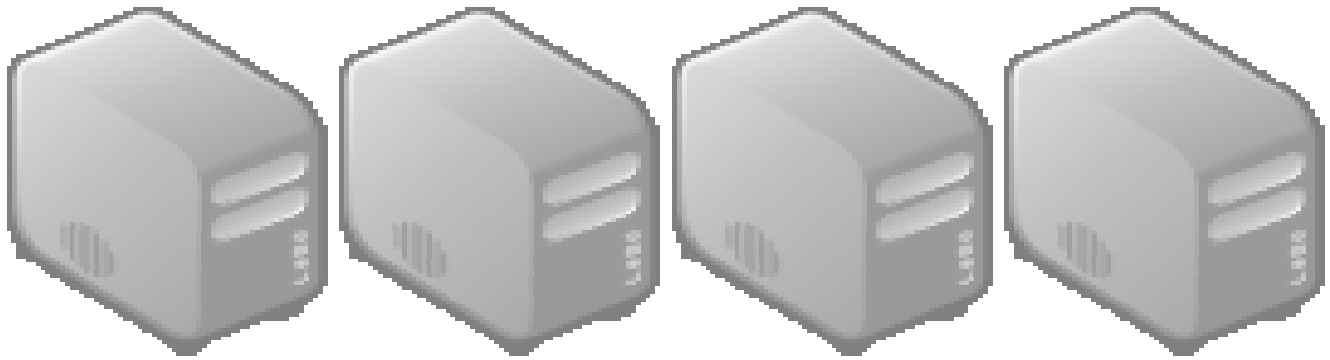
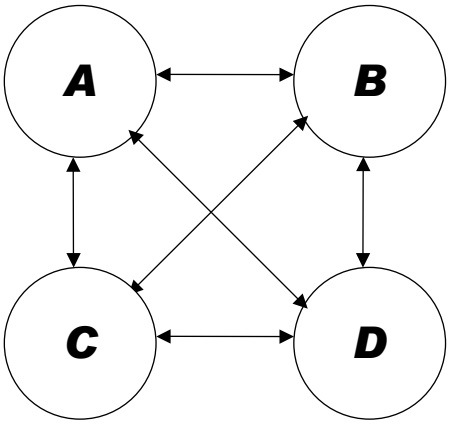


分散式運算基本觀念與BOINC簡介

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

Different Type of Multiple Users Scenario (1)

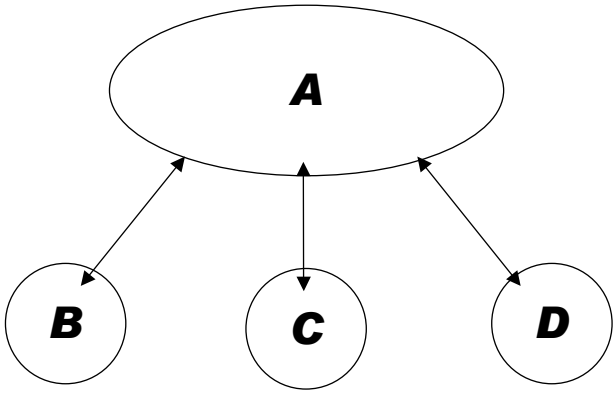
Peer Dispatch Data



Peer Receive Data

TCP/IP Peer-to-Peer

Server Dispatch Data

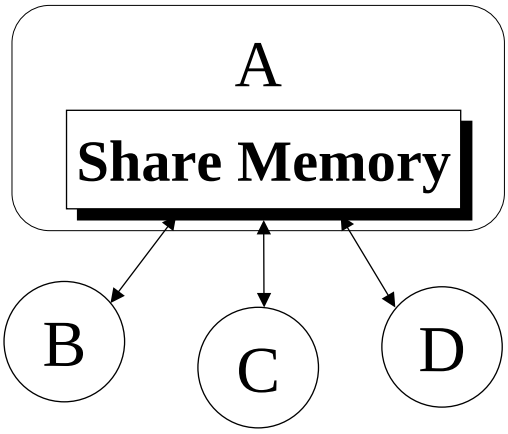


Client Receive Data

TCP/IP Client-Server

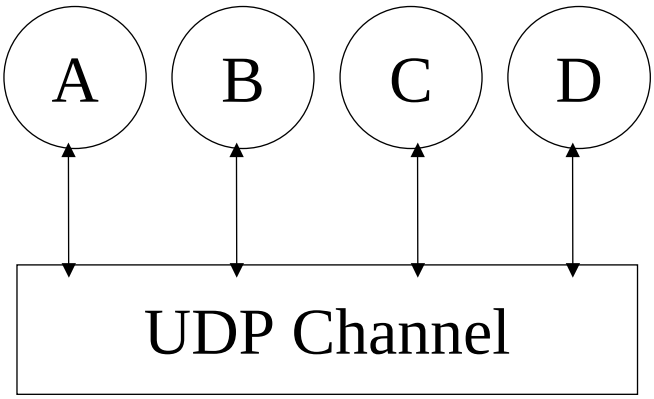
Different Type of Multiple Users Scenario (2)

Broker
Store Shared Data



Peer
Dispatch Data
Receive Data

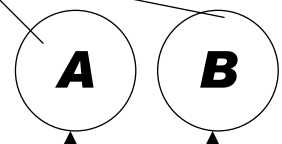
Peer
Dispatch Data
Receive Data



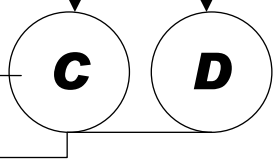
UDP Multicast / Broadcast

3 Roles of Distributed Computing

Service
Provide
Object, Data
or Program

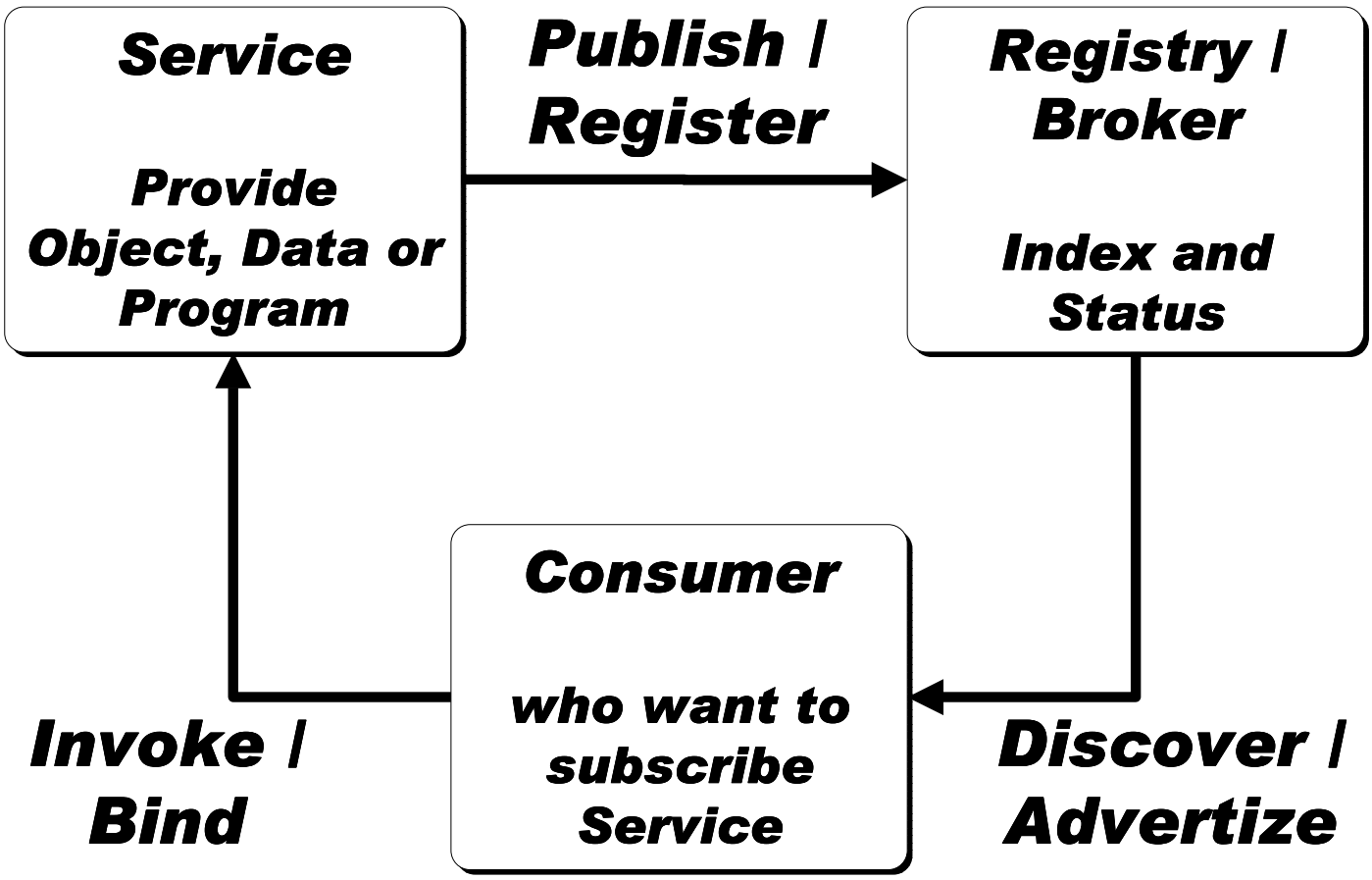


Registry / Broker
Provide
Service Index
and
Real-time
Status



Consumer
who want to
subscribe
Service

3 Basic Actions between 3 Roles



Well-Known Distributed Object Technology and Web Service

CORBA

http://www.corba.org/

Java RMI

http://java.sun.com/javase/technologies/core/basic/rmi/

DCOM

http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms809311.aspx

HLA / IEEE 1516

http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_1516

UDDI

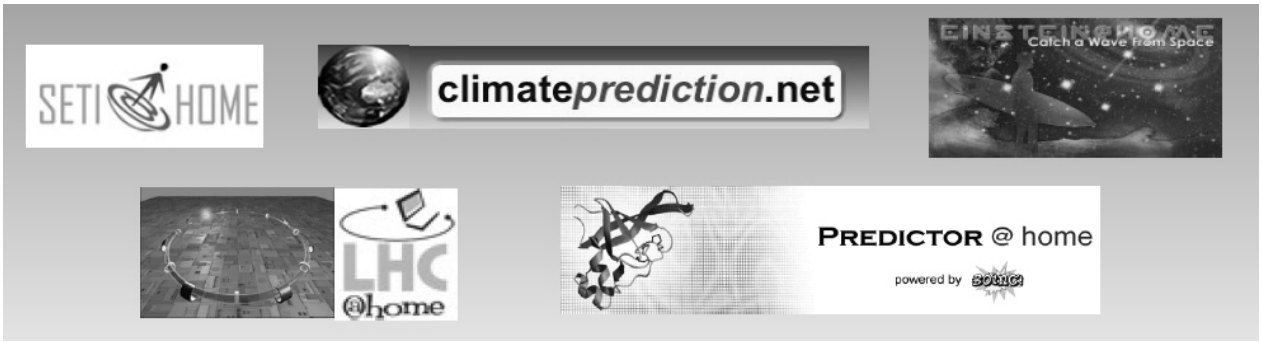
http://en.wikipedia.org/wiki/UDDI

BOINC ??

Source: Linux Magazine Issue 71 October 2006
http://www.linux-magazine.com

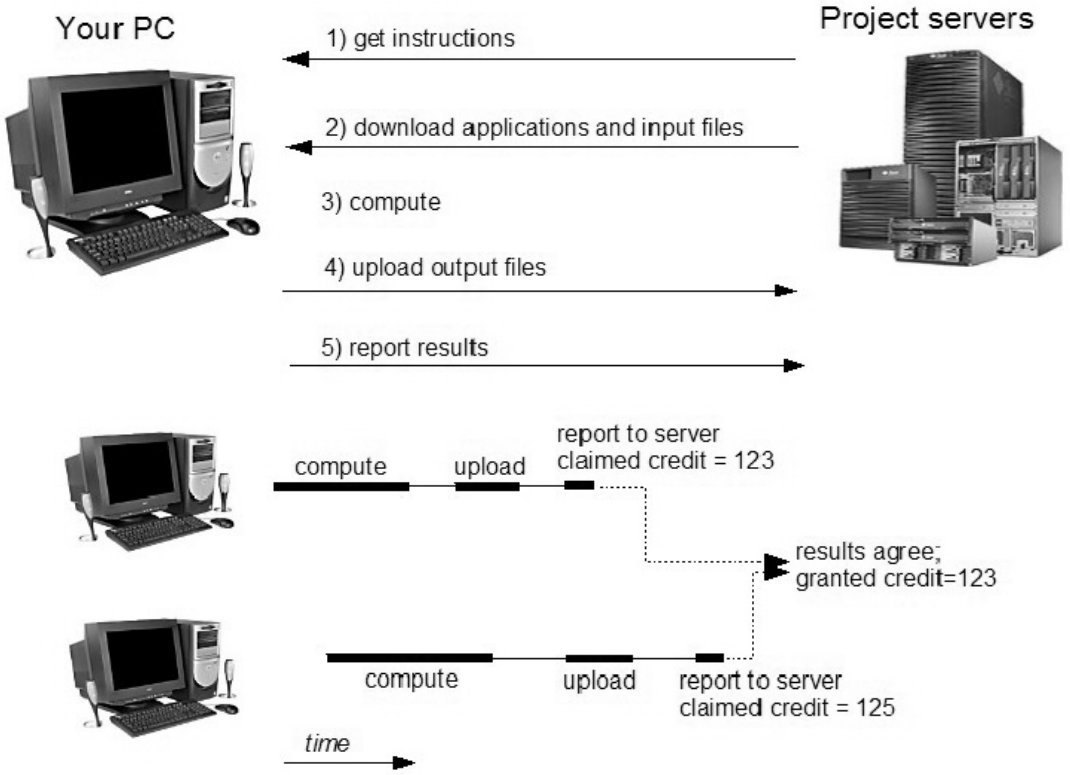
Brief Introduction of BOINC

- ***Berkeley Open Infrastructure for Network Computing***
- ***http://boinc.berkeley.edu/***
- ***Started in February 2002***
- ***The most well-known BOINC-based project, SETI@home, started 2004/06***
- ***BOINC also had been used in following projects:***



Reference:*Architecture and basic principles, Juan Antonio Lopez Perez, CERN, November, 2005*

How BOINC works ?



