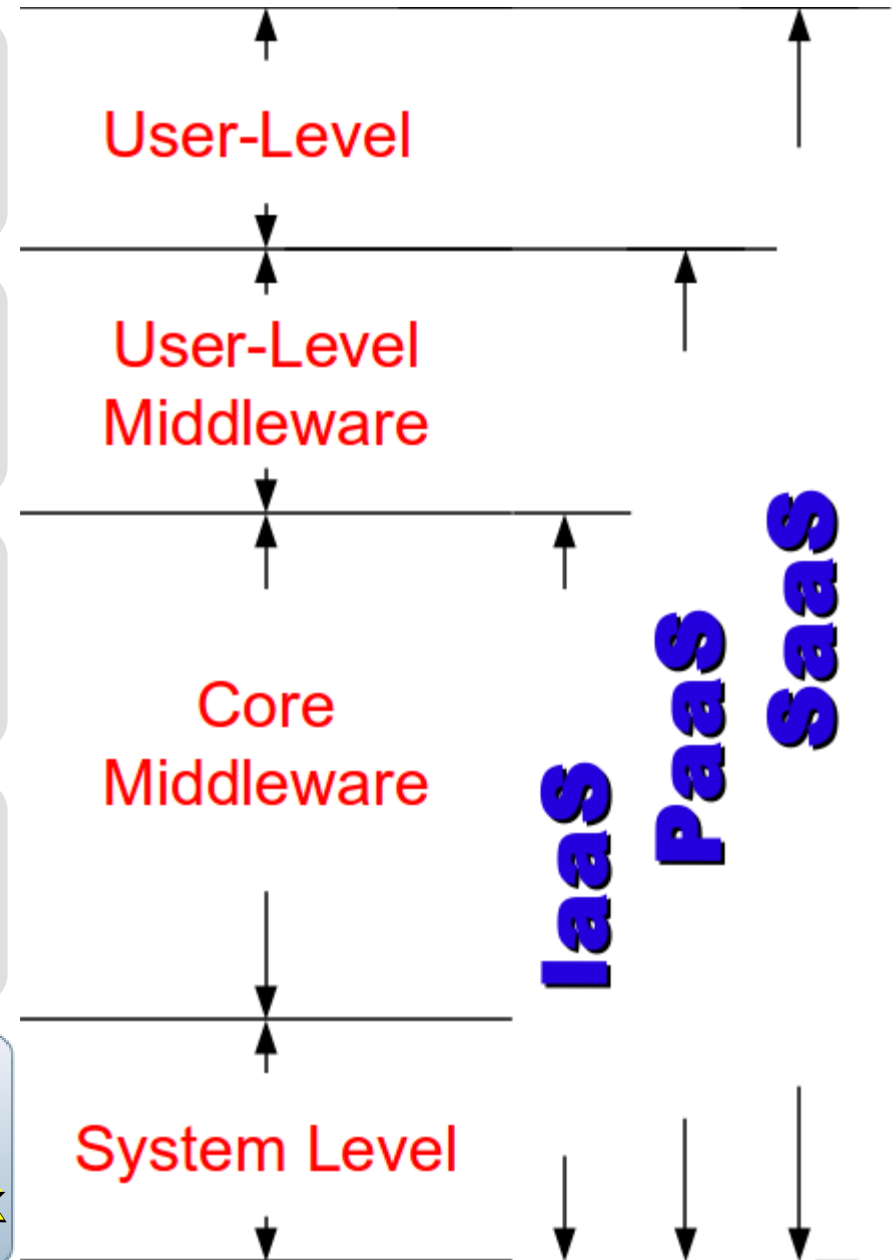
Qos Negotiation, Admission Control, Pricing, SLA Management, Metering...

虛擬化 Virtualization

VM, VM management and Deployment

硬體設施 Hardware

Infrastructure: Computer, Storage, Network



Open Source to build Cloud Service

建構雲端服務的自由軟體

應用軟體 Application

Social Computing, Enterprise, ISV, ...

eyeOS, Nutch, ICAS,
X-RIME, ...

程式語言 Programming

Web 2.0 介面, Mashups, Workflows, ...

Hadoop (MapReduce),
Sector/Sphere, AppScale

控制管理 Control

Qos Negotiation, Admission Control,
Pricing, SLA Management, Metering...

OpenNebula, Enomaly,
Eucalyptus, OpenQRM, ...

虛擬化 Virtualization

VM, VM management and Deployment

Xen, KVM, VirtualBox,
QEMU, OpenVZ, ...

硬體設施 Hardware

Infrastructure: Computer, Storage,
Network

Three Core Technologies of Google

Google 的三大關鍵技術

- Google 在一些會議分享他們的三大關鍵技術
- Google shared their design of web-search engine
 - SOSP 2003 :
 - “The Google File System”
 - <http://labs.google.com/papers/gfs.html>
 - OSDI 2004 :
 - “MapReduce : Simplified Data Processing on Large Cluster”
 - <http://labs.google.com/papers/mapreduce.html>
 - OSDI 2006 :
 - “Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data”
 - <http://labs.google.com/papers/bigtable-osdi06.pdf>



Open Source Mapping of Google Core Technologies

Google 三大關鍵技術對應的自由軟體

BigTable

A huge key-value datastore

HBase, Hypertable
Cassandra,

MapReduce

To parallel process data

Hadoop MapReduce API
Sphere MapReduce API, ...

