

# 以 GlusterFS 和 Docker 來實現具有高可用性及 異地備援架構的私有雲端儲存系統

趙原宏

國立中興大學資訊科學與工程學系  
w103056017@mail.nchu.edu.tw

高勝助

國立中興大學資訊科學與工程學系  
sjkao@cs.nchu.edu.tw

## 摘要

隨著海量資料(Big data)技術與應用蓬勃發展的關係，對於雲端儲存服務需求也日益增加。雲端儲存服務提供許多易用性與便利性的功能，但目前市面上的雲端儲存服務皆採用公有雲架構，在資料安全性及可用性的管理上，人們仍然無法完全去信任它，對於公司企業的用戶而言，更無法承擔機密資料外洩的風險。

本研究提出以 GlusterFS 及 Docker 這二套 Open Source 軟體，自行建置一套私有雲端儲存系統，來確保資料的安全性，並使整個服務架構具備負載平衡、高可用及支援異地備援等特性。從實驗結果中可發現服務的高可用性足以預防區域性災害或單節點故障，於模擬上百人的網站壓力測試中，每筆 HTTP 回應時間最長只需 0.01 秒，且上傳下載 1GB 的檔案只需約 60 秒。實驗證明此系統具有實務應用的價值。

**關鍵詞：**GlusterFS、Docker、雲端儲存、分散式檔案系統、異地備援。

## Abstract

Cloud storage service has being rapidly demanded due to the growing requests of "big data". The service can provide convenient data access, but both availability and security problems are still suspicious to most users. A malfunction of the storage server could result in severe outcome of business operating. Whether the cloud storage service is available or not is beyond the control of people, especially in public cloud environment.

In this paper, we concentrate on the development of cloud storage system, particularly on the availability issue, in private cloud environment. By adopting the open source technology of GlusterFS and

Docker container, the proposed cloud storage system can provide highly available storage service with the features of remote backup and load balancing. A simulation of experiencing the operations over two remote sites shows that the proposed architecture is feasible and is practical for private cloud storage service provisioning.

**Keywords:** GlusterFS, Docker, Cloud storage, Distribution file system, Disaster recovery.

## 1. 前言

隨著智慧型行動裝置的快速發展，以及雲端環境更加穩固成熟的現代，越來越多使用者願意放下過往對資訊安全、網路連線品質、隱私權等的疑慮，利用商業的雲端服務供應商 (Dropbox、Google Drive、Microsoft OneDrive、Apple iCloud、ASUS WebStorage) 所提供的免費雲端空間，配合著各種平台的裝置，將大量本地端的資料上傳至這些免費的雲端空間。藉由使用雲端儲存服務所提供的多功能、高便利及操作簡易等特性，讓人們無論是在工作環境或個人生活中，都能透過各種平台裝置來迅速的分享或取回自己的資料，不需在使用傳統的儲存媒體(光碟、隨身碟、硬碟)，而隨著人們使用習慣的改變，對於網路及雲端服務的依賴度也日益升高。

2014 年美國 Apple 公司的 iCloud 雲端服務發生了美國近百位好萊塢知名女星私密照片外流的事件，當時專家分析，極有可能是因為蘋果的 iCloud 雲端儲存系統安全性不足，才讓駭客有漏洞可鑽[1]，此事件讓社會大眾再度對雲端儲存的資訊安全產生疑慮，這個原本就備受爭議的議題，重新面臨嚴峻的挑戰。

公有雲架構的雲端儲存服務帶來了很多便利性，雲端空間供應商也打著安全牌，強調他們的服務空間大、效能佳、安全高，但資料的掌控權畢竟不在自己手上，難免會有疑慮。由於雲端技術的發展，目前已有許多 Open Source

軟體方案可以來解決問題，在自家或公司內部即可建立私有的雲端儲存系統，除了減少資安風險，更能依使用環境建置更完善的系統架構，減少不必要的成本支出。

本論文各章節安排如下。第一節緒論說明本研究之背景及研究動機。第二節則針對所使用的儲存硬體設備及 Open Source 軟體進行說明。第三節介紹建置的環境及儲存架構設計。第四節將展示私有雲端儲存服務的可用性及效能分析說明，並在相同建置條件下，選擇不同的分散式檔案系統來進行比較，探討其產生的效益及結果。第五節為本論文所獲得的成果，並提出後續研究的建議。