Reference:*Architecture and basic principles, Juan Antonio Lopez Perez, CERN, November, 2005*

GIVE ME YOUR HAND

IT'S THE BEST WAY TO LEARN

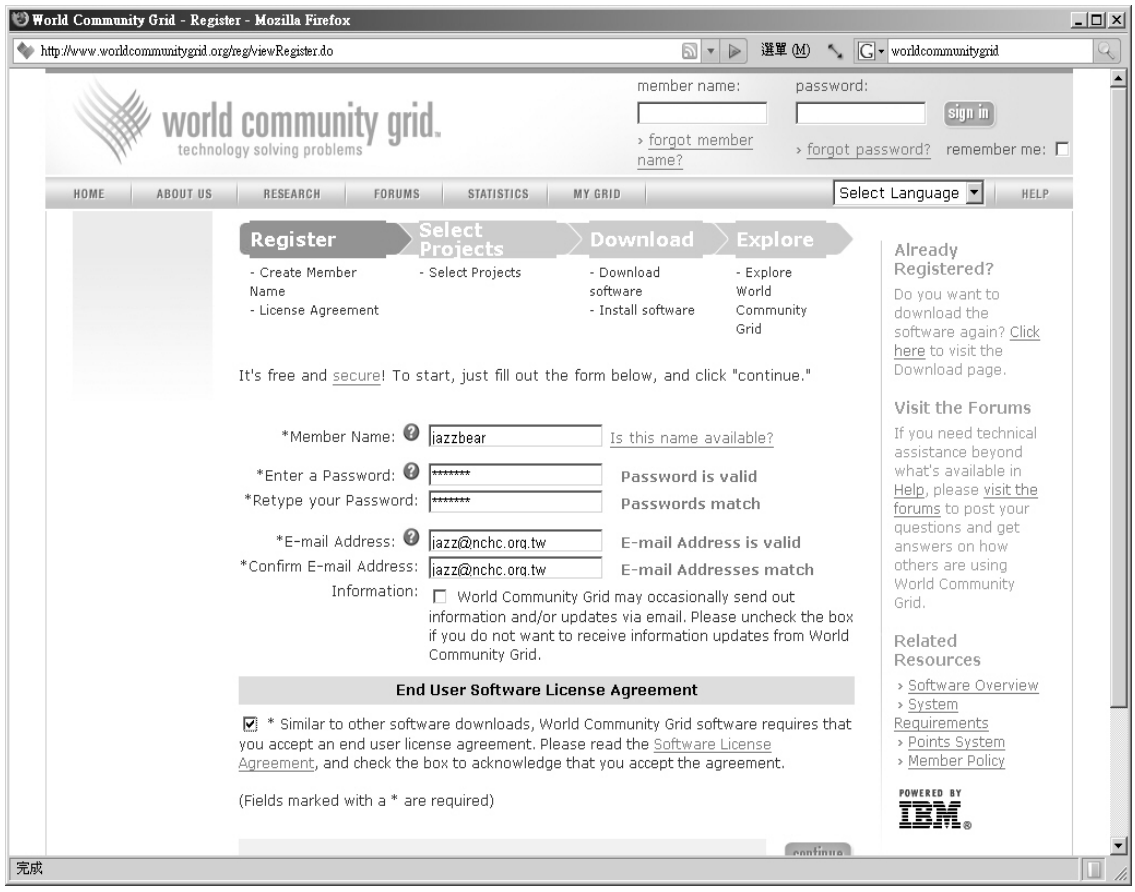
首先介紹一下WorldCommunityGrid

有一些跟生物資訊及藥物設計有管的計畫

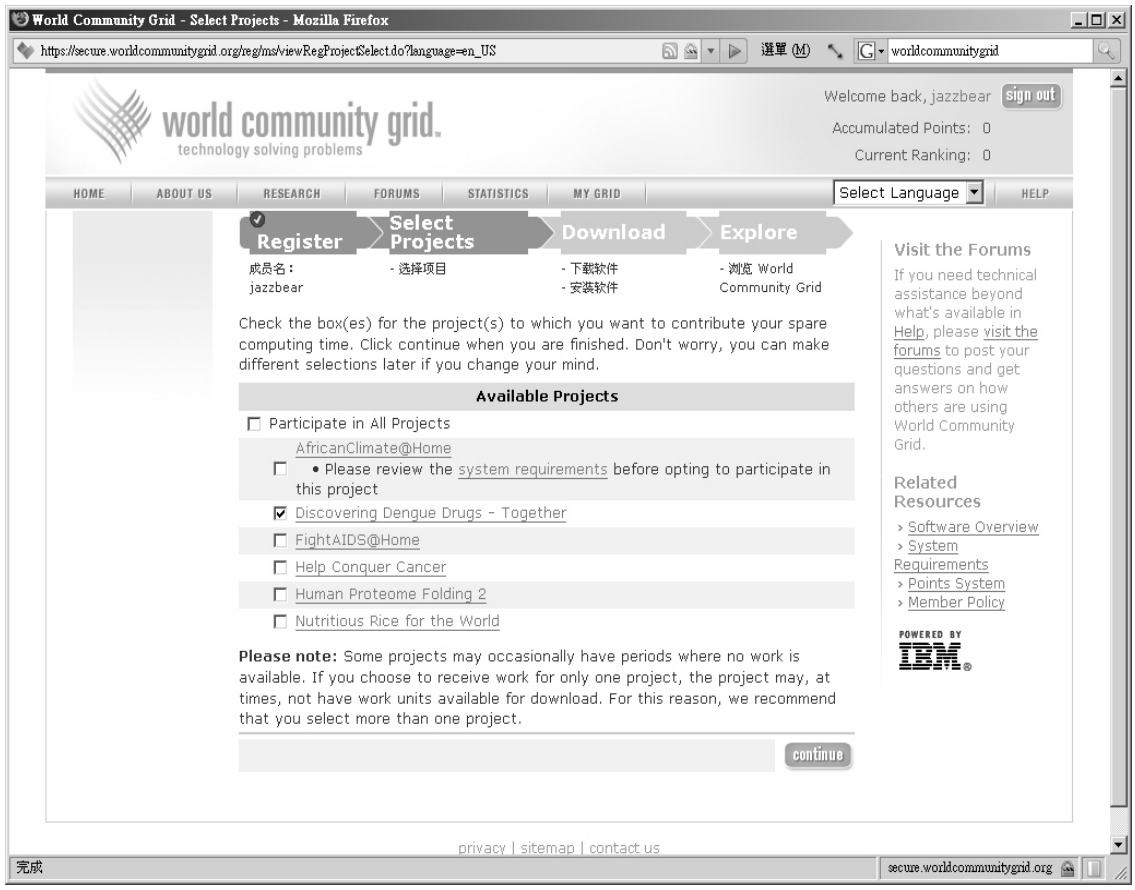
開始實作前，請先加入會員

點選
『成為成員』

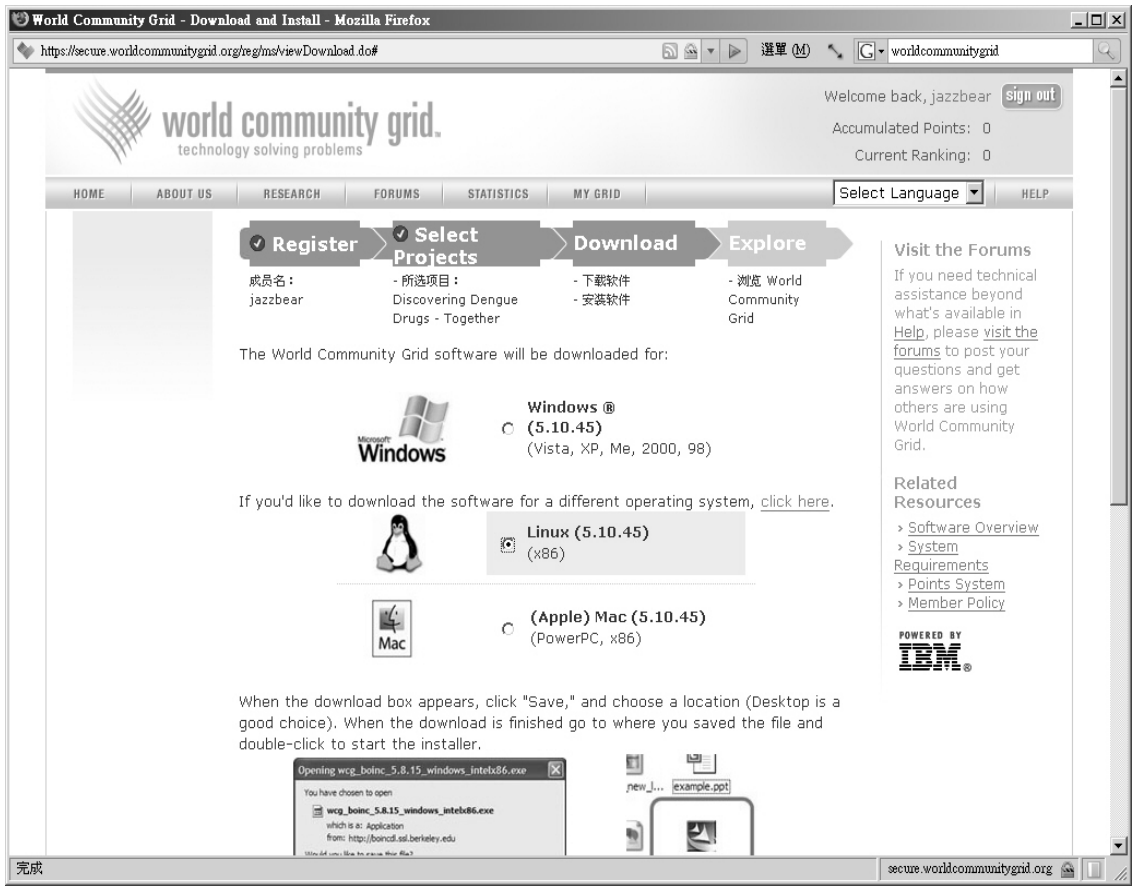
填寫欲申請之帳號資料



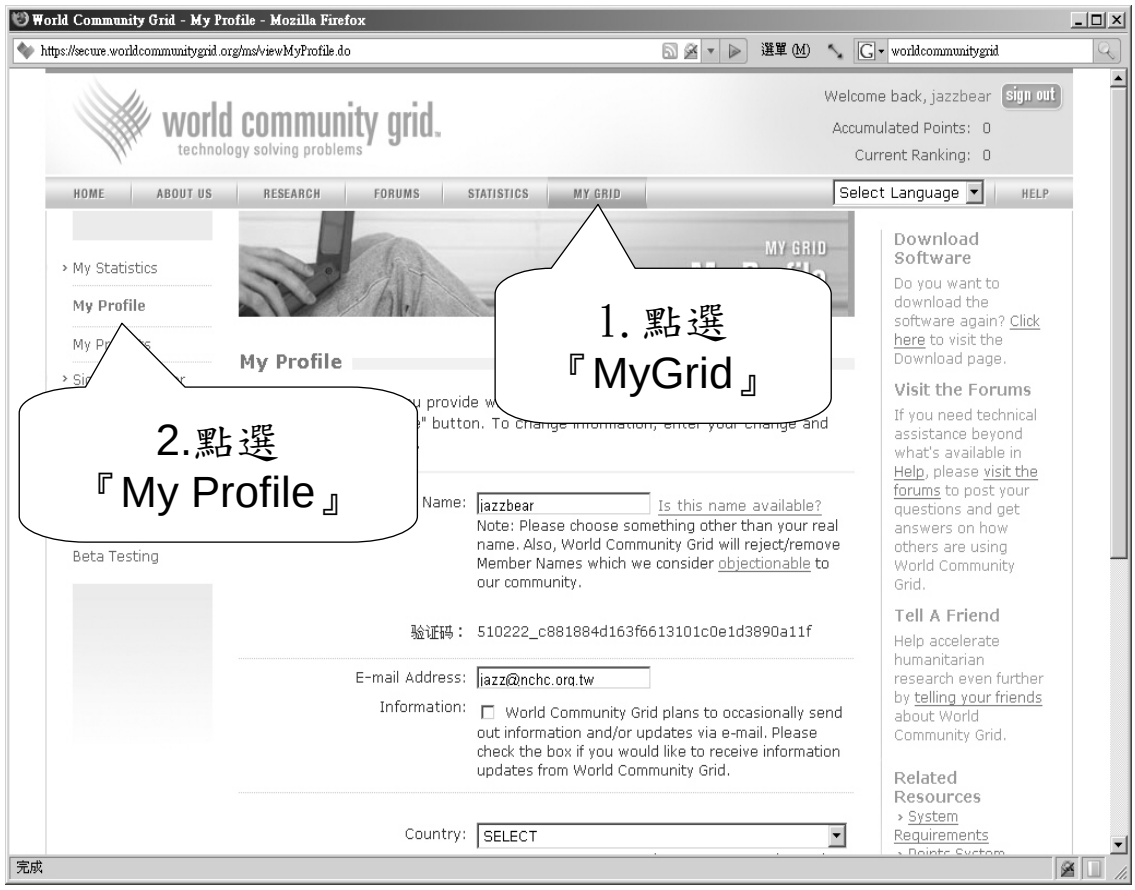
勾選欲參與之大型分散式運算專案



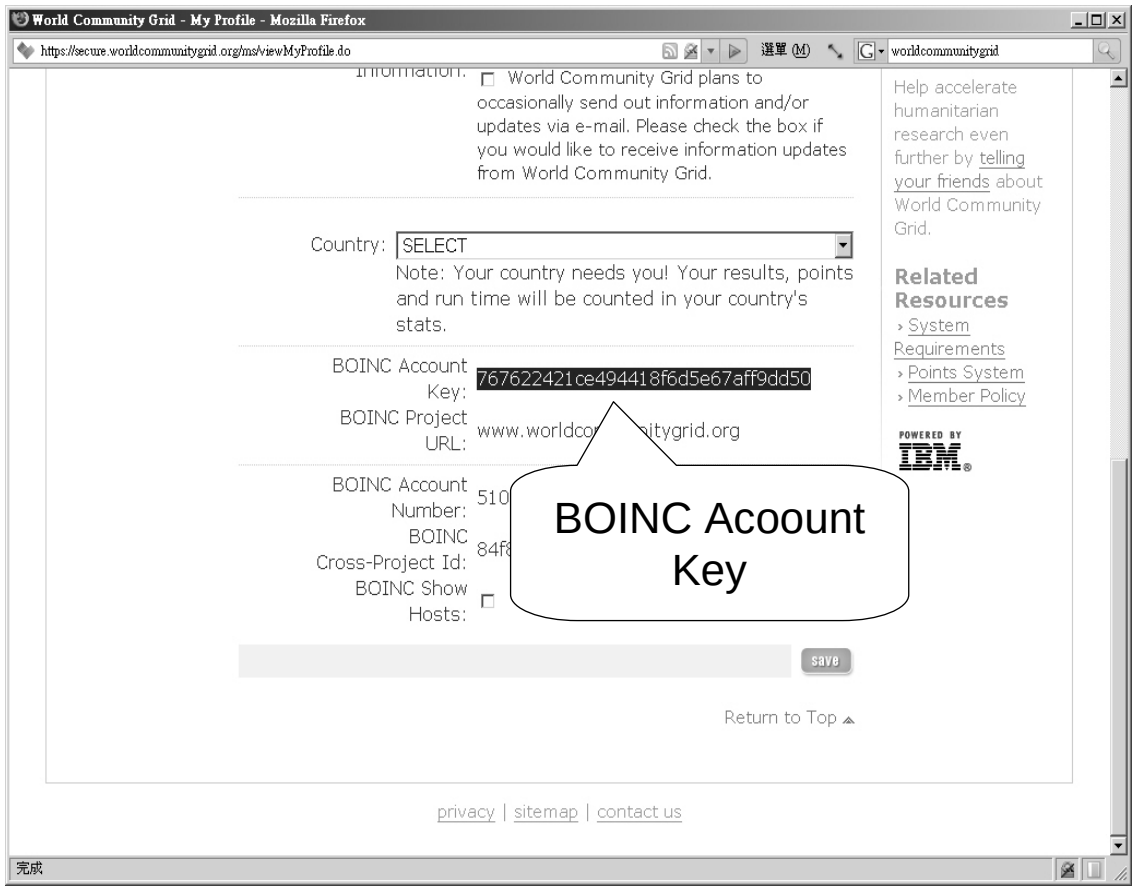
如果你有其他閒置的機器，可下載軟體



等一下的實作會用到BOINC認證金鑰



請留著瀏覽器畫面供待會查詢認證金鑰



財團法人國家實驗研究院

國家高速網路與計算中心

NATIONAL CENTER FOR HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

雲端運算簡介

王耀聰 陳威宇

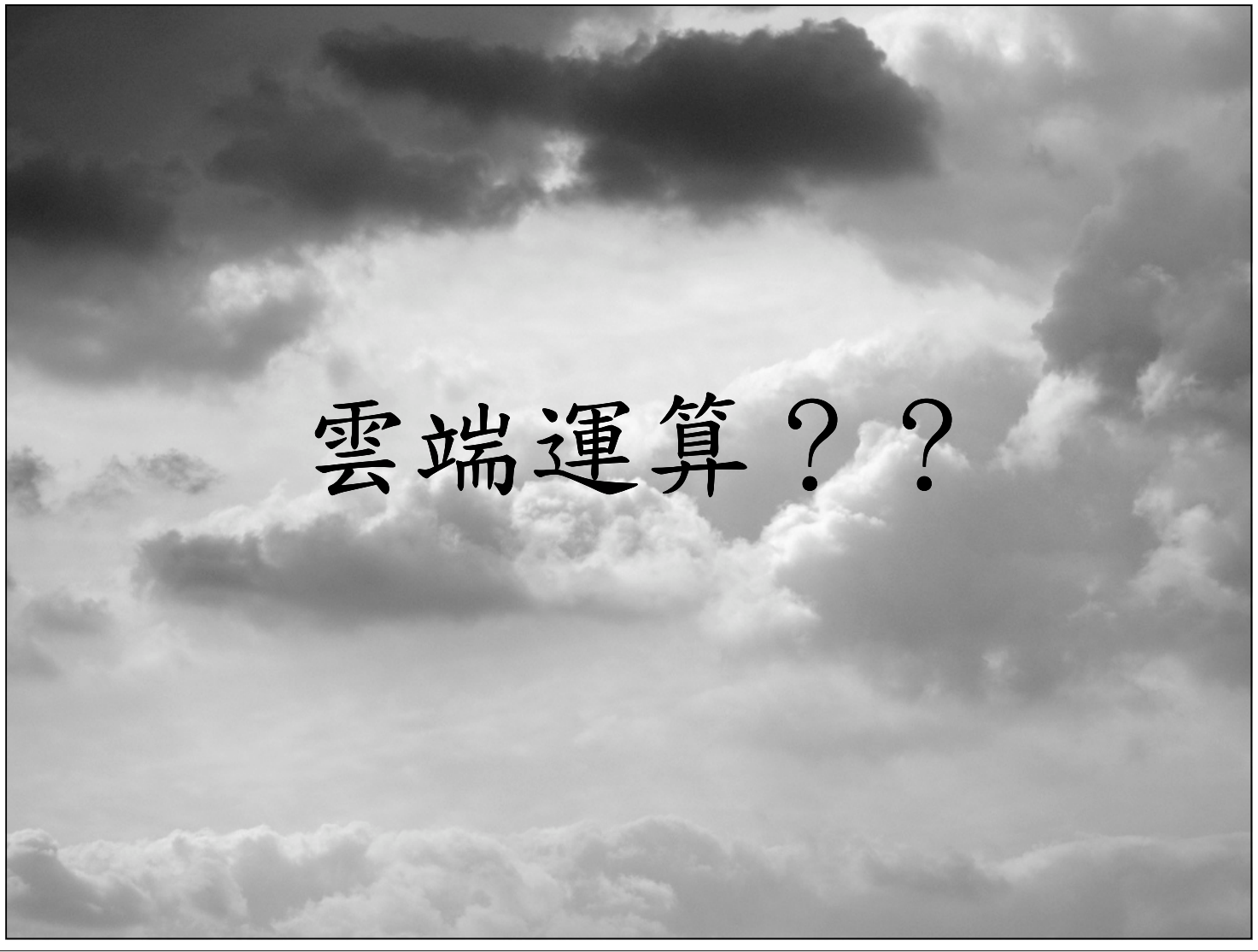