Google File System

To store petabytes of data

Hadoop Distributed File System (HDFS)
Sector Distributed File System

更多不同語言的 MapReduce API 實作：

<http://trac.nchc.org.tw/grid/intertrac/wiki%3Ajazz/09-04-14%23MapReduce>

其他值得觀察的分散式檔案系統：

- IBM GPFS - <http://www-03.ibm.com/systems/software/gpfs/>
- Lustre - <http://www.lustre.org/>
- Ceph - <http://ceph.newdream.net/>

Hadoop

- <http://hadoop.apache.org>
 - Hadoop 是 Apache Top Level 開發專案
 - **Hadoop is Apache Top Level Project**
 - 目前主要由 Yahoo! 資助、開發與運用
 - **Major sponsor is Yahoo!**
 - 創始者是 Doug Cutting，參考 Google Filesystem
 - **Developed by Doug Cutting, Reference from Google Filesystem**
 - 以 Java 開發，提供 HDFS 與 MapReduce API。
 - **Written by Java, it provides HDFS and MapReduce API**
 - 2006 年使用在 Yahoo 內部服務中
 - **Used in Yahoo since year 2006**
 - 已佈署於上千個節點。
 - **It had been deploy to 4000+ nodes in Yahoo**
 - 處理 Petabyte 等級資料量。
 - **Design to process dataset in Petabyte**
- 
- Facebook、Last.fm
、Joost are also
powered by Hadoop**

Sector / Sphere

- <http://sector.sourceforge.net/>
- 由美國資料探勘中心研發的自由軟體專案。
- **Developed by National Center for Data Mining, USA**
- 採用 C/C++ 語言撰寫，因此效能較 Hadoop 更好。
- **Written by C/C++, so performance is better than Hadoop**
- 提供「類似」Google File System 與 MapReduce 的機制
- **Provide file system similar to Google File System and MapReduce API**
- 基於UDT高效率網路協定來加速資料傳輸效率
- **Based on UDT which enhance the network performance**
- Open Cloud Testbed有提供測試環境，並開發Ma1Stone效能評比軟體
- **Open Cloud Consortium provide Open Cloud Testbed and develop Ma1Stone toolkit for benchmark**

The logo for Sector-Sphere, featuring the text "Sector-Sphere" in a bold, orange, sans-serif font. The text is set against a blue background with a white, cloudy sky pattern.

National Center for Data Mining
University of Illinois at Chicago



Open Data Group

<http://www.opendatagroup.com/>



叢集佈署工具簡介：企鵝龍與聰明蛙

Jazz Wang
Yao-Tsung Wang
jazz@nchc.org.tw



Powered by DRBL

Programmer v.s. System Admin.



Source: <http://www.funnyjunksite.com/wp-content/uploads/2007/08/programmer.jpg>



Source: <http://www.sysadminday.com/images/people/136-3697.JPG>

傳統實驗室佈署電腦叢集的方法



**1. Setup one
Template
machine**

**2. Cloning
to
multiple
machine**



**3. Configure
Settings**



**4. Install
Job
Scheduler**



**5. Running
Benchmark**

傳統方式容易面臨的叢集管理問題

Add New User Account ?

Upgrade Software ?

How to share user data ?

Configuration Synchronization

萬一您要佈署四千台以上的叢集呢??

資料標題：Scaling Hadoop to 4000 nodes at Yahoo!

資料日期：September 30, 2008

Total Nodes	4000
Total cores	30000
Data	16PB

	500-node cluster		4000-node cluster	
	write	read	write	read
number of files	990	990	14,000	14,000
file size (MB)	320	320	360	360
total MB processes	316,800	316,800	5,040,000	5,040,000
tasks per node	2	2	4	4
avg. throughput (MB/s)	5.8	18	40	66

進階叢集佈署工具

- **SSI (Single System Image)**
 - **Multiple PCs as Single Computing Resources**
 - **Image-based**
 - **homogeneous**
 - **ex. SystemImager, OSCAR, Kadeploy**
 - **Package-based**
 - **heterogeneous**
 - **easy update and modify packages**
 - **ex. FAI, DRBL**
- **Other deploy tools**
 - **Rocks : RPM only**
 - **cfengine : configuration engine**

叢集佈署工具比較表

	Distribution	Support Diskless/Sysmless	Type	Node configuration tools	Cluster management tools	Database installation
System Imager	ALL	Yes	Image	Yes	No	No
OSCAR	RPM-based	Yes	Image	Yes	Yes	No
Kadeploy	ALL	No	Image	Yes	Yes	Yes
DRBL	ALL	Yes	Package	Yes	Yes	No
FAI	Debian-Based	Yes	Package	Yes	No	No

國網中心企鵝龍 (DRBL) 簡介

- **Diskless Remote Boot in Linux**
- 網路是便宜的，人的時間才是昂貴的。
- 企鵝龍簡單來說就是
- 用網路線取代硬碟排線
- 所有學生的電腦都透過網路连接到一台伺服器主機



Powered by **DRBL**

**Diskfull
PC**



=



+



+



**Diskless
PC**



Server

惠普實驗室的聰明蛙 (SmartFrog)