## 2. 私有雲端儲存系統架構的選擇

以往在一般中小型企業或小單位在規劃新的儲存系統時，常因建置成本昂貴、複雜度高、技術性高、維護困難、人力支出等因素，將自行建置私有雲端儲存系統的選擇及規劃屏除在外，直接使用雲端空間供應商所提出的解決方案。以國內業者華碩提出的私有雲端儲存系統 WebStorage[2] 為例，購買 WebStorage 的硬體設備及軟體使用權，在由廠商到單位內部去建立私有雲端儲存系統，雖然此方案可解決資料安全性、人員維護、系統開發等問題，但由於硬體設備的綁定，以及硬體維護與購買使用權的費用，都將隨著空間的使用量及使用時間而增加。

另一家國內單位國家高速網路與計算中心(以下簡稱國網中心)[3]，隸屬國家實驗研究院[4]，國網中心提供高速計算、學研網路、儲存備份、大資料分析平台等各項服務。國網中心儲存備份服務的架構如圖 2-1 所示，使用在國網中心的新竹、台中及台南等地的機房來共同建置，前端為負載平衡伺服器，中間為儲存應用系統伺服器，後端為資料儲存平台，儲存平台的硬體設備為各家儲存伺服器商(IBM、DELL)或自行組裝的白牌儲存伺服器。在軟體方面則使用 GPFS [5] 做為基礎設施的檔案系統，GPFS 是分散式檔案系統的其中一種，全名為 General Parallel File System，是 IBM 第一個共享文件系統。除了使用 GPFS 來提供對於資料取存的可用性，還使用資料備份軟體將資料備份至磁帶館，藉此強化資料的高可靠度，雖然整體架構已很完善，且硬體不被單一儲存伺服器商綁定，但在購買軟體授權的費用上較高，對於經費有限的單位來說使用此架構的門

檻實在太高，且在專業技術上也有難度。

基於以上幾點，若儲存平台的硬體設備不被特有條件所限制，且在軟體方面採用 Open Source 軟體來進行搭配，除了可大幅減少建置及維護資金的支出，也能提高未來設備的擴充性，使私有雲端儲存系統架構變得更有彈性，越容易去建置與開發。本研究以此四個部份：儲存硬體設備、分散式檔案系統、虛擬化技術、雲端服務軟體，來分析及探討在建置私有雲端儲存系統架構時，所能做的選擇與規劃。

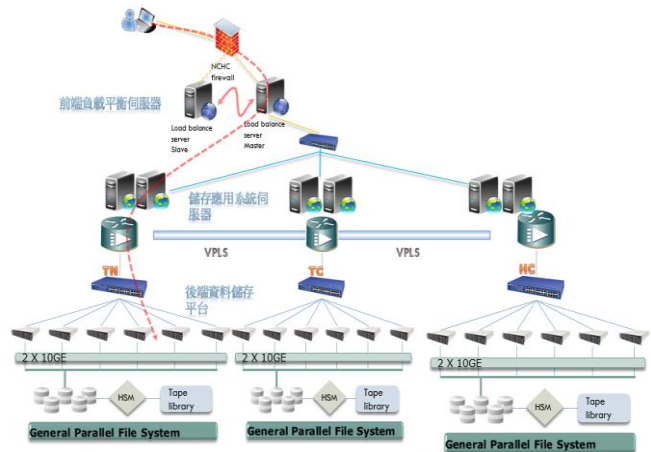


圖 2-1 國網中心資料儲存系統架構圖

### 2.1 儲存硬體設備

建置儲存平台所使用的硬體設備，在成本的規劃上很重要，因為儲存設備的整體成本，除了第一次的建置成本需加入外，之後隨著時間的增加，設備的故障率、系統的穩定度及維修的成本都會增加，相對的也會使儲存服務受影響的風險日益升高。依照克萊德法則(Kryder's Law)[6] 每 13 個月同一價格的儲存容量會變成兩倍的趨勢來看，若要提高服務穩定性及減少成本支出，定期的進行汰換儲存設備或零件，會是不錯的選擇之一[7]。

本篇研究中的硬體設備則是採用自行組裝的白牌儲存伺服器，在磁碟陣列卡、網路介面卡、硬碟等零件，都是根據需求自行採購，所以不會有被商業儲存設備套牢的問題，讓未來在擴充硬體設備時的選擇更有彈性，也能減少花在硬體上的成本。