Jazz@nchc.org.tw

waue@nchc.org.tw

2008. 04 . 27-28

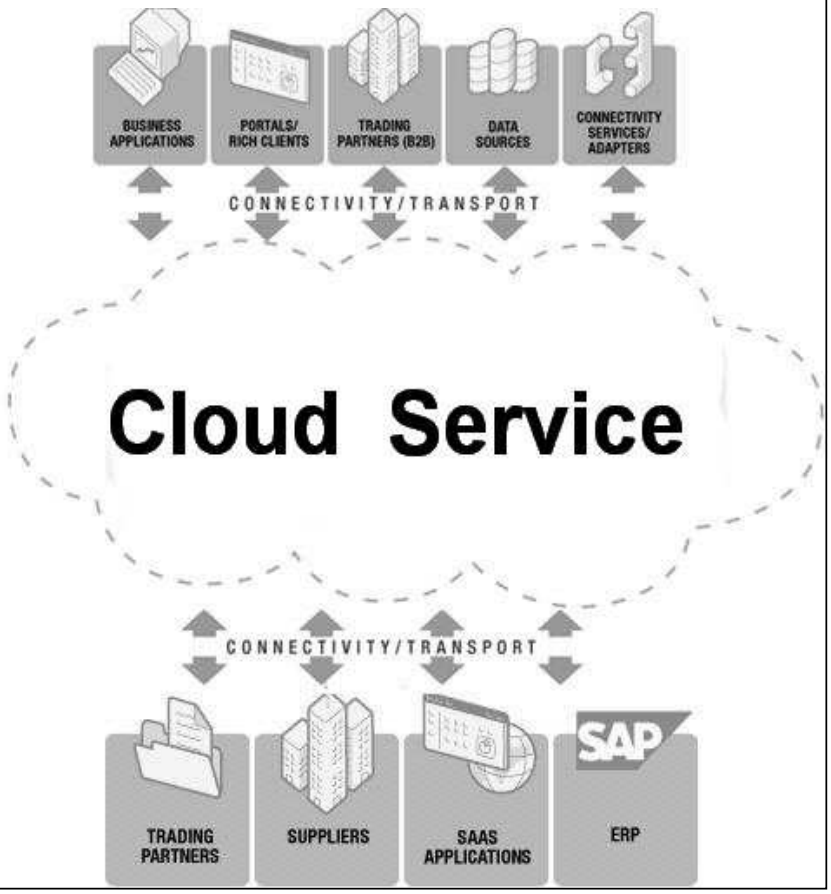
國家高速網路與計算中心(NCHC)

自由軟體實驗室



雲端服務

- Web Email
- 線上掃毒
- YouTube
- 線上文件
- 部落格
- …



雲端運算特色

虛擬化

超大規模

高可靠度

使用者付費

高通用性

高擴充性

成本低

http://baike.baidu.com/view/1316082.htm

雲端運算的架構

User Level

User-Level Middleware

Core Middleware

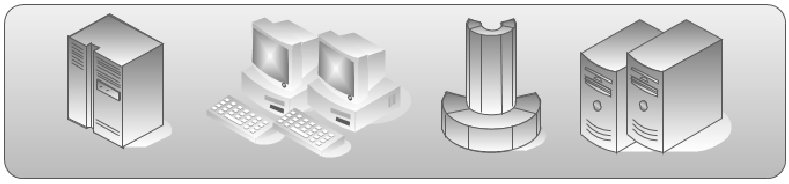
System Level

應用
Social Computing, Enterprise, ISV,…

程式語言
Web 2.0 介面, Mashups, Workflows, …

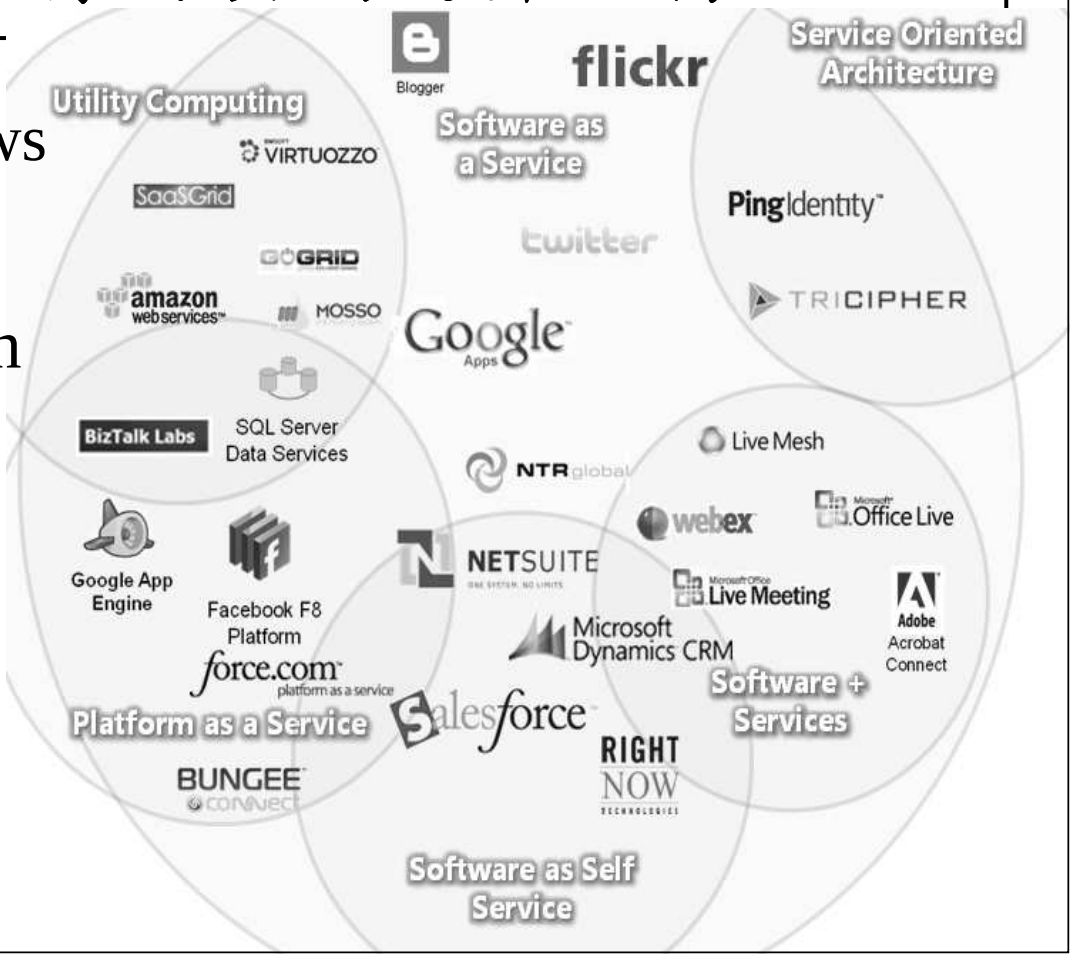
控制
Qos Neqotiation, Ddmission Control, Pricing, SLA Management, Metering…

虛擬化
VM, VM management and Deployment



現有的雲端運算服務

- Windows
- Google
- Amazon
- Yahoo
- …..