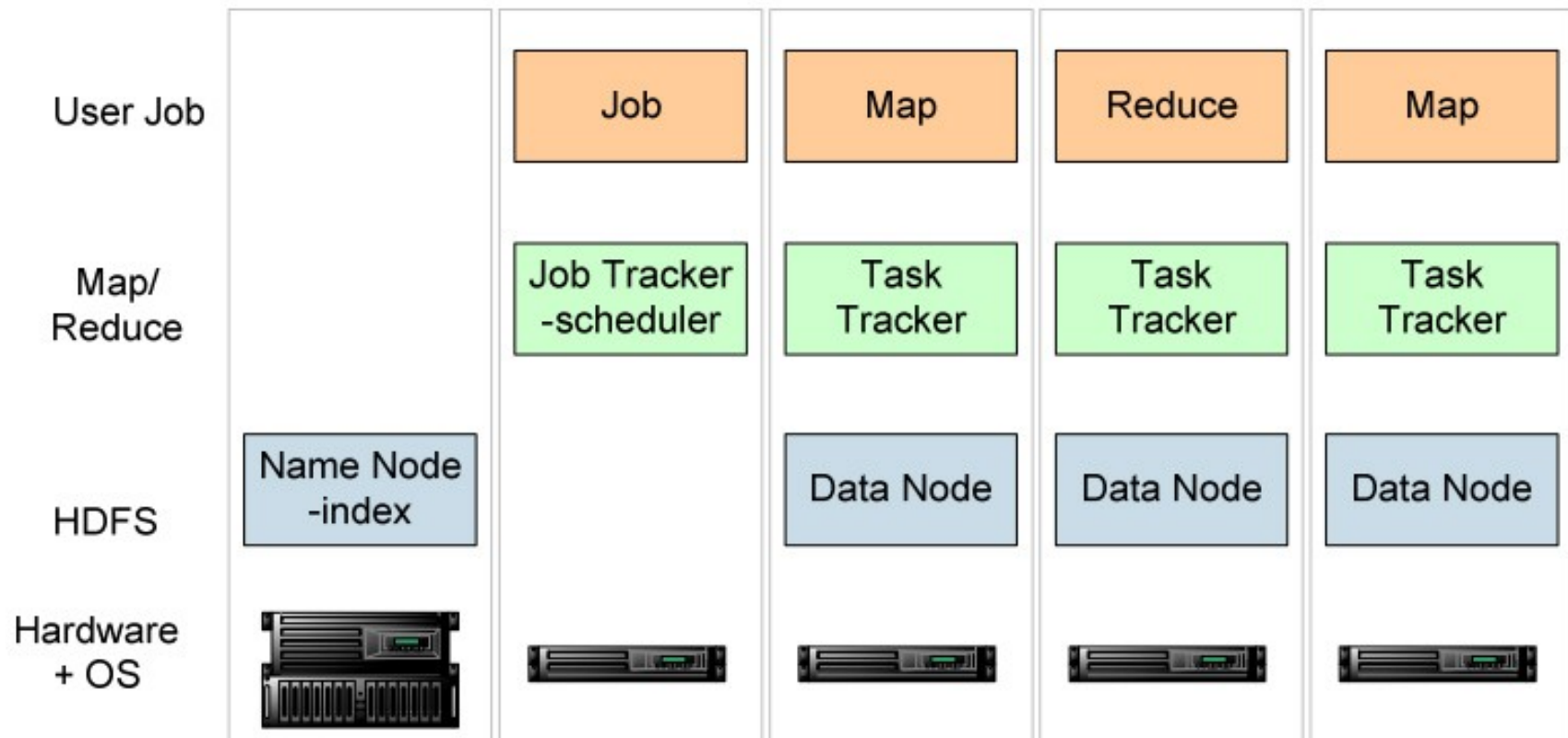


- Make Hadoop deployment *agile*
- Integrate with dynamic cluster deployments

Source: Deploying hadoop with smartfrog

http://people.apache.org/~stevell/slides/deploying_hadoop_with_smartfrog.pdf

Basic problem: deploying Hadoop



one namenode, 1+ Job Tracker, many data nodes and task trackers

Source: Deploying hadoop with smartfrog

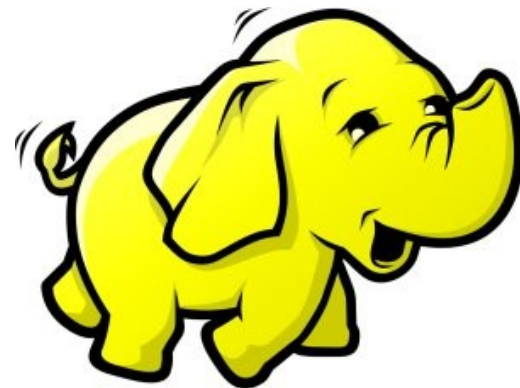
12 http://people.apache.org/~stevel/slides/deploying_hadoop_with_smartfrog.pdf