### 2.2 分散式檔案系統

分散式檔案系統[8] 是一種允許檔案透過網路在多台主機上分享的檔案系統，可讓多機

器上的多使用者分享檔案和儲存空間，在這樣的檔案系統中，客戶端並非直接存取底層的資料儲存區塊，而是透過網路，以特定的通訊協定和伺服器溝通，擁有高效能、高容錯、高可靠、高可用與高擴充的特性，所以即使系統中有一小部份的節點離線，整體來說系統仍然可以持續運作而不會有資料損失，非常適合拿來當儲存平台的檔案系統。

本實驗使用 GlusterFS [9]來當儲存平台的檔案系統，GlusterFS 為開放原始碼的分散式檔案系統，在 2011 年被 Red Hat 所購買並且成為產品線的一部份。GlusterFS 主要的特性為可線上擴增空間、線上修改架構、線上變更儲存庫成員，以及不需要 metadata 伺服器，因為 GlusterFS 是採用 Elastic Hash Algorithm [10]演算法來決定將檔案與目錄存放在哪個節點上。針對 GPFS 與 GlusterFS 的各項特性比較如表 2-1，實驗中也會使用商業級軟體 GPFS 與開源軟體 GlusterFS 來進行效能差異的比較。

表 2-1 GlusterFS 與 GPFS 的比較

File system	GlusterFS	GPFS
Metadata server	無	可以擴充多個 MDS，不存在單點故障和瓶頸。
Default Block size	128KB	256KB
擴充性	可線上增加節點、空間	可線上增加節點、空間
資料可靠性	多副本資料	多副本資料
部署複雜度	低	中
維護複雜度	低	中
費用	無	高
Quota	支援	支援
Snapshot	支援	支援

除了 GlusterFS 與 GPFS 兩個檔案系統外，Ceph[11] 也是一個很有名的開放原始碼分散式檔案系統，在 2014 年被 Red Hat 所購買。Ceph 的架構有 Client、Metadata Daemon、ObjectStorage Daemon 及 Monitor 這四個角色，因同時可提供物件儲存 (Object Storage)、區塊儲存 (Block Storage) 與檔案系統等服務，許多建置 OpenStack 環境的網站業者、雲端服

務供應商與一般企業，連帶採用 Ceph 架構的比例也相當高[12]。

### 2.3 虛擬化技術

由於雲端運算在近年來的資訊科技產業中蓬勃發展，使得雲端運算中常被使用的虛擬化技術[13]佔有重要的角色地位，也讓各家相關業者投入虛擬化技術的研發。目前在虛擬化領域比較著名的技術有 VMware、Xen、KVM/QEMU、VirtualBox、UML、Hyper-V 等等，除了上述傳統的虛擬化技術外，早期還有另一種虛擬化技術叫 Container[14]，不是在 OS 外來建立虛擬環境，而是在 OS 內的核心系統層來打造虛擬機器，透過共用 Host OS 的作法，取代多個 Guest OS 的功用，Container 也因此被稱為 OS 層虛擬化技術，但由於早期各家業者的 Container 技術在實作上有所不同，缺乏一套所有環境都支援的標準作法，使得該技術的使用率並不普及。

直到 2014 年 Container 管理工具 Docker[15] 的出現，制定了 Container 的統一標準化平臺，短短一年內已有許多網路服務業者或雲端平臺紛紛支援 Container，如 Amazon、微軟 Azure、IBM Softlayer、Rackspace、紅帽 OpenShift、百度、Google、Heroku、OpenStack 等。另外 IBM 研究院中心也針對 KVM 與 Docker Container 兩套技術進行效能比較，結果為 Docker Container 優於 KVM [16]。傳統虛擬化主機與 Docker Container 的架構如圖 2-2 所示。由於 Container 少了 Guest OS 這一層，在啟動 Container 時的速度非常快，通常在幾秒內即可完成，而傳統虛擬機的開機時間則需花費數分鐘不等的時間，另外也因為 Container 不用建立完整的 OS 系統，所以在 OS Images 的需求空間也相對的比較小。