Amazon : Web Service

- AWS
- 虛擬化的技術：Amazon EC2
  - Small (Default) $0.10 per hour $0.125 per hour
  - All Data Transfer $0.10 per GB
- 儲存服務：Amazon S3
  - $0.150 per GB – first 50 TB / month of storage used
  - $0.100 per GB – all data transfer in
  - $0.01 per 1,000 PUT, COPY, POST, or LIST requests
- 觀念：Paying for What You Use

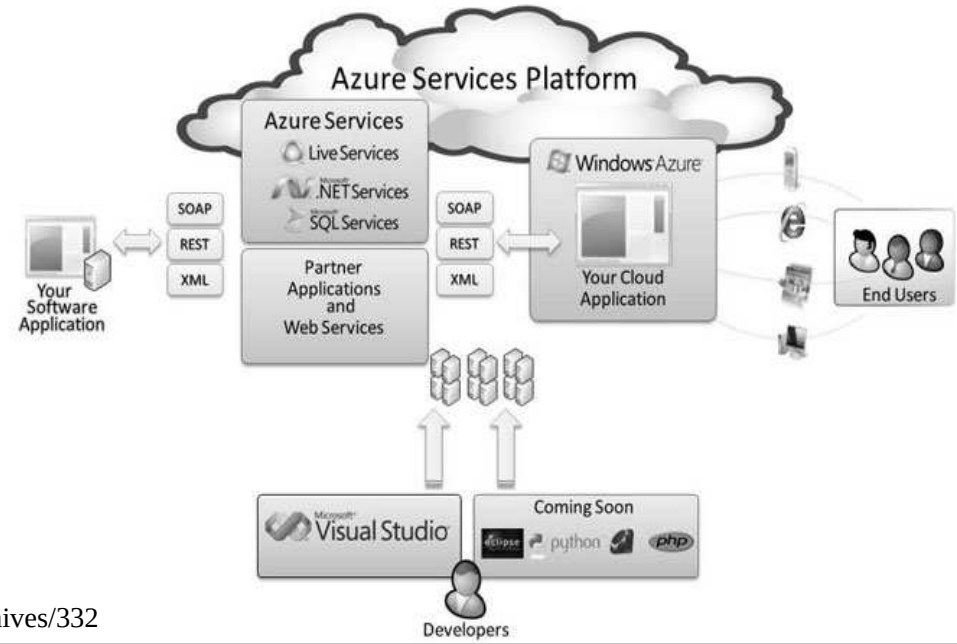
http://eblog.cisanet.org.tw/post/Cloud-Computing.aspx

Google : App Engine

- 網路平台，讓開發者可自行建立網路應用程式於google平台中。
- 提供：
  - 500MB of storage
  - up to 5 million page views a month
  - 10 applications per developer account
- Limit：
  - Language: Python、Java
  - web applications

Windows : Azure

- Windows Azure 是一套雲端服務作業系統。作為 Azure 服務平台的開發、服務代管及服務管理環境。
- .Net services
- SQL services
- Live services



http://tech.cipper.com/index.php/archives/332

Yahoo : Hadoop

- Apache 項目，Yahoo 資助、開發與運用
  - 2006年開始參與開源的雲端運算框架Hadoop，並將其使用在內部服務中。
  - 2008年2：目前最大的Hadoop應用
  - 2千臺伺服器
  - 執行超過1萬個Hadoop虛擬機器
  - 5 Petabytes的網頁內容
  - 分析1兆個網路連結

雲端運算產業類型

SaaS
Software as a Service

PaaS
Platform as a Service

IaaS
Infrastructure as a Service

www.spoutingshite.com/wp-content/uploads/2008/12/saas_and_cloud_computing.ppt

雲端運算產業

IaaS

架構即服務

- 提供了核心計算資源和網絡架構的服務
- infrastructure stack:
  - Full OS access
  - Firewalls
  - Routers
  - Load balancing

雲端運算產業

Examples

- Flexiscale
- AWS: EC2 (Amazon Elastic Compute Cloud)

IaaS

雲端運算產業

平台即服務

- 提供平台給系統管理員和開發人員，以為它構建、測試及部署定製應用程序
- 管理系統的成本昂貴
- Popular services
  - Storage
  - Database
  - Scalability

PaaS

IaaS

雲端運算產業

PaaS

IaaS

Examples

- Google App Engine
- AWS: S3 (Simple Storage Service)
- Microsoft Azure

雲端運算產業

SaaS

PaaS

IaaS

軟體即服務

- 通過Internet提供軟體的模式，用戶向提供商租用基於Web的軟體，來管理企業經營活動，且無需對軟體進行維護，服務提供商會全權管理和維護軟體

雲端運算產業

SaaS

PaaS

IaaS

軟體即服務

- 不用管理硬體與軟體
- 操作簡單 (瀏覽器)
- Pay per use
- Instant Scalability
- Security
- Reliability

雲端運算產業

SaaS

PaaS

IaaS

Examples

- Google Docs
- CRM
- Financial Planning
- Human Resources
- Word processing
- Salesforce.com

比較表

服務 / 屬性	Amazon EC2	Google App Engine	Microsoft Azure	Yahoo Hadoop
架構	Iaas/Paas	Paas	Paas	Software
服務型態	Compute/ Storage	Web application	Web and non-web	Software
管理技術	OS on Xen hypervisor	Application container	OS through Fabric controller	Map / Reduce Architecture
使用者介面	EC2 Command-line tools	Web-based Administration console	Windows Azure portal	Command line and web
APIs	yes	yes	yes	yes
收費	yes	maybe	yes	no
程式語言	AMI (Amazon Machine Image)	Python	.NET framework	Java,

財團法人國家實驗研究院
國家高速網路與計算中心
NATIONAL CENTER FOR HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

Hadoop 簡介

王耀聰 陳威宇
Jazz@nchc.org.tw
waue@nchc.org.tw
2008. 04 . 27-28
國家高速網路與計算中心(NCHC)

Outline

- 什麼是 Hadoop ？
- 有什麼特色？
- 怎麼來的呢？
- 有誰在用？
- 有實用案例嗎？

Hadoop ?

Hadoop is a software platform that lets one easily write and run applications that process vast amounts of data

什麼是 Hadoop

Hadoop

- 以Java開發
- 自由軟體
- 上千個節點
- Petabyte等級的資料量
- 創始者 Doug Cutting
- 為Apache 軟體基金會的 top level project

有什麼特色

特色

- 巨量
  - 擁有儲存與處理大量資料的能力
- 經濟
  - 可以用在由一般PC所架設的叢集環境內
- 效率
  - 籍由平行分散檔案的處理以致得到快速的回應
- 可靠
  - 當某節點發生錯誤，系統能即時自動的取得備份資料以及佈署運算資源

有什麼特色

起源:2002-2004

- Lucene
  - 用Java設計的高效能文件索引引擎API
  - 索引文件中的每一字，讓搜尋的效率比傳統逐字比較還要高的多
- Nutch
  - nutch是基於開放原始碼所開發的web search
  - 利用Lucene函式庫開發

怎麼來的

起源：Google論文

- Google File System
  - 可擴充的分散式檔案系統
  - 設計目的在於可以給大量的用戶提供總體性能較高的服務
  - 適用於分散式、對大量資訊進行存取的應用
  - 可運作在一般的普通主機上，且提供錯誤容忍的能力
- “The Google File System“發表於SOSP' 03 October，並將設計的概念公開

怎麼來的

起源：Google論文

- Google's GFS & MapReduce papers published:
  - SOSP 2003 : "The Google File System"
    - OSDI 2004 : "MapReduce : Simplifed Data Processing on Large Cluster"
    - OSDI 2006 : "Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data"
- directly address Nutch's scaling issues

http://research.google.com/pubs/papers.html

怎麼來的

起源:2004~

- Dong Cutting 開始參考論文來實做
- Added DFS & MapReduce implement to Nutch
- Nutch 0.8版之後，Hadoop為獨立項目
- Yahoo 於2006年僱用Dong Cutting 組隊專職開發
  - Team member = 14 （engineers, clusters, users, etc.)

有誰在用

誰在用Hadoop

- Yahoo 為最大的贊助商
- IBM 與 Google 在大學開授雲端課程的主要內容
- Hadoop on Amazon Ec2/S3
- More…:

- A9.com
- ADSDAQ by Contextweb
- EHarmony
- Facebook
- Fox Interactive Media
- IBM
- ImageShack
- ISI
- Joost
- Last.fm
- Powerset
- The New York Times
- Rackspace
- Veoh
- Metaweb

實用案例

Hadoop於yahoo的運作資訊

年份	日期	節點數	耗時（小時）
2006	四月	188	47.9
2006	五月	500	42
2006	十一月	20	1.8
2006	十一月	100	3.3
2006	十一月	500	5.2
2006	十一月	900	7.8
2007	七月	20	1.2
2007	七月	100	1.3
2007	七月	500	2
2007	七月	900	2.5

Sort benchmark, every nodes with terabytes data.

實用案例

Hadoop於yahoo的部屬情形

資料標題：Yahoo! Launches World's Largest Hadoop Production Application

資料日期：February 19, 2008

Number of links between pages in the index	roughly 1 trillion links
Size of output	over 300 TB, compressed!
Number of cores used to run single Map-Reduce job	over 10,000
Raw disk used in the production cluster	over 5 Petabytes

實用案例

Hadoop於yahoo的部屬情形

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**

瞭解更多

Hadoop 與google的對應

Develop Group	Google	Apache
Sponsor	Google	Yahoo, Amazon
Algorithm Method	MapReduce	Hadoop
Resource	open document	open source
File System (MapReduce)	GFS	HDFS
Storage System (for structure data)	big-table	Hbase
Search Engine	Google	nutch
OS	Linux	Linux / GPL

Hadoop Distributed File System

王耀聰 陳威宇
Jazz@nchc.org.tw
waue@nchc.org.tw
2008. 04 . 27-28
國家高速網路與計算中心(NCHC)

Outline

- HDFS 的定義 ？
- HDFS 的特色？
- HDFS 的架構 ？
- HDFS 運作方式 ？
- HDFS 如何達到其宣稱的好處 ？
- HDFS 功能？

HDFS？

- Hadoop Distributed File System
  - Hadoop : 自由軟體專案，為實現Google的MapReduce架構
  - HDFS: Hadoop專案中的檔案系統
- 實現類似Google File System
  - GFS是一個易於擴充的分散式檔案系統，目的為對大量資料進行分析
  - 運作於廉價的普通硬體上，又可以提供容錯功能
  - 給大量的用戶提供總體性能較高的服務

名詞

- Job
  - 任務
- Task
  - 小工作
- JobTracker
  - 任務分派者
- TaskTracker
  - 小工作的執行者
- Client
  - 發起任務的客戶端
- Map
  - 應對
- Reduce
  - 總和
- Namenode
  - 名稱節點
- Datanode
  - 資料節點
- Namespace
  - 名稱空間
- Replication
  - 副本
- Blocks
  - 檔案區塊 (64M)
- Rack awareness
  - 用來告知網路拓樸狀況
- Metadata
  - 屬性資料

HDFS
的特色？

設計目標 (1)