當企鵝龍遇上小飛象

DRBL-Hadoop

Jazz Wang
Yao-Tsung Wang
jazz@nchc.org.tw



Powered by **DRBL**

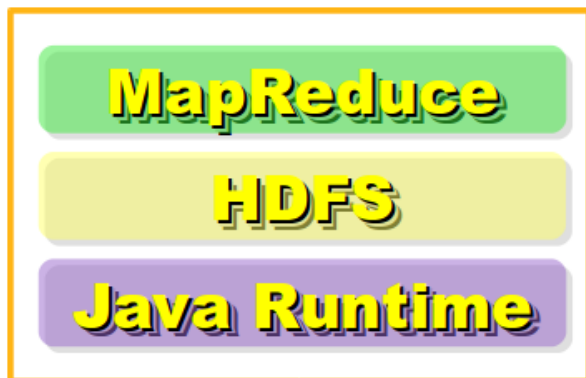
關於 hadoop.nchc.org.tw

- **DRBL Server – 1 台 (hadoop)** ,
加大 **/home** 與 **/tftpboot** 空間。
- **DRBL Client – 19 台**
(hadoop101~hadoop119)
- 使用 **Cloudera** 的 **Debian** 套件
- 使用 **drbl-hadoop** 的設定
跟 **init.d script** 來協助部署
- 使用 **hadoop-register** 來提供
使用者註冊與 **ssh applet** 介面

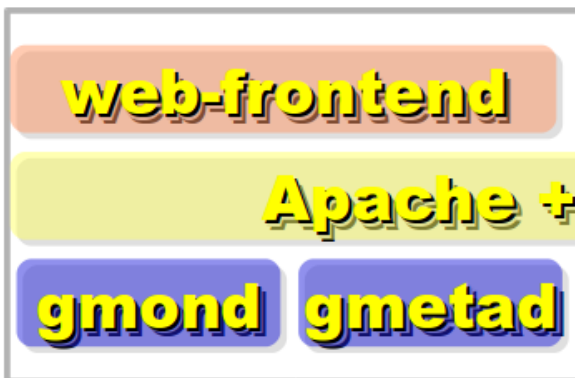


DRBL+Hadoop=Haduzilla 黑肚龍系統架構

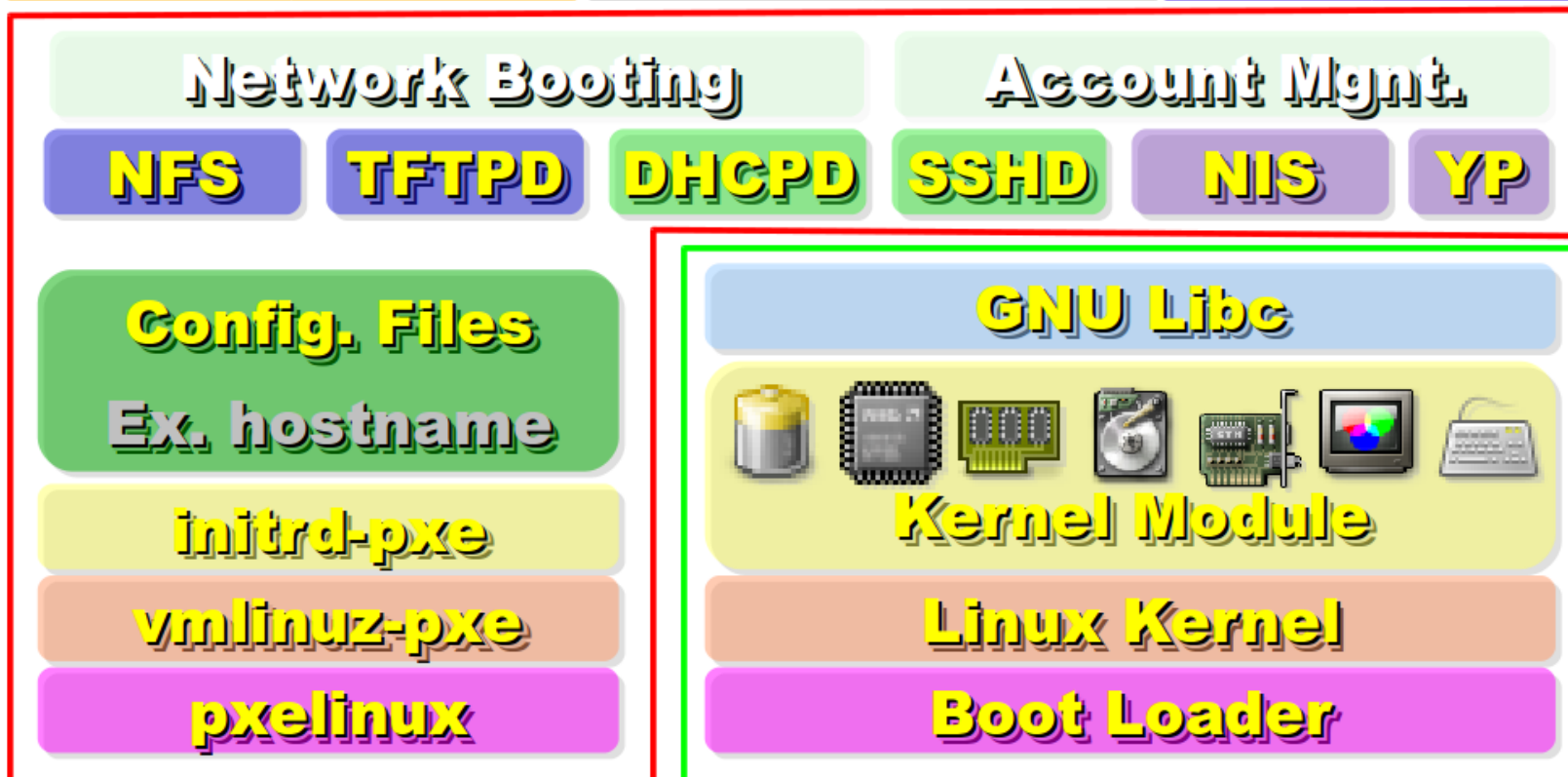
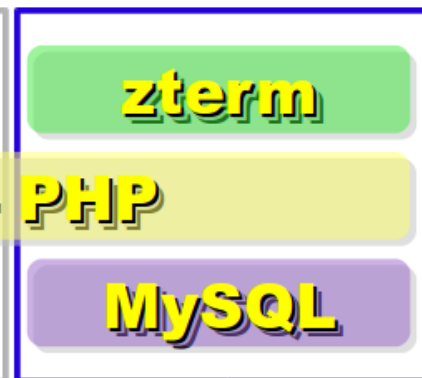
Hadoop