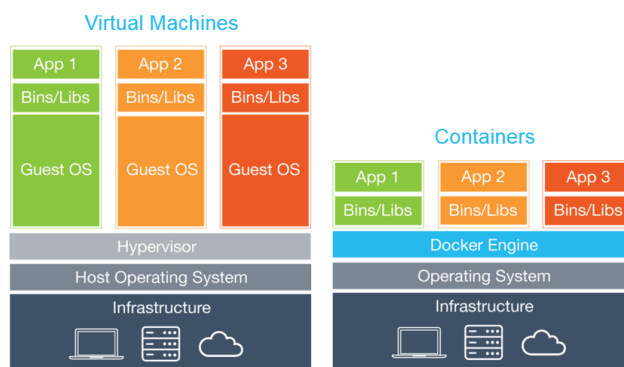


圖 2-2 傳統虛擬化主機與 Container 的架構

由於 Container 擁有極佳的效能，本實驗使用 Docker 來建立 Container，用於實作負載平衡及雲端服務軟體的功能，讓整個私有雲端儲存系統在建置、部署、維護及故障排除時，更為簡單和迅速，減低系統建置的複雜度。

## 2.4 雲端服務軟體

私有雲端儲存系統除了要能讓使用者可上傳、下載資料外，也須提供額外的服務來滿足使用者的需求，如檔案的線上預覽、線上編輯、即時分享、群組共享、多裝置同步等功能，所以在技術與人才不足的環境中，若要自行開發、測試、維護一套雲端服務軟體是不容易的。除了自行開發軟體或向雲端服務供應商購買商業版軟體的方法外，其實目前已有 Open Source 軟體可做選擇，其主要的特性都是提供使用者對於資料上傳、下載、分享、同步等功能，大大降低花費在軟體上的成本。

OwnCloud [17]就是一個自由且開源的私有雲端儲存解決方案之一，OwnCloud 最早由 KDE 開發者 Frank Karlitschek 於 2010 年 1 月建立，目標是成為商業雲服務提供商的替代，但不同的是 OwnCloud 可以自由取得無需付費，不過使用者必須自行架設及安裝 OwnCloud 的伺服器。

OwnCloud 與 DropBox 非常類似，一樣支援多種作業系統，如 Mac OS、Linux、Windows，及各種行動裝置系統，如 IOS、Android、Windows Phone，也可以使用 WebDAV 的方式來進行資料同步，主要以 Access、Sync、Share 這三種特性為主，OwnCloud 官方網站也會定期發佈新的軟體版本，所以用戶端不需擔心日後軟體更新或維護的問題，非常適合用在私有雲端儲存系統中。

## 3. 實驗系統設計與實作

### 3.1 實驗環境與設備

本實驗以國內某個提供儲存空間與設備代管的環境為例，目前於台中、台南科學園區分別設有機房，藉由此環境來實驗高可用性 & 異地備援架構的私有雲端儲存系統。

本論文規劃使用四台實體機器來建置一套私有雲端儲存系統，實體機器的設備規格如表

3-1，兩台實體機器 A(Tcserver1、Tnserver1)執行 Docker、GlusterFS clietn、SSH 等功能，提供使用 Container 執行的環境，並各建立三台 Container，其作用分別為提供負載平衡、OwnCloud、SQL 等服務。另外兩台實體機器 B(Tcserver2、Tnserver2)只執行 GlusterFS server 的功能，做為提供給 OwnCloud 及 SQL 的儲存空間使用。實體機器 A 與 B 的設備規格幾乎相同，差別在於實體機器 A 需提供對外部的使用者用來做服務的存取，所以會多了一個網路介面。而實體機器 B 需要大的儲存空間給 GlusterFS 及 GPFS 來建立額外的檔案系統，以及為了提供對資料更好的保護性和安全性，所以多了一張 RAID Card 與四顆 SAS 硬碟來做 RAID 5 磁碟陣列。RAID 5 在同一個陣列中可容許任何 1 顆實體硬碟損毀，仍然可以保有資料正確性，所以適合拿來當檔案系統的儲存空間來使用。

為了加強雲端儲存系統服務的高可用性，並提供災難備援的解決方案，將實體機器 A 與 B 各置放一台於台中、台南兩地，兩地之間的網路為向電信固網業者申請網路頻寬為 622M bps 的專線服務，整個網路環境架構如圖 3-1，其中台中、台南兩地對外及對內的網路設備與伺服器主機的網路頻寬皆為 1Gb。