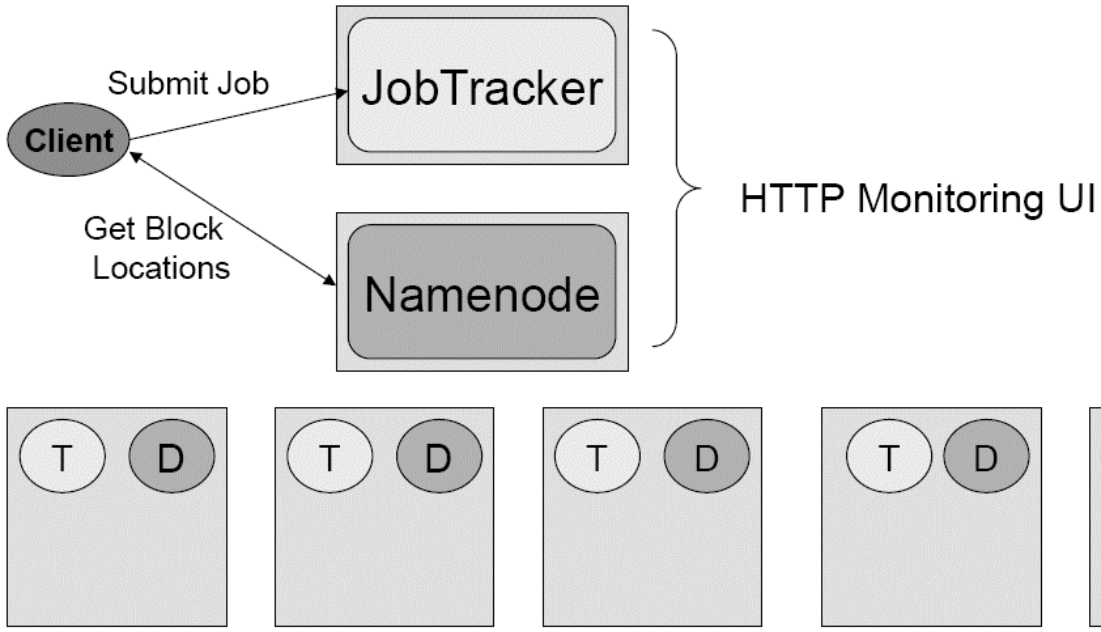
- 硬體錯誤容忍能力
  - 硬體錯誤是正常而非異常
  - 迅速地自動恢復
- 串流式的資料存取
  - 批次處理多於用戶交互處理
  - **高Throughput** > 低Latency
- 大規模資料集
  - 支援Perabytes等級的磁碟空間

HDFS
的特色？

設計目標 (2)

- 一致性模型
  - 一次寫入，多次存取
  - 簡化一致性處理問題
- 在地運算
  - **移動到資料節點計算** > 移動資料過來計算
- 異質平台移植性
  - 即使硬體不同也可移植、擴充

架構



管理資料

Namenode

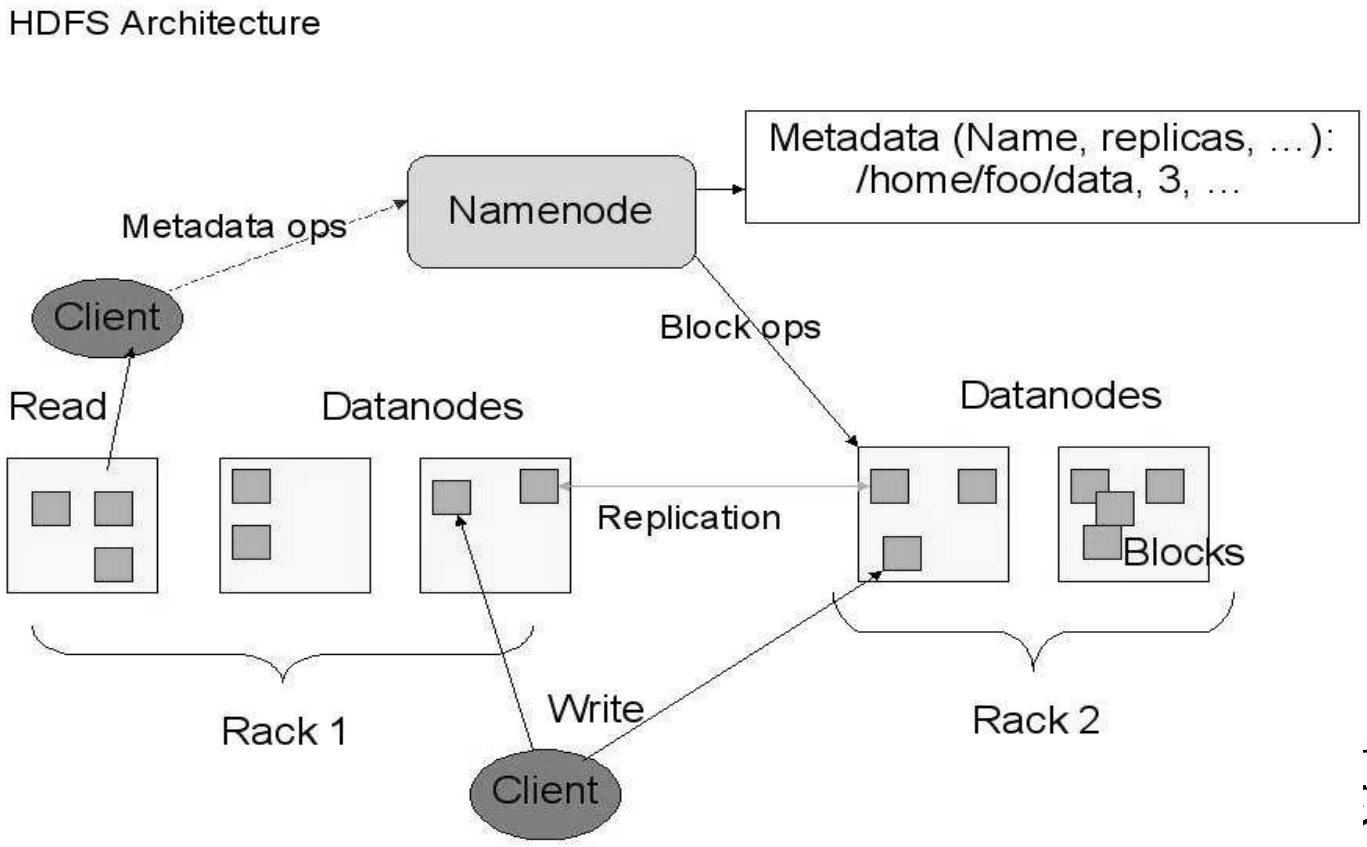
- Master
- 管理HDFS的名稱空間
- 控制對檔案的讀/寫
- 配置副本策略
- 對名稱空間作檢查及紀錄

Datanode

- Workers
- 執行讀/寫動作
- 執行Namenode的副本策略

HDFS的架構？

管理資料



HDFS的架構？

分派程序

Jobtracker

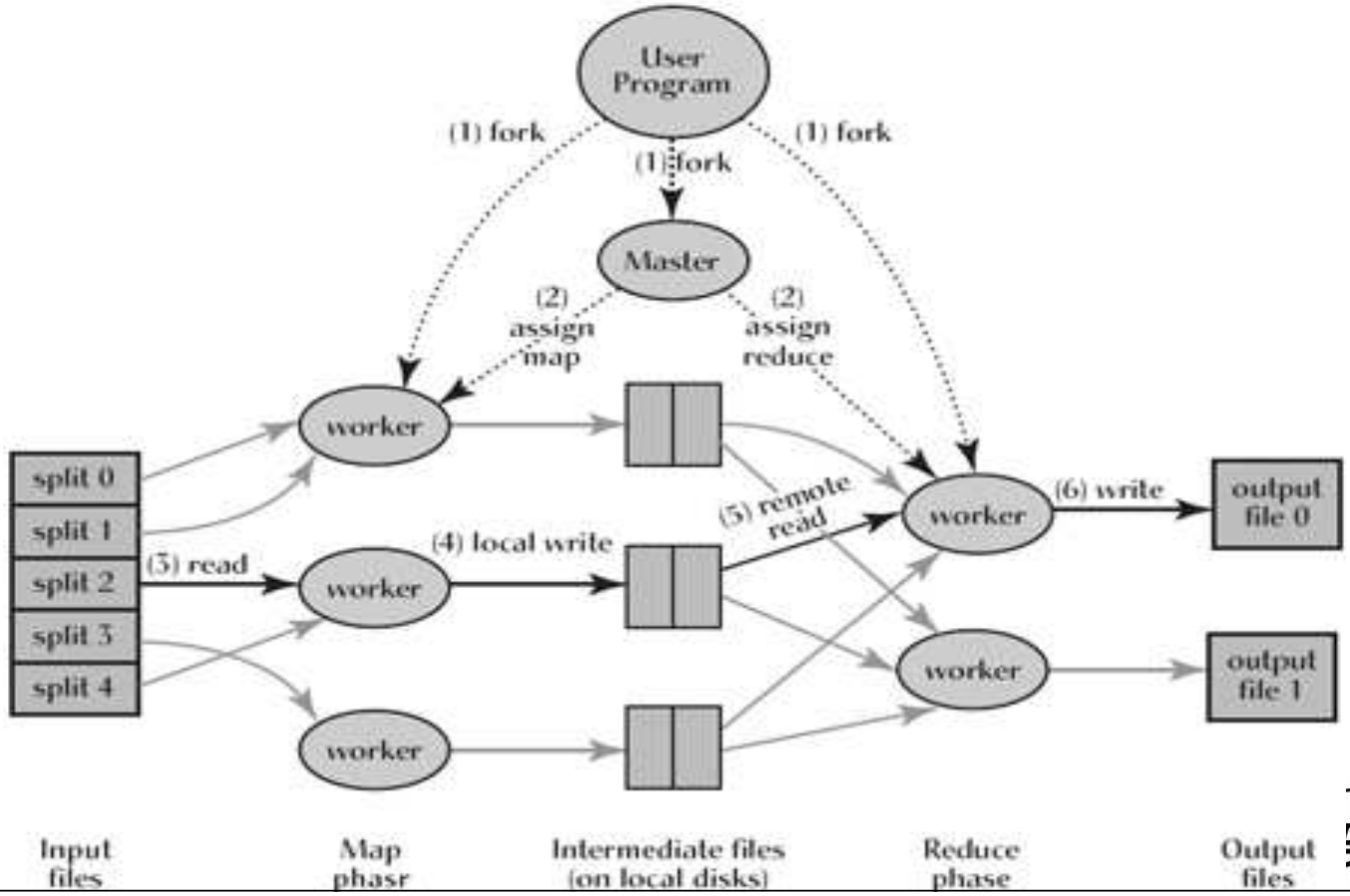
- Master
- 使用者發起工作
- 指派工作給 Tasktrackers
- 排程決策、工作分配、錯誤處理