Ganglia



Register



DRBL

Linux

使用 DRBL 佈署 Hadoop

- 仍在開發中，待整理套件
- **drbl-hadoop** – 掛載本機硬碟給 **HDFS** 用

```
svn co http://trac.nchc.org.tw/pub/grid/drbl-hadoop
```

- **hadoop-register** – 註冊網站與 **ssh applet**

```
svn co http://trac.nchc.org.tw/pub/cloud/hadoop-register
```



root / **drbl-hadoop-0.1**

Name ▲
↑ ../
📄 drbl-hadoop
📄 drbl-hadoop-mount-disk



root / **hadoop-register**

Name ▲	Size	Rev	Age	Last
↑ ../				
▶ 📁 etc		103	4 weeks	wa
📄 adduser.php	1.3 kB	85	6 weeks	wa
📄 check_activate_code.php	2.2 kB	85	6 weeks	wa
📄 check_user_identification.php	2.9 kB	85	6 weeks	wa

使用者註冊頁面

Hadoop-Register

Hadoop 帳號申請

帳號:

密碼:

登入

重填

[新增帳號](#) [忘記密碼](#) [操作問題回報](#)

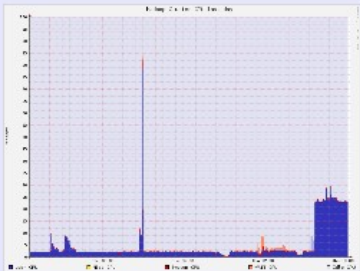
[歡迎加入討論群組](#)，以利接收即時公告事宜

家目錄空間吃緊中，請盡量上傳至HDFS後，
清除家目錄檔案，謝謝！

註冊人數：1460 / 1999 人

[MapReduce 狀態](#) | [HDFS 狀態](#)

過去 24 小時 CPU 負載 - [查詢完整系統負載](#):



Running Jobs

[Quick Links](#)

Jobid	Priority	User	Name	Map % Complete	Map Total	Maps Completed	Reduce % Complete
job_201104290234_0905	NORMAL	h1196	PA: Local Apriori over input: n/1mpy54 /input, with minSup: 15000, ep: 0.5	100.00%	10	10	100.00%
			PA: Local Apriori over				

網站帳號 jazzwang E-mail [redacted] 姓名 王耀聰 電話 0 單位 0 用途 0 主機帳號 h998 主機密碼 [redacted] 登出

NameNode

[檔案\(F\)](#) [編輯\(E\)](#) [檢視\(V\)](#) [歷史\(Y\)](#) [工具\(T\)](#) [說明\(H\)](#)

1. hadoop.nchc.org.tw

Started:	F
Version:	0
Compiled:	S
Upgrades:	T

[Browse the filesystem](#)
[Namenode Logs](#)

Cluster Summary

2079646 files and

WARNING: There are

Configured Cap	
DFS Used	
Non DFS Used	

```
Linux hadoop 2.6.32-5-amd64 #1 SMP Wed Jan 12 03:40:32 UTC 2011 x86_64
```