表 3-1 實體機器設備規格

TYPE	實體機器 A	實體機器 B
Hostname	Tcserver1 Tnserver1	Tcserver2 Tnserver2
OS	CentOS 7.1 x86_64	CentOS 7.1 x86_64
CPU	Intel(R) Xeon(R) CPU E31220 @ 3.10GHz	Intel(R) Xeon(R) CPU E31220 @ 3.10GHz
RAM	8GB DDR3 1333 MHz	8GB DDR3 1333 MHz
DISK1	SSD 32GB	SSD 32GB
DISK2	N/A	Seagate SAS 6Gb 7200rpm 2TB*4
RAID Card	N/A	Areca ARC-1880 SAS/SATA II
Network1	1Gbps	1Gbps
Network2	1Gbps	N/A



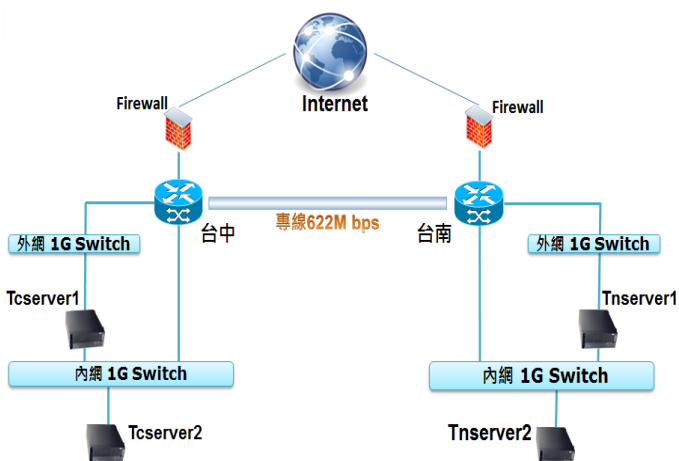


圖 3-1 網路環境架構圖

### 3.2 GlusterFS 與 Docker Container 架構

在後端儲存平台所建置的 GlusterFS 檔案系統，是利用兩台實體機器 B 來實作，每台實體機 B 上各有四顆 SAS 2TB 硬碟，利用 RAID Controller Card 將 4 顆硬碟做成 Raid 5 的磁碟陣列，容量為 5.5TB。Gluster Volume 支援八種不同型態的儲存架構，如 Distributed、Stripe、Replicated、Dispersed、Distributed-Dispersed、Distributed-Stripe-Replicated、Stripe-Replicated、Distributed-Replicated。本實驗採用 Replicated Volume 的功能，如圖 3-2，來做資料多副本以提高資料存取的可用性，但也會使得儲存空間的可使用容量變為總空間的二分之一。

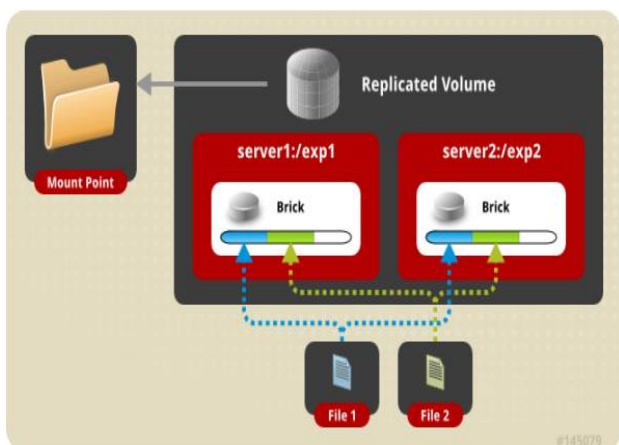


圖 3-2 Gluster Replicated Volume

Docker Container 利用兩台實體機器 A 來實作，每台實體機器 A 上安裝 Docker 軟體，

軟體版本為 1.8.2-7。在 Tcserver1 製作四台 Container，其功能分別做為服務的負載平衡、OwnCloud 與二個 SQL 服務。而在 Tserver1 只製作三台 Container，比 Tcserver1 少了一台 Container 的 SQL 服務。SQL 安裝的軟體為 MariaDB-10.1.8-1。在三台 SQL 服務的配置上使用兩台來做 Active/standby 的架構，都提供對資料庫有寫入讀取(RW)的權限，而另一台 SQL 服務則只提供對資料庫有讀取(RO)的權限，用來實現資料庫複寫機制(Replication)與讀寫分離的架構。藉由上述二個架構方式來提高 SQL 服務的效能、可用性及異地備援功能。