Tasktrackers

- Workers
- 運作Map 與 Reduce 的工作
- 管理儲存、回覆運算結果

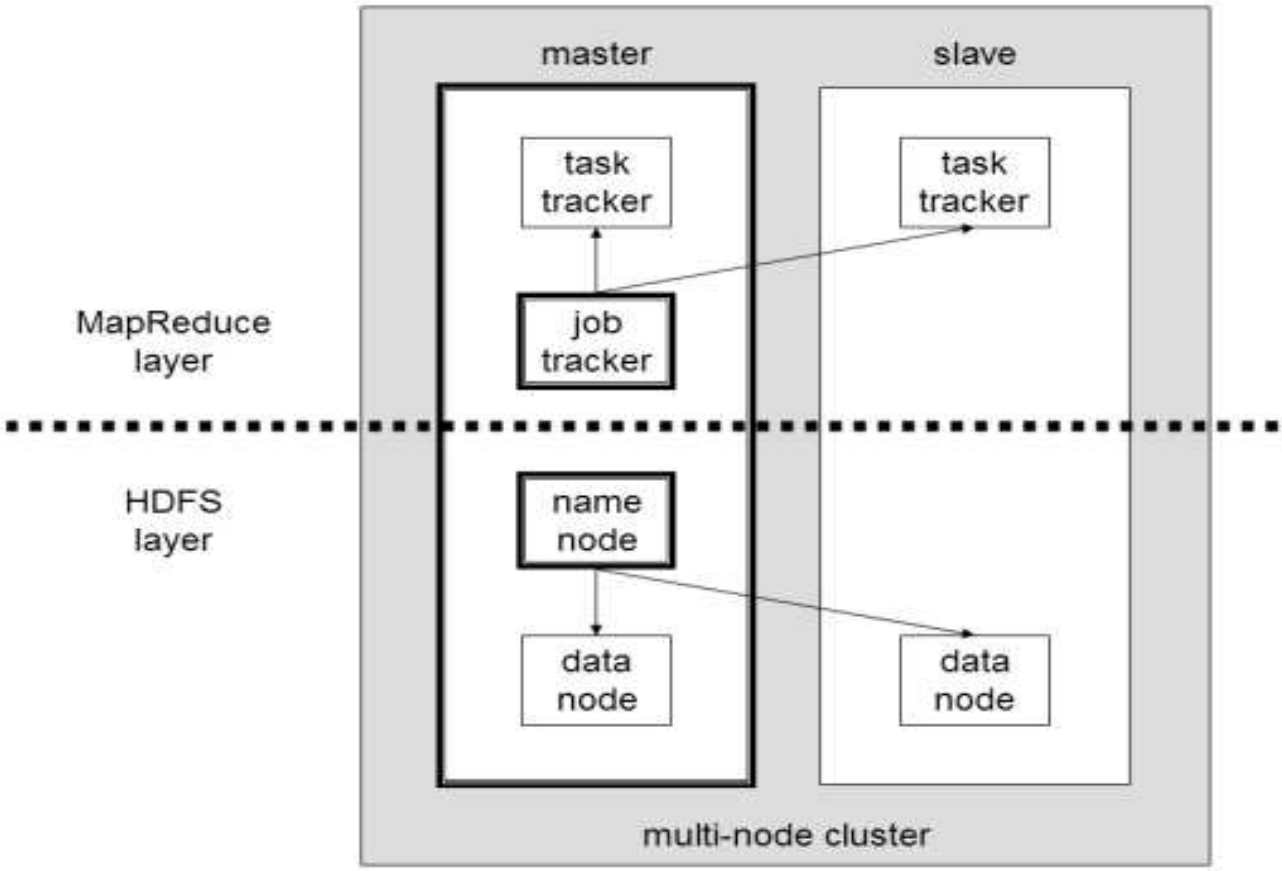
HDFS的架構？

分派程序



HDFS的架構？

Overview



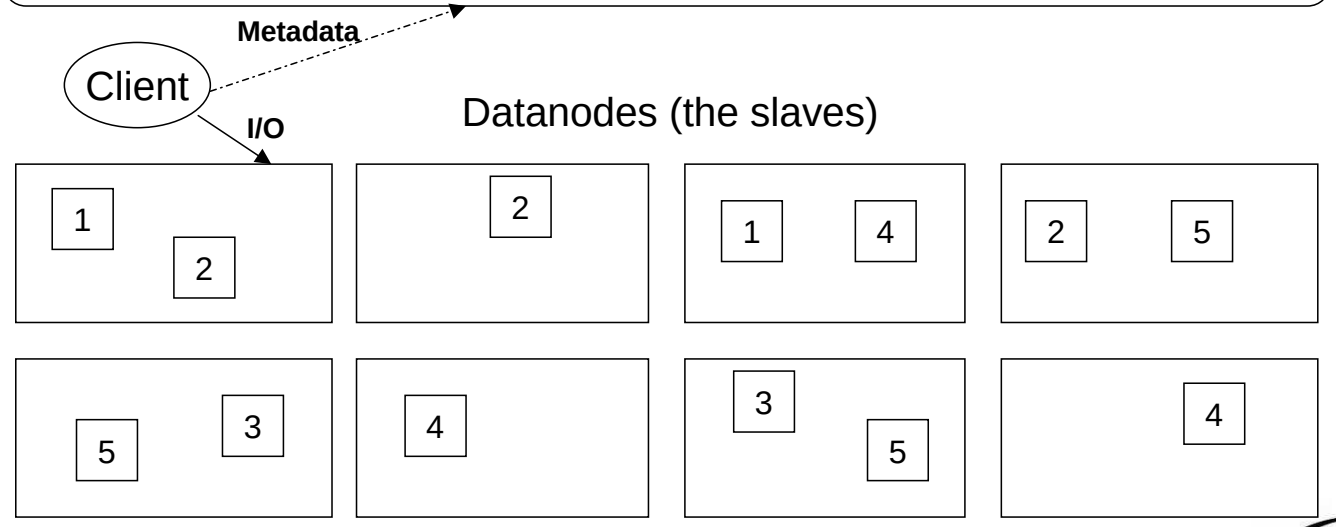
HDFS
運作方式？

HDFS 運作

Namenode (the master)

檔案路徑– 副本數，由哪幾個block組成

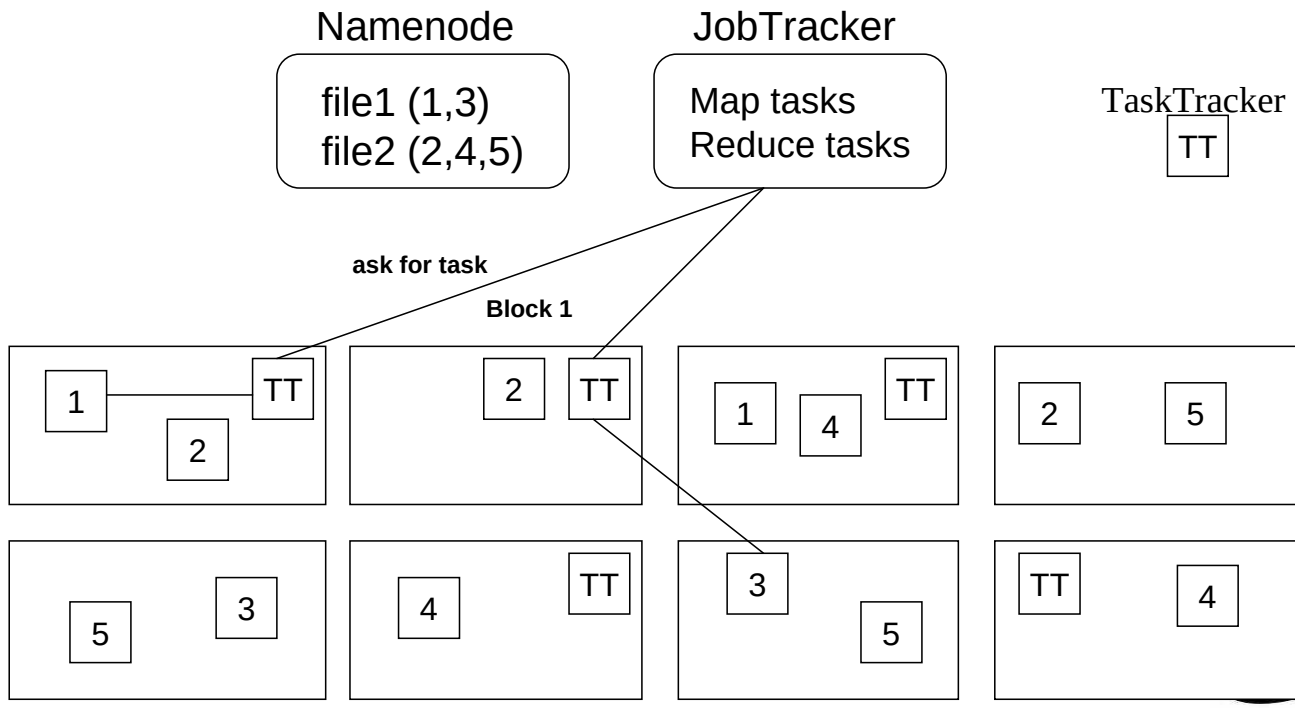
name:/users/joeYahoo/myFile - copies:2, blocks:{1,3}
name:/users/bobYahoo/someData.gzip, copies:3, blocks:{2,4,5}



HDFS
運作方式？

HDFS 運作

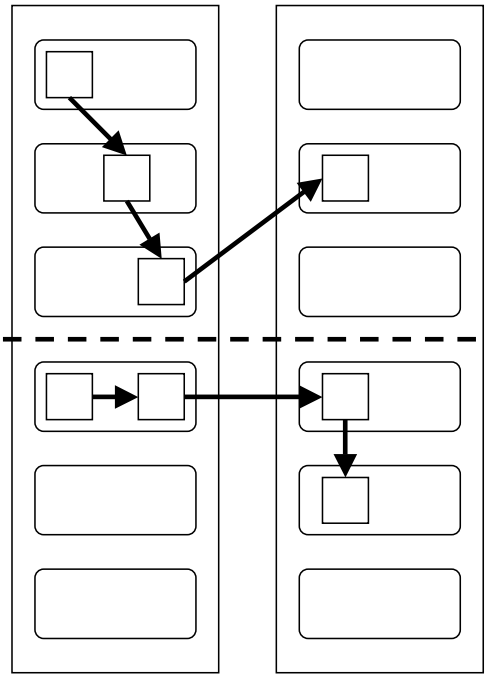
- 目的：提高系統的可靠性與讀取的效率
  - 可靠性：節點失效時讀取副本已維持正常運作
  - 讀取效率：分散讀取流量（但增加寫入時效能瓶頸）



HDFS
運作方式？

HDFS 副本備份機制

- Original ~
  - First : 同機架的不同節點
  - Second : 同機架的另一節點
  - Third : 不同機架另一節點
  - More : 隨機挑選



- Hadoop 0.17 ~
  - First : 同Client的節點上
  - Second : 不同機架中的節點上
  - Third : 同第二個副本的機架中的另一個節點上
  - More : 隨機挑選

如何達成
其好處？

可靠性機制

常見的三種錯誤狀況

- 資料崩毀
- 網路或資料節點失效
- 名稱節點錯誤

- 資料完整性
  - checked with CRC32
  - 用副本取代出錯資料
- Heartbeat
  - Datanode 定期向Namenode送heartbeat
- Metadata
  - FSImage、Editlog為核心印象檔及日誌檔
  - 多份儲存，當NameNode壞掉可以手動復原

如何達成其好處？

一致性與效能機制

- 檔案一致性機制
  - 刪除檔案＼新增寫入檔案＼讀取檔案皆由Namenode負責
- 巨量空間及效能機制
  - 以Block為單位： 64M為單位
  - 在HDFS上得檔案有可能大過一顆磁碟
  - 大區塊可提高存取效率
  - 區塊均勻散佈各節點以分散讀取流量

功能為何？

HDFS的功能

- 類POXIS指令
- 權限控管
- 超級用戶模式
- Web 瀏覽
- 用戶配額管理
- 分散式複製檔案

功能為何？

POSIX Like

```
hadoop fs [-fs <local | file system URI>] [-conf <configuration file>]
        [-D <property=value>] [-ls <path>] [-lsr <path>] [-du <path>]
        [-dus <path>] [-mv <src> <dst>] [-cp <src> <dst>] [-rm <src>]
        [-rmr <src>] [-put <localsrc> <dst>] [-copyFromLocal <localsrc> <dst>]
        [-moveFromLocal <localsrc> <dst>] [-get <src> <localdst>]
        [-getmerge <src> <localdst> [addnl]] [-cat <src>]
        [-copyToLocal <src><localdst>] [-moveToLocal <src> <localdst>]
        [-mkdir <path>] [-report] [-setrep [-R] [-w] <rep> <path/file>]
        [-touchz <path>] [-test -[ezd] <path>] [-stat [format] <path>]
        [-tail [-f] <path>] [-text <path>]
        [-chmod [-R] <MODE[,MODE]... | OCTALMODE> PATH...]
        [-chown [-R] [OWNER][:[GROUP]] PATH...]
        [-chgrp [-R] GROUP PATH...]
        [-help [cmd]]
```

Map Reduce 介紹

王耀聰 陳威宇
Jazz@nchc.org.tw
waue@nchc.org.tw
2008. 04 . 27-28
國家高速網路與計算中心(NCHC)

Outline

- Why should we learn this ?
- What is MapReduce ?
- Where does it fix ?
- What is its benefit ?
- How does it work ?
- Must be in Java ?

Why should we learn this ?

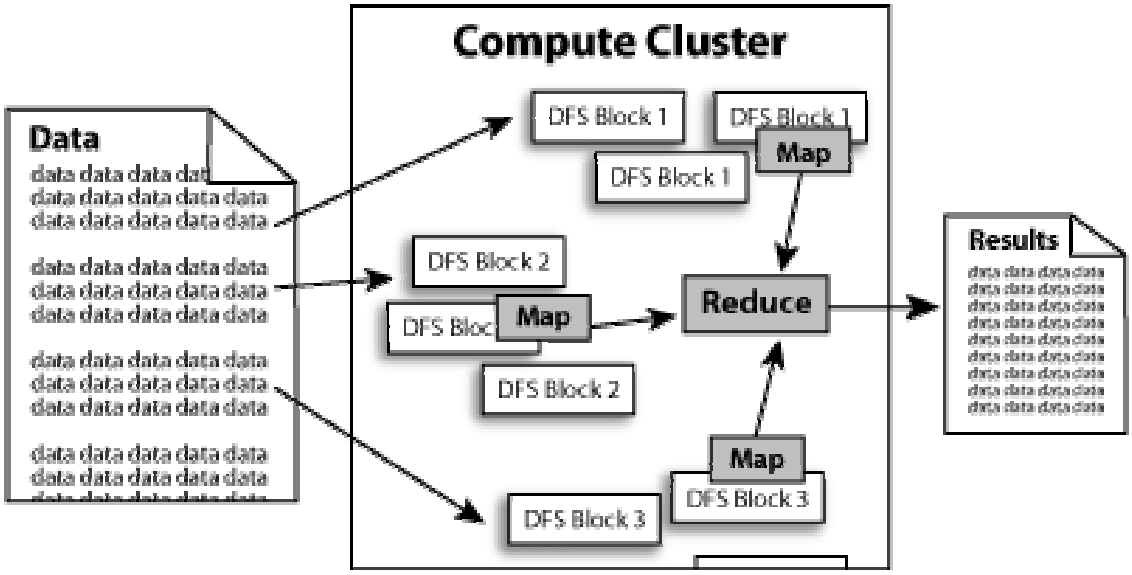
目的

知己知彼百戰百勝

太歲頭上動土

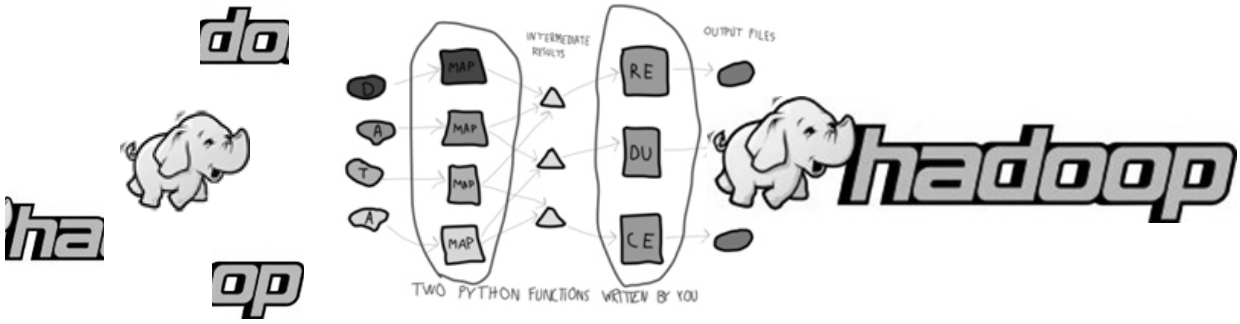
What is MapReduce ?