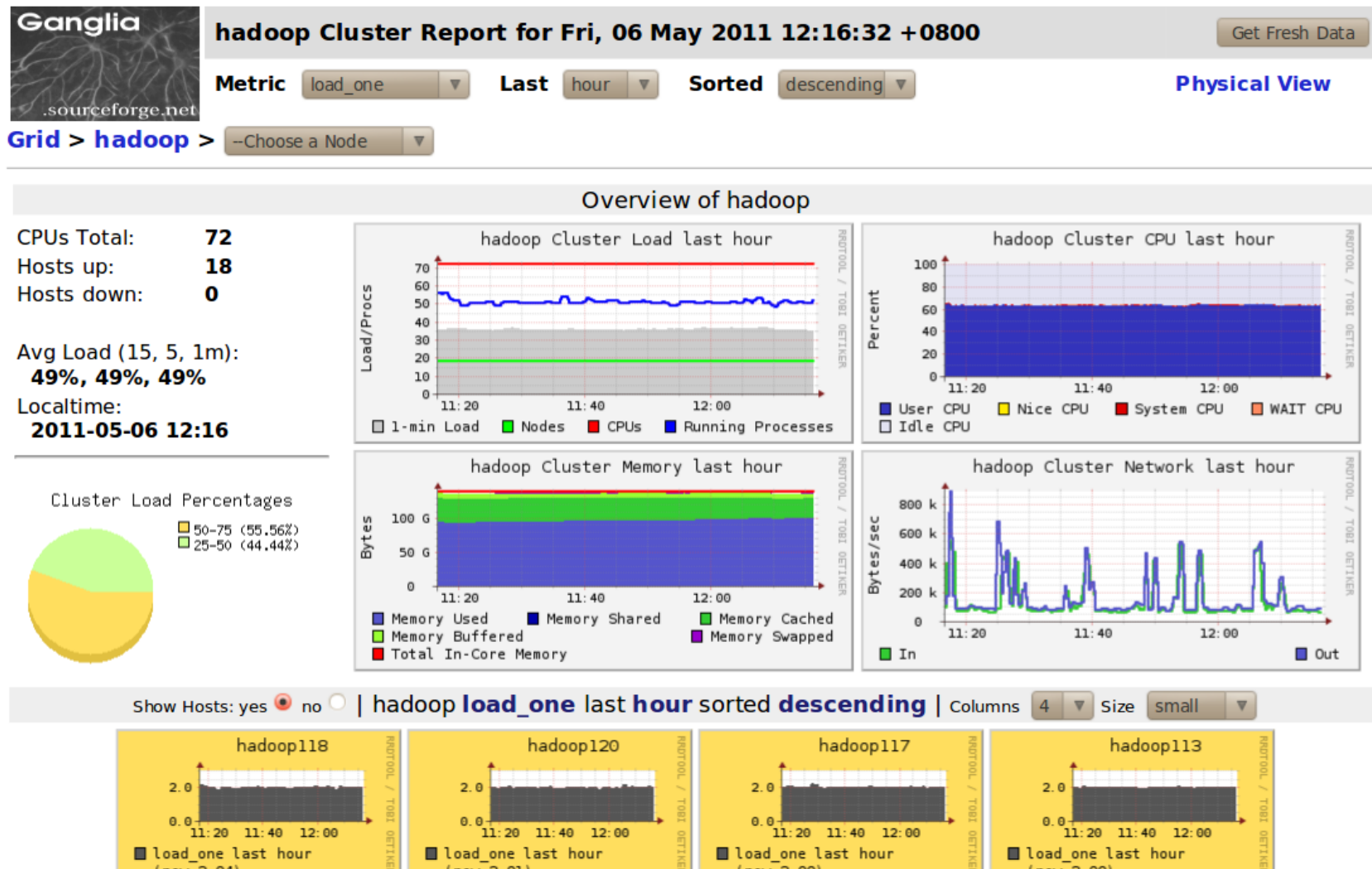
```
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
```