OwnCloud 雲端服務平台上需提供二個儲存空間給 OwnCloud 使用，一個為 OwnCloud 使用者上傳檔案時的儲存空間，一個為提供給 OwnCloud 的 SQL 服務中資料庫的儲存空間。使用在 GlusterFS 所建立的 Replicated Volume 來提供 OwnCloud 所需的二個儲存空間，並藉由 GlusterFS 的資料多副本特性提高對檔案存取的可用性，整個 GlusterFS 與 Docker Container 的架構搭配如圖 3-3 所示。

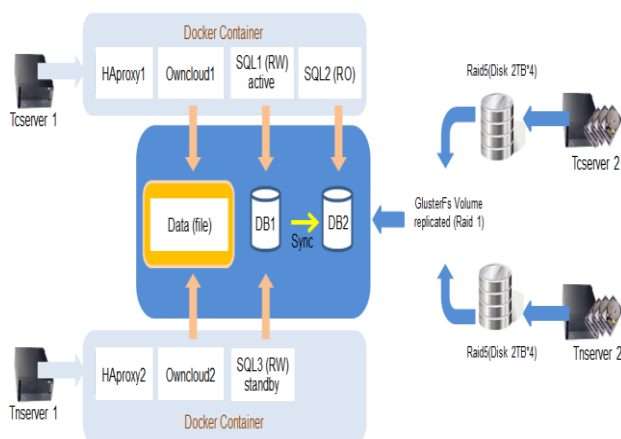


圖 3-3 GlusterFS 與 Docker Container 架構

### 3.3 整體服務架構

本研究為了建置一套具備高可用性、負載平衡、異地備援及 scale out 特性的私有雲端儲存系統，其整體的服務架構如圖 3-4。

在台中、台南兩台各會有一套完整的服務，但主要服務會由台中來提供，台南則提供備援的服務，兩地之間在各個節點的服務都可以互相支援，所以當台中的節點發生效能負載過高、單一或全部節點服務失效時，會自動切換到台南服務正常的節點上，用此架構來實現

一個足以預防區域性災害或單一節點故障的私有雲端儲存服務。

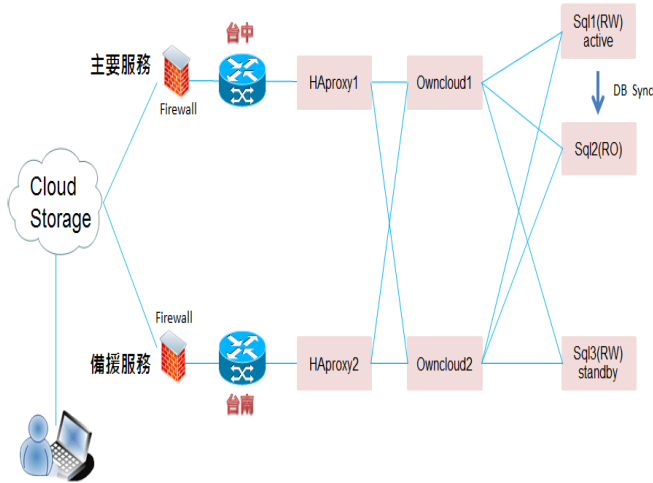


圖 3-4 整體服務架構

## 4. 實驗方法與結果

### 4.1 檔案系統效能測試

使用 GlusterFS 及 GPFS 兩套檔案系統來進行儲存空間效能測試，為求實驗的公平性，設備硬體使用相同規格的實體機器 B，並用 4 顆 2TB 硬碟組成 Raid 5 的 5.5TB 空間，網路環境如圖 3-1。GlusterFS 的軟體版本為 3.7.6，GPFS 的軟體版本為 4.1.0-8，測試空間是使用各自的多副本(Replication)功能，將兩台實體機器 B 上的 5.5TB\*2 來組成新的 Volume，如同圖 3-3 後端儲存空間的建立方式，而在安裝各檔案系統及建立各空間時的設定參數都為預設值。由 GlusterFS 及 GPFS 建立的檔案系統可用總空間都為 5.5TB，並將儲存空間掛載到一台實體機器 A(Tserver1)來進行測試。