Google 原生定義



MapReduce is a framework for computing certain kinds of distributable problems using a large number of computers (nodes), collectively referred to as a cluster.

Hadoop MapReduce定義



Hadoop Map/Reduce是一個易於使用的軟體平台，以MapReduce為基礎的應用程序，能夠運作在由上千台PC所組成的大型叢集上，並以一種可靠容錯的方式平行處理上P級別的資料集。

MapReduce由來

- Functional Programming : Map Reduce
  - map(...) :
    - [1,2,3,4] – (*2) -> [2,4,6,8]
  - reduce(...):
    - [1,2,3,4] - (sum) -> 10
  - 對應演算法中的Divide and conquer
  - 將問題分解成很多個小問題之後，再做總和
- 首先被Google引用到程式設計的軟體架構內，使用在大規模數據的運算中

Where does it fix ?

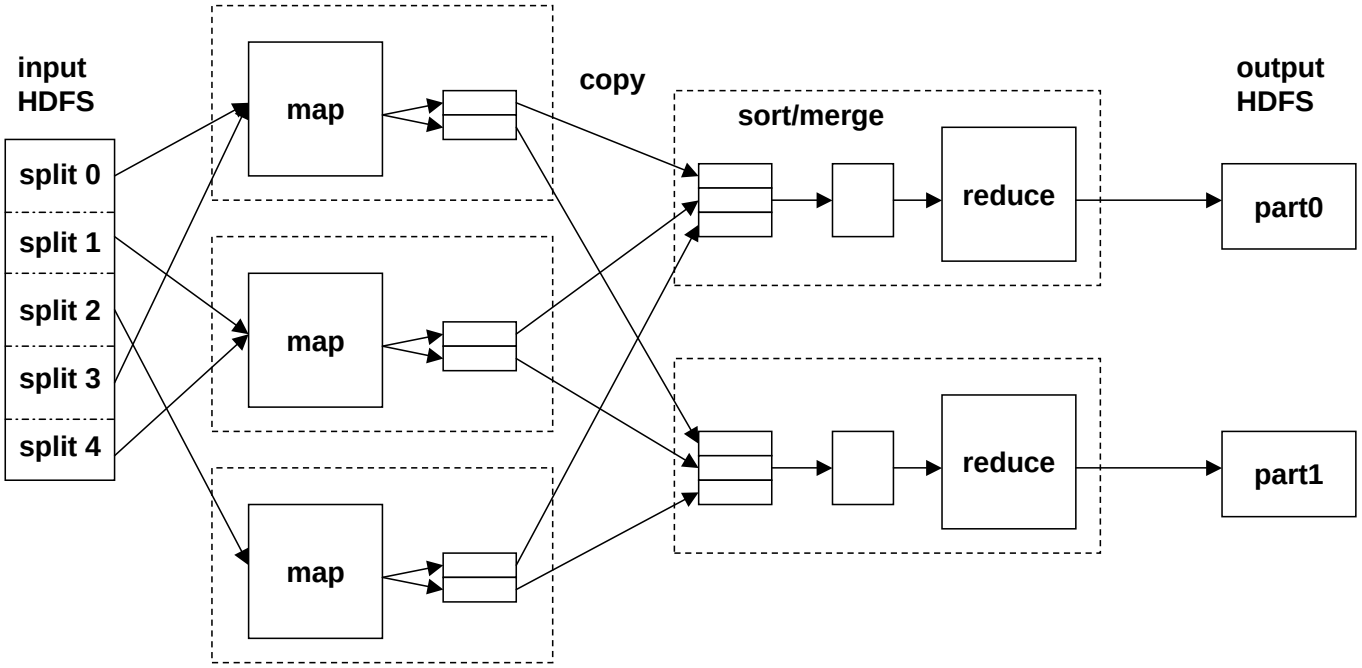
應用範圍

- Text tokenization
- Indexing and Search
- Data mining
- machine learning
- …

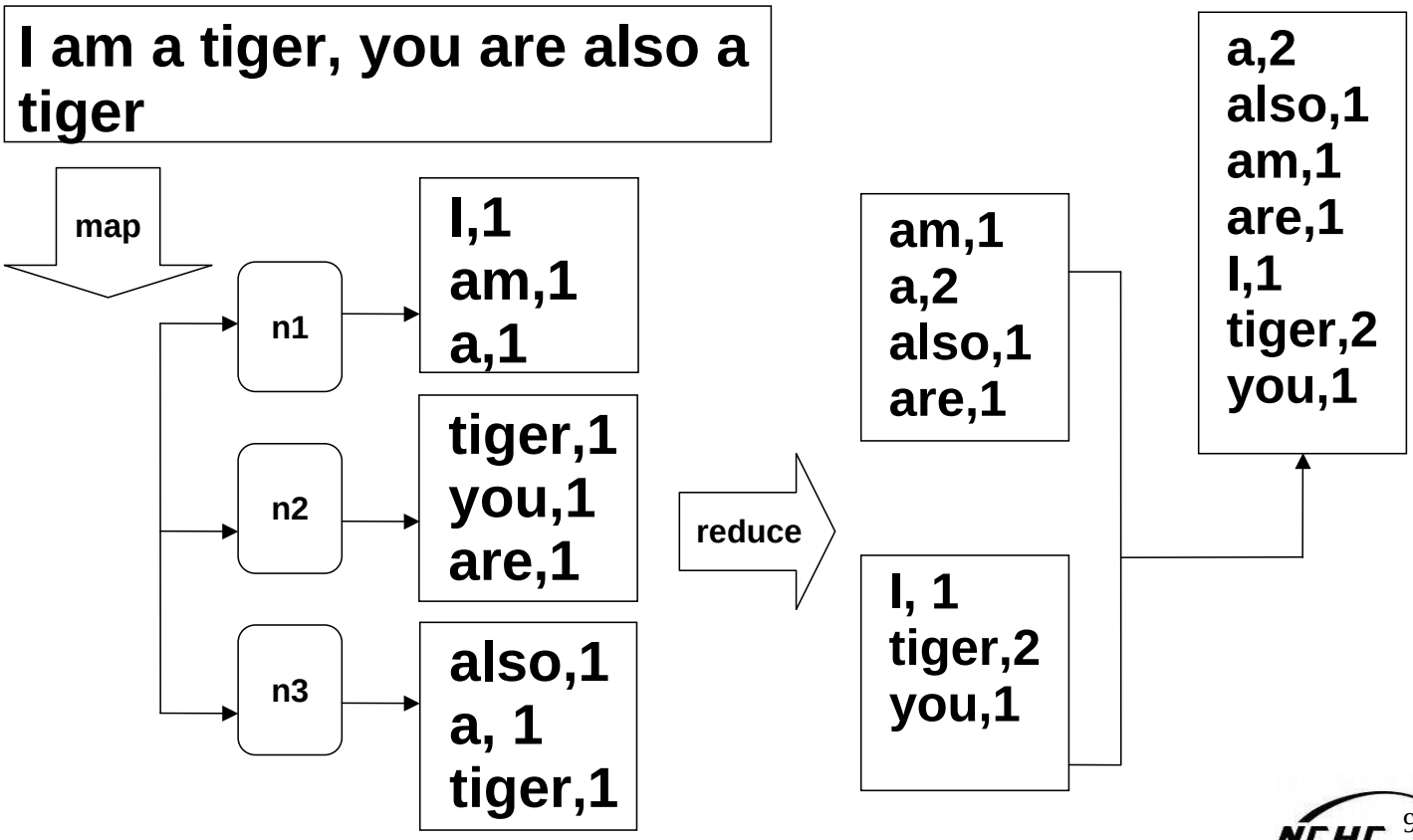
http://www.dbms2.com/2008/08/26/known-applications-of-mapreduce/

How does it work ?

MapReduce 運作流程



範例



Streaming & Pipes

- 雖然Hadoop框架是用Java實作，但Map/Reduce應用程序則不一定要用 Java來寫
- Hadoop Streaming ：
  - 執行作業的工具，使用者可以用其他語言（如：PHP）套用到Hadoop的mapper和reducer
- Hadoop Pipes：C++ API

Map Reduce Programming

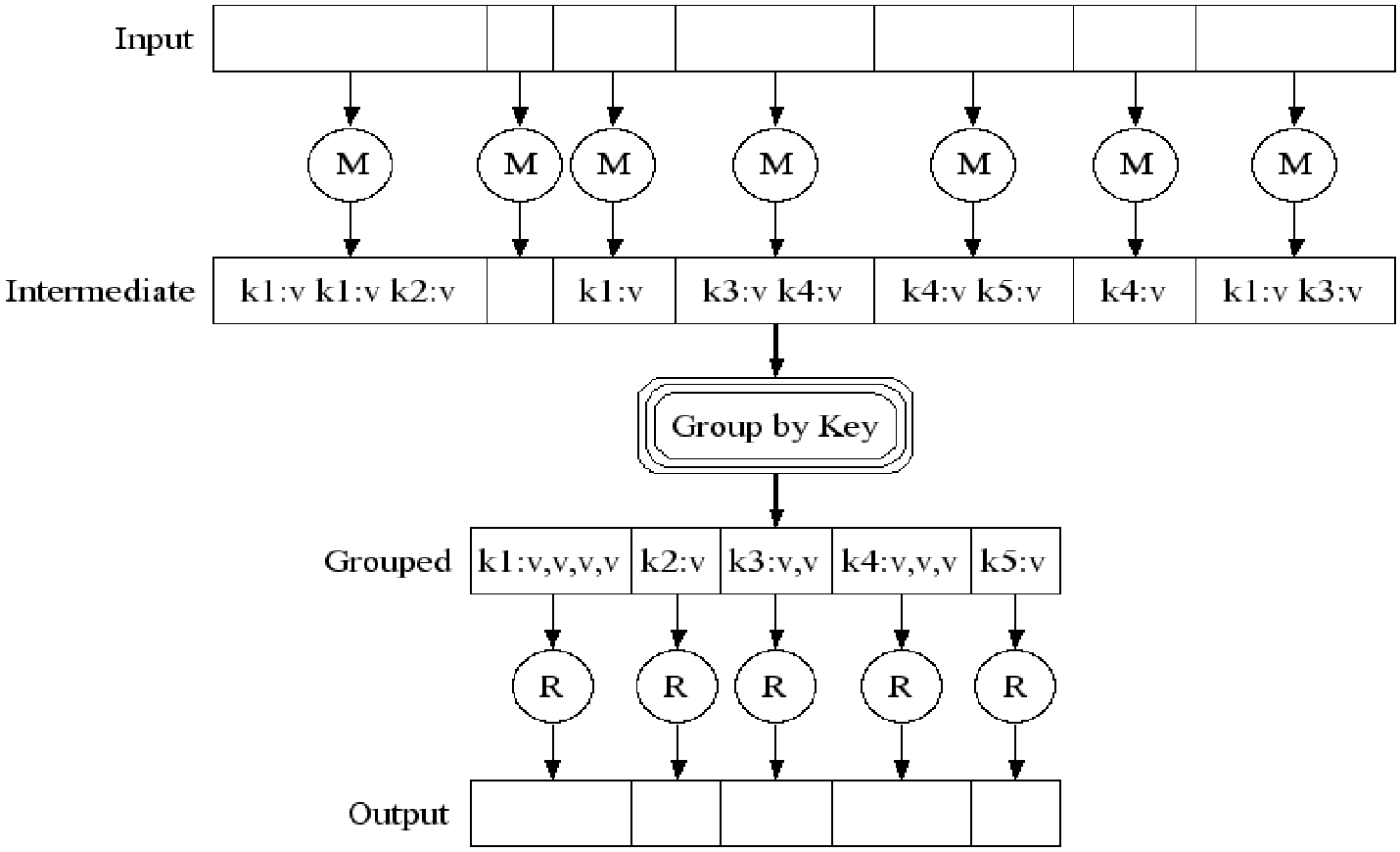
王耀聰 陳威宇
Jazz@nchc.org.tw
waue@nchc.org.tw
2008. 04 . 27-28
國家高速網路與計算中心(NCHC)

Outline

- 概念
- 程式基本框架及執行步驟方法
- 範例一:
  - Hadoop 的 Hello World => Word Count
  - 說明
  - 動手做
- 範例二:
  - 進階版=> Word Count 2
  - 說明
  - 動手做