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.
```

```
Last login: Tue Apr 26 15:45:44 2011 from nat235.dynamic.cs.nctu.edu.tw  
h998@hadoop:~$
```


系統狀態監控 Ganglia

- 採用自由軟體 **Ganglia** 來蒐集電腦叢集的負載狀態
- <http://ganglia.sourceforge.net/>



經驗分享 (Lesson Learn)

- **Cloudera** 套件的好處：使用 **init.d script** 來啓動關閉
 - **name node, data node, job tracker, task tracker**
- 建立大量帳號：
 - 可透過 **DRBL** 內建指令完成 **/opt/drbl/sbin/drbl-useradd**
- 使用者預設 **HDFS** 家目錄
 - 跑迴圈切換使用者，下 **hadoop fs -mkdir tmp**
- 設定使用者 **HDFS** 權限
 - 跑迴圈切換使用者，下 **hadoop dfs -chown \$(id) /usr/\$(id)**
- **HDFS** 會使用 **/var/lib/hadoop/cache/hadoop/dfs**
- **MapReduce** 會使用 **/var/lib/hadoop/cache/hadoop/mapred**



Questions?

Slides - <http://trac.nchc.org.tw/cloud>

Jazz Wang
Yao-Tsung Wang
jazz@nchc.org.tw



Powered by DRBL

Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Taiwan



姓名標示-非商業性-相同方式分享 3.0 台灣

您可自由：



分享 — 重製、散布及傳輸本著作



重混 — 修改本著作

惟需遵照下列條件：



姓名標示 — 您必須按照著作人或授權人所指定的方式，表彰其姓名（但不得以任何方式暗示其為您或您使用本著作的方式背書）。



非商業性 — 您不得為商業目的而使用本著作。



相同方式分享 — 若您變更、變形或修改本著作，您僅得依本授權條款或與本授權條款類似者來散布該衍生作品。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>

These slides could be distributed by Creative Commons License.



企鵝龍的開機原理

Jazz Wang
Yao-Tsung Wang
jazz@nchc.org.tw



Powered by **DRBL**

**1st, We install Base System of
GNU/Linux on Management Node.**

You can choose:

**Redhat, Fedora, CentOS, Mandriva,
Ubuntu, Debian, ...**

GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader

2nd, We install **DRBL package** and
configure it as **DRBL Server**.

There are lots of service needed:
SSHD, DHCPD, TFTPD, NFS Server,
NIS Server, YP Server ...

Network Booting

Account Mgmt.

NFS

TFTPD

DHCPD

SSHD

NIS

YP

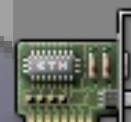
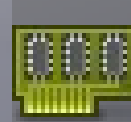
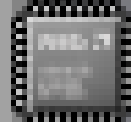
Perl

Bash

GNU Libc

DRBL Server

based on existing
Open Source and
keep Hacking!



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader

After running “**drblsrv -i**” & “**drblpush -i**”, there will be **pxelinux**, **vmlinux-pex**, **initrd-pxe** in TFTPROOT, and different **configuration files** for each Compute Node in NFSROOT

NFS

TFTPD

DHCPD

SSHD

NIS

YP

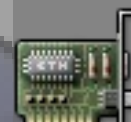
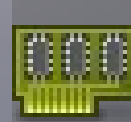