在 Tserver1 主機使用 Linux 指令 dd [18] 在各掛載的儲存空間進行檔案讀取(read)、寫入(write)速度測試。測試檔案容量大小分別為 1MB、2MB、4MB、8MB、16MB、32MB、64MB、128MB、256MB、512MB、1GB。每個測試檔案各產生十個，取其平均值來計算，測試結果如圖 4-1 及圖 4-2。在檔案寫入速度的部份，兩個檔案系統的效能幾乎差不多，最高皆約在 60MB/S 上下，但在讀取速度的部份上 GPFS 的效能比 GlusterFS 高出許多，GPFS 平均都有 130MB/S 以上，而 GlusterFS 最高約在 80 最高皆約在 80MB/S 上下。

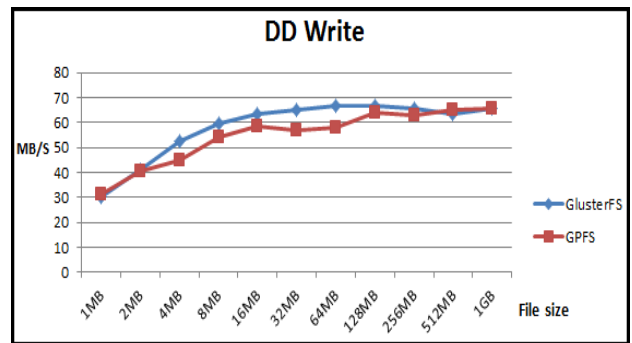


圖 4-1 GlusterFS 與 GPFS 的 DD 寫入速度

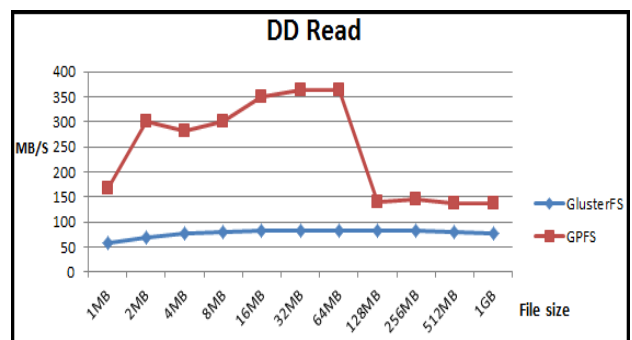


圖 4-2 GlusterFS 與 GPFS 的 DD 讀取速度

除了使用 Linux 指令 dd 來測試各檔案系統的效能外，也模擬當某地發生災難導致建立檔案系統的主機損毀或空間無法修復時，需花多少時間才能從另一台正常的檔案系統主機，利用多副本(Replication)的功能，將資料回復到新的空間上。用來測試的檔案總數量為 999215 個，總容量大小為 5TB，而各個檔案的大小及數量如圖 4-3。在 GlusterFS 檔案系統的測試結果如圖 4-4，總花費時間為 3 天 19 小時 38 分鐘。在 GPFS 檔案系統的測試結果如圖 4-5，總花費時間為 3 天 8 小時 19 分鐘。從測試結果來看 GPFS 所花費時間比較短，之間差了快 12 小時，在整個網路頻寬的利用率也比 GlusterFS 較高。

GlusterFS 在寫入檔案時是使用同步模式而不使用非同步模式寫入，所以在此災難復原測試中，進行大量的小檔案傳輸及大請求量的情況下，其效能會不如預期。若是在大量的大檔案且請求又多的情況下，GlusterFS 能夠發揮網路與分散功能，才会有較好的效能表現。對於資料異地災難復原時間較要求的單位，在使用 GlusterFS 時，可增加更多的儲存節點來分散檔案的寫入，除了減少災難復原的時間，對於整個儲存的效能也會提高，但相對在設備成本上的費用也會隨著增高，所以還是建議依實際使用需求在進行調整。

File size	1MB	2MB	4MB	8MB	16MB	32MB
File quantity	500000	250000	125000	62500	31250	15625
File size	64MB	128MB	256MB	512MB	1GB	N/A
File quantity	7813	3907	1953	977	190	N/A