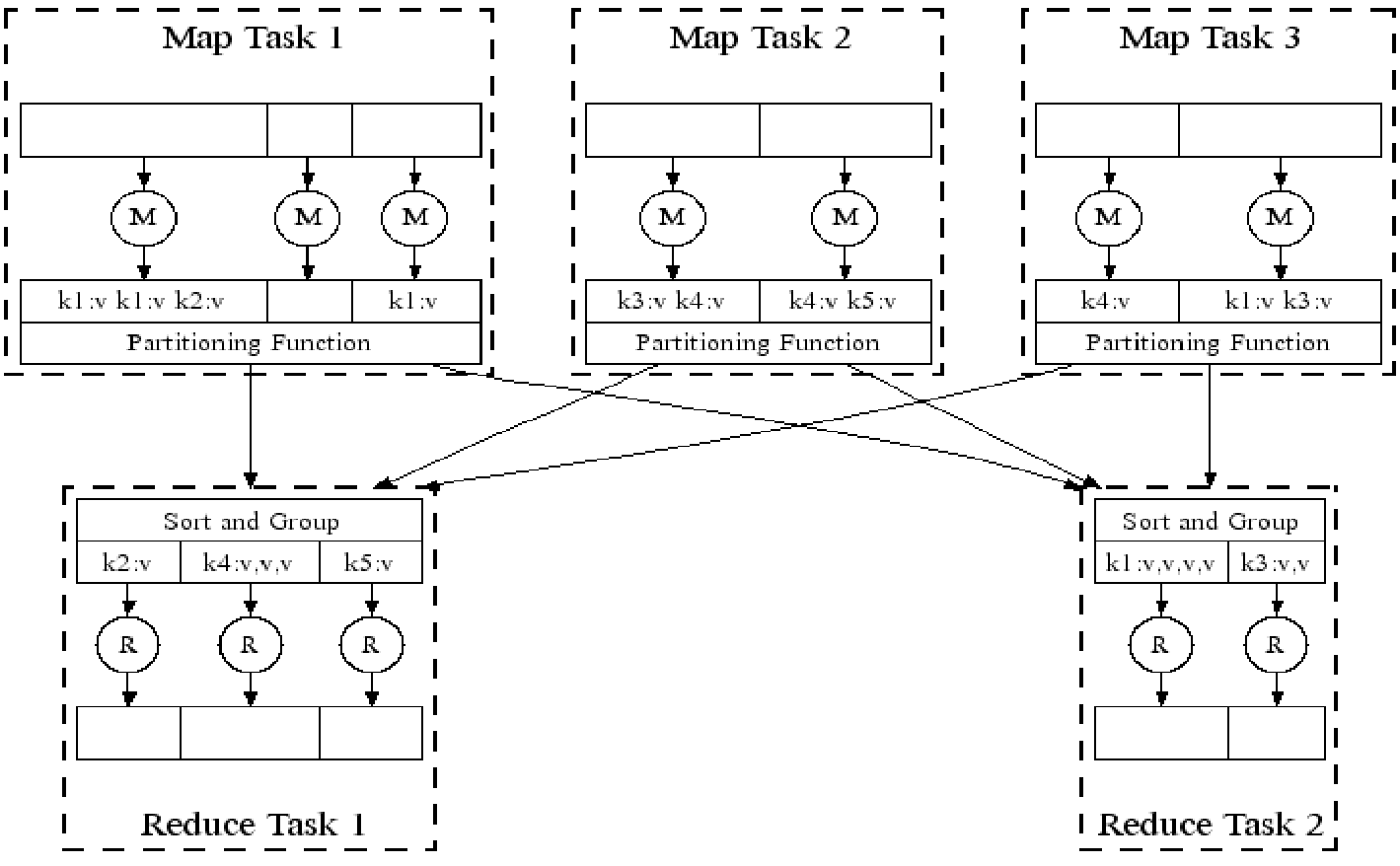
概念

MapReduce 圖解



概念

MapReduce in Parallel



程式基本框架

Program Prototype

Map 區

Reduce 區

設定區

```
Class MR{
    Class Map …{
    }
    Class Reduce …{
    }
    main(){
        JobConf conf = new JobConf( “MR.class” );
        conf.setInputPath( “the_path_of_HDFS ” );
        conf.setOutputPath( “the_path_of_HDFS ” );
        conf.setMapperClass(Map.class);
        conf.setReduceClass(Reduce.class);
        其他的設定參數程式碼
        JobClient.runJob(conf);
}}
```

Map 程式碼

Reduce 程式碼

執行流程基本步驟

Process Prototype

1. 編譯
   - javac -classpath hadoop-*-core.jar -d MyJava MyCode.java
2. 封裝
   - jar -cvf MyJar.jar -C MyJava .
3. 執行
   - bin/hadoop jar MyJar.jar MyCode HDFS_Input/ HDFS_Output/

- 所在的執行目錄為Hadoop_Home
- ./MyJava = 編譯後程式碼目錄
- Myjar.jar = 封裝後的編譯檔
- 先放些文件檔到HDFS上的input目錄
- ./input; ./ouput = hdfs的輸入、輸出目錄

範例程式一

Word Count Sample (1)

```
1   class MapClass extends MapReduceBase implements
    Mapper<LongWritable, Text, Text, IntWritable> {
2           private final static IntWritable one = new IntWritable(1);
3           private Text word = new Text();
4           public void map( LongWritable key, Text value,
             OutputCollector<Text, IntWritable> output, Reporter
                      reporter) throws IOException {
5                   String line = ((Text) value).toString();
6                   StringTokenizer itr = new StringTokenizer(line);
7                   while (itr.hasMoreTokens()) {
8                           word.set(itr.nextToken());
9                           output.collect(word, one);
    }}}
```


範例程式一

Word Count Sample (2)

```
1  class ReduceClass extends MapReduceBase implements
   Reducer< Text, IntWritable, Text, IntWritable> {
2          IntWritable SumValue = new IntWritable();
3          public void reduce( Text key, Iterator<IntWritable> values,
           OutputCollector<Text, IntWritable> output, Reporter reporter)
           throws IOException {
4                  int sum = 0;
5                  while (values.hasNext())
6                          sum += values.next().get();
7                  SumValue.set(sum);
8                  output.collect(key, SumValue);
   }}
```

範例程式一

Word Count Sample (3)

```
Class WordCount{
 main()
        JobConf conf = new JobConf(WordCount.class);
        conf.setJobName("wordcount");
        // set path
        conf.setInputPath(new Path(args[0]));
        conf.setOutputPath(new Path(args[1]));
        // set map reduce
        conf.setOutputKeyClass(Text.class);  // set every word as key
        conf.setOutputValueClass(IntWritable.class); // set 1 as value
        conf.setMapperClass(MapClass.class);
        conf.setCombinerClass(Reduce.class);
        conf.setReducerClass(ReduceClass.class);
        onf.setInputFormat(TextInputFormat.class);
        conf.setOutputFormat(TextOutputFormat.class);
        // run
        JobClient.runJob(conf);
}}
```


範例一說明

核心 Mapper

- <key/value > 的映射集合
- 設定
  - conf.setMapperClass(MapClass.class);
- 每次map的輸入
  - map (WritableComparable, Writable, OutputCollector, Reporter)
- map完後的輸出
  - OutputCollector.collect (WritableComparable,Writable)

範例一說明

核心Combiner

- 指定一個combiner，它負責對中間過程的輸出進行本地的聚集，這會有助於降低從Mapper 到 Reducer數據傳輸量。
- 設定
  - JobConf.setCombinerClass(Class)

範例一說明

核心Reducer

- 將Map送來的<key/value > ,對每個key作value的整合
- 輸入: <key, (list of values)>
  - Reduce (WritableComparable, Iterator, OutputCollector, Reporter)
- 輸出
  - OutputCollector.collect(WritableComparable, Writable)
- 若沒有Reduce要執行,可以不編寫

範例一說明

配置JobConf

- Hadoop程式架構內主要的執行設定類別
- 指定Mapper、Combiner、 Partitioner、Reducer、InputFormat和OutputFormat 的類別為何
- 指定輸入文件
  - setInputPaths(JobConf, Path...) / addInputPath(JobConf, Path))
- 指定輸出文件
  - setOutputPath(Path)
- debug script
  - setMapDebugScript(String) / setReduceDebugScript(String)
- 最多的嘗試次數
  - setMaxMapAttempts(int) / setMaxReduceAttempts(int))
- 容許任務失敗的百分比
  - setMaxMapTaskFailuresPercent(int) / setMaxReduceTaskFailuresPercent(int)
- ……

範例一說明

任務執行

- runJob(JobConf)：
  - 提交作業，僅當作業完成時返回。
- submitJob(JobConf)：
  - 只提交作業，之後需要你輪詢它返回的 RunningJob 句柄的狀態，並根據情況調度。
- JobConf.setJobEndNotificationURI(String)：
  - 設置一個作業完成通知，可避免輪詢。

範例一
動手做

WordCount練習 (前置)

1. cd $HADOOP_HOME
2. bin/hadoop dfs -mkdir input
3. echo "I like NCHC Cloud Course." > input1
4. echo "I like nchc Cloud Course, and we enjoy this crouse." > input2
5. bin/hadoop dfs -put input1 input
6. bin/hadoop dfs -put input2 input
7. bin/hadoop dfs -ls input

```
waue@vPro:/opt/hadoop$ bin/hadoop dfs -ls input
Found 2 items
-rw-r--r--   1 waue supergroup         26 2009-03-22 12:15 /user/waue/input/input1
-rw-r--r--   1 waue supergroup         52 2009-03-22 12:15 /user/waue/input/input2
waue@vPro:/opt/hadoop$
```

8. 編輯WordCount.java
   http://trac.nchc.org.tw/cloud/attachment/wiki/jazz/Hadoop_Lab6/WordCount.java?format=raw
9. mkdir MyJava

範例一
動手做

WordCount練習 (執行)

1. 編譯
   - javac -classpath hadoop-*-core.jar -d MyJava WordCount.java
2. 封裝
   - jar -cvf wordcount.jar -C MyJava .
3. 執行
   - bin/hadoop jar wordcount.jar WordCount input/ output/

- 所在的執行目錄為Hadoop_Home
- ./MyJava = 編譯後程式碼目錄
- wordcount.jar = 封裝後的編譯檔
- 先放些文件檔到HDFS上的input目錄
- ./input; ./ouput = hdfs的輸入、輸出目錄

範例一
動手做

WordCount練習 (執行)

```
waue@vPro:/opt/hadoop$ mkdir MyJava
waue@vPro:/opt/hadoop$ javac -classpath hadoop-*-core.jar -d MyJava WordCount.java
waue@vPro:/opt/hadoop$ jar -cvf wordcount.jar -C MyJava .
新增 manifest
新增：WordCount.class (讀=1516)(寫=740)(壓縮 51%)
新增：WordCount$Reduce.class (讀=1591)(寫=642)(壓縮 59%)
新增：WordCount$Map.class (讀=1918)(寫=795)(壓縮 58%)
waue@vPro:/opt/hadoop$ bin/hadoop jar wordcount.jar WordCount input/ output/
09/03/22 11:39:01 WARN mapred.JobClient: Use GenericOptionsParser for parsing the argu
ments. Applications should implement Tool for the same.
09/03/22 11:39:01 INFO mapred.FileInputFormat: Total input paths to process : 1
09/03/22 11:39:01 INFO mapred.FileInputFormat: Total input paths to process : 1
09/03/22 11:39:02 INFO mapred.JobClient: Running job: job_200903201526_0007
09/03/22 11:39:03 INFO mapred.JobClient:  map 0% reduce 0%
09/03/22 11:39:08 INFO mapred.JobClient:  map 100% reduce 0%
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient: Job complete: job_200903201526_0007
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient: Counters: 16
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:   File Systems
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:     HDFS bytes read=320950
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:     HDFS bytes written=130568
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:     Local bytes read=168448
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:     Local bytes written=336932
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:   Job Counters
09/03/22 11:39:15 INFO mapred.JobClient:     Launched reduce tasks=1
```


範例一
動手做

WordCount練習 (結果)

```
waue@vPro:/opt/hadoop$ bin/hadoop dfs -cat output/part-00000
Cloud   2
Course, 1
Course. 1
I       2
NCHC    1
and     1
course. 1
enjoy   1
like    2
nchc    1
this    1
we      1
```

範例二
動手做

WordCount 進階版

- WordCount2

http://trac.nchc.org.tw/cloud/attachment/wiki/jazz/Hadoop_Lab6/WordCount2.java?format=raw

- 功能
  - 不計標點符號
  - 不管大小寫
- 步驟 (接續 WordCount 的環境)
  1. echo "\." >pattern.txt && echo "\," >>pattern.txt
  2. bin/hadoop dfs -put pattern.txt ./
  3. mkdir MyJava2
  4. javac -classpath hadoop-*-core.jar -d MyJava2 WordCount2.java
  5. jar -cvf wordcount2.jar -C MyJava2 .

範例二
動手做

不計標點符號

- 執行
  - bin/hadoop jar wordcount2.jar WordCount2 input output2 -skip pattern.txt dfs -cat output2/part-00000

```
waue@vPro:/opt/hadoop$ bin/hadoop dfs -cat output2/part-00000
Cloud   2
Course  2
I       2
NCHC    1
and     1
course  1
enjoy   1
like    2
nchc    1
this    1
we      1
```

範例二
動手做

不管大小寫

- 執行
  - bin/hadoop jar wordcount2.jar WordCount2 -Dwordcount.case.sensitive=false input output3 -skip pattern.txt

```
waue@vPro:/opt/hadoop$ bin/hadoop dfs -cat output3/part-00000
and     1
cloud   2
course  3
enjoy   1
i       2
like    2
nchc    2
this    1
we      1
```


範例二
補充說明

Tool

- 處理Hadoop命令執行的選項

  -conf <configuration file>

  -D <property=value>

  -fs <local|namenode:port>

  -jt <local|jobtracker:port>

- 透過介面交由程式處理
  - ToolRunner.run(Tool, String[])

範例二
補充說明

DistributedCache

- 設定特定有應用到相關的、超大檔案、或只用來參考卻不加入到分析目錄的檔案
  - 如pattern.txt檔
- DistributedCache.addCacheFile(URI,conf)
  - URI＝hdfs://host:port/FilePath