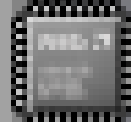
Config. Files
Ex. hostname

initrd-pxe

vmlinux-pxe

pxelinux

GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader

3rd, We enable **PXE** function in **BIOS** configuration.

BIOS PXE

BIOS PXE

BIOS PXE

BIOS PXE

NFS

TFTPD

DHCPD

SSHD

NIS

YP

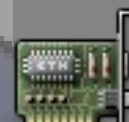
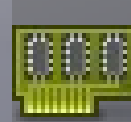
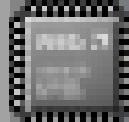
Config. Files
Ex. hostname

initrd-pxe

vmlinuz-pxe

pxelinux

GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader

While Booting, **PXE** will query IP address from **DHCPD**.

BIOS PXE

BIOS PXE

BIOS PXE

BIOS PXE

NFS

TFTPD

DHCPD

SSHD

NIS

YP

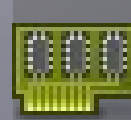
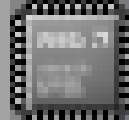
Config. Files
Ex. hostname

initrd-pxe

vmlinuz-pxe

pxelinux

GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader

While Booting, **PXE** will query IP address from **DHCPD**.

IP 1

IP 2

IP 3

IP 4

NFS

TFTPD

DHCPD

SSHD

NIS

YP

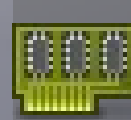
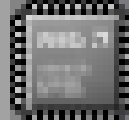
Config. Files
Ex. hostname

initrd-pxe

vmlinuz-pxe

pxelinux

GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader

After PXE get its IP address, it will download booting files from **TFTP**.

IP 1

IP 2

IP 3

IP 4

NFS

TFTP

DHCPD

SSHD

NIS

YP

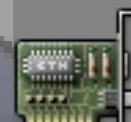
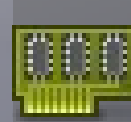
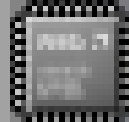
Config. Files
Ex. hostname

initrd-pxe

vmlinux-pxe

pxelinux

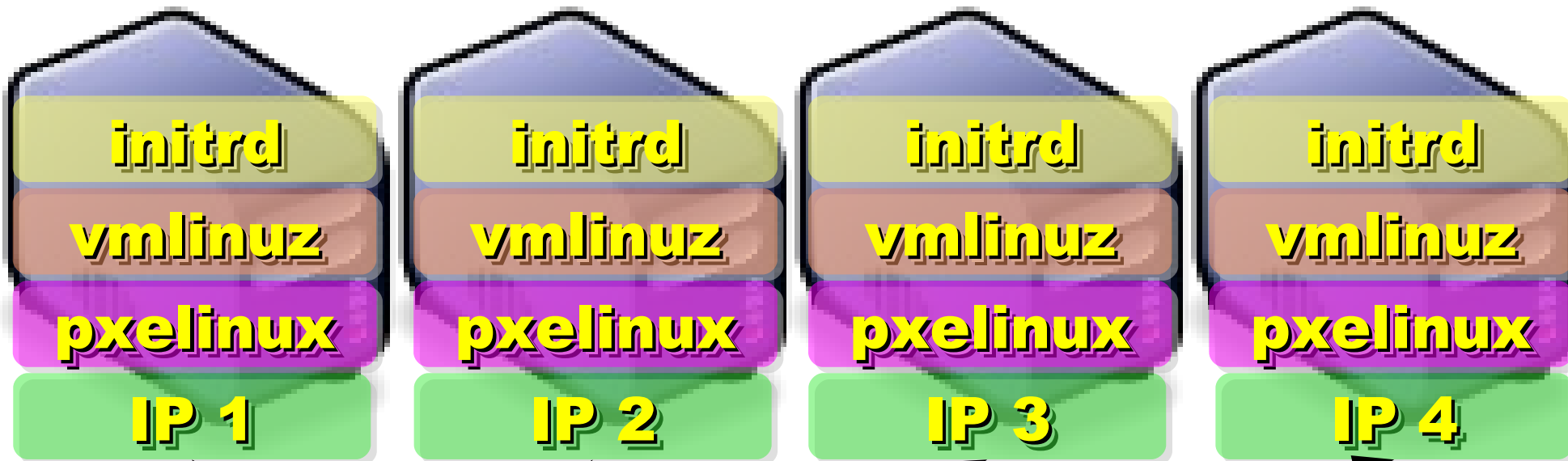
GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader



NFS **TFTP** **DHCPD** **SSHD** **NIS** **YP**

Config. Files
Ex. hostname

initrd-pxe

vmlinuz-pxe

pxelinux

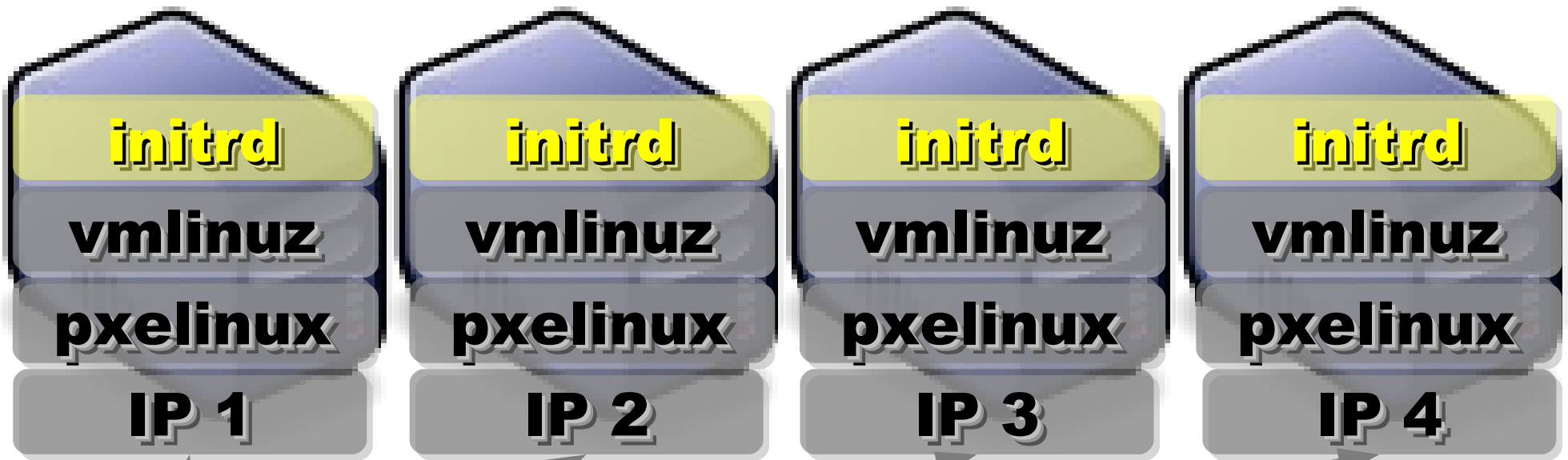
GNU Libc



Kernel Module

Linux Kernel

Boot Loader



Config. Files
GNU Libc

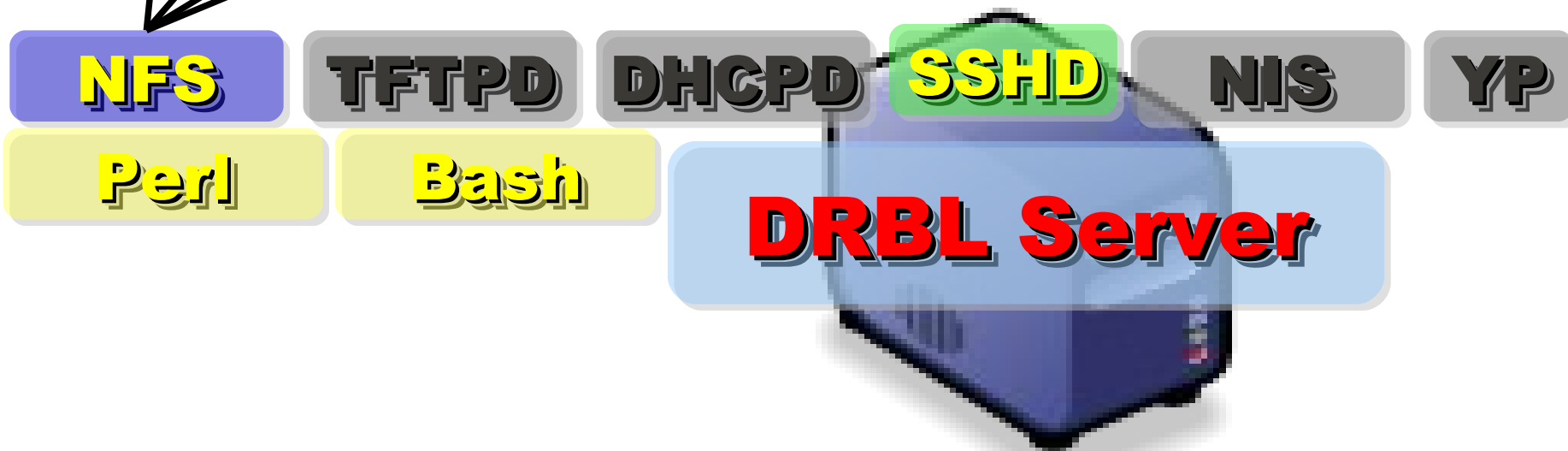
After downloading booting files, scripts in **initrd-pxe will config **NFSROOT** for each Compute Node.**

pxelinux
Boot Loader





Applications and Services will also be deployed to each Compute Node via **NFS**





With the help of **NIS** and **YP**,
You can login each Compute Node
with the **Same ID / PASSWORD**
stored in DRBL Server!

SSH Client