圖 4-3 災難復原測試之檔案的大小及數量

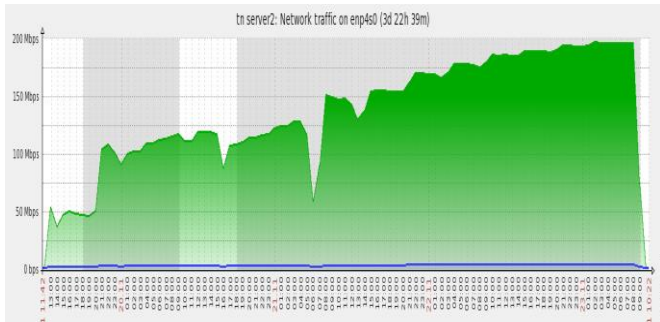


圖 4-4 GlusterFS 災難復原測試流量圖

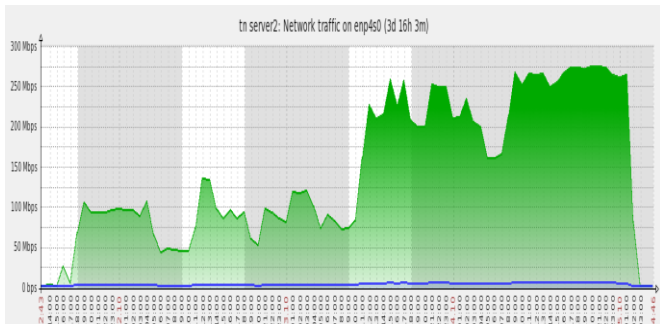


圖 4-5 GPFS 災難復原測試流量圖

## 4.2 服務可用性測試

根據圖 3-4 的整體服務架構，提供主要服務的地點在台中，預設所有的使用者在使用雲端儲存服務時都會先連台中，依照此架構分別進行了四種模擬測試。第一種為當其中一台後端儲存節點失效時是否會影響儲存服務，如圖 4-6 所示，台南儲存節點已失連，但 GlusterFS 儲存空間仍可正常掛載及使用。第二種為當 Owncoud1 主機的服務失效時是否會影響網站存取服務，如圖 4-7 所示，正常情況下網站的存取服務會由 Owncoud1 主機來提供，但 Haproxy1 主機偵測到 Owncoud1 主機服務中斷時，會自動將服務導向 Owncoud2 主機來提供服務，如圖 4-8 所示，Owncoud2 主機已接手服務並正常運作中。第三種為 SQL1 主機的服務失效時是否會影響資料庫的存取，如圖 4-9 所示，正常情況下資料庫的存取服務會由 SQL1、SQL2 主機來提供，但當 SQL1 主機服務中斷時，會自動將服務導向 SQL3 來服務，

如圖 4-10 所示，第一筆存取 IP 已變更並顯示為 UP 的狀態。第四種為當台中全部的服務失效時，則整個雲端儲存服務都會導向台南的節點來提供服務，並不會造成儲存服務中斷的狀況。由上述四種模擬測試結果可證明此私有雲端儲存系統擁有服務高可用性的功能。

```
[root@tcserver2 ~]# gluster peer status
Number of Peers: 1

Hostname: tnsrver2
Uuid: 4dfb7eec-ba64-4618-8a52-d97007653d15
State: Peer in Cluster (Disconnected)

[root@tcserver2 ~]# df -h
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/sdc4        22G  4.0G  18G  19% /
devtmpfs        3.9G  0  3.9G  0% /dev
tmpfs           3.9G  0  3.9G  0% /dev/shm
tmpfs           3.9G  145M  3.7G  4% /run
tmpfs           3.9G  0  3.9G  0% /sys/fs/cgroup
/dev/sdc2       509M  185M  324M  37% /boot
/dev/sdc1       256M  9.8M  246M  4% /boot/efi
/dev/sda        5.5T  26G  5.5T  1% /Brick1
192.168.120.33/gv0 5.5T  26G  5.5T  1% /GlusterFS/

[root@tcserver2 ~]# ls /GlusterFS/
ha1 ha2 msqll msqll2 owndata test

[root@tcserver2 ~]#
```

圖 4-6 GlusterFS 儲存節點服務測試

owncloud	Queue		Session rate			Sessions				Bytes			Status	
	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Total	LbTot	Last		In
owncloud1	0	0	-	83	160	4	7	1500	3399	3399	0s	2 647 597	3 868 210	3m26s UP
owncloud2	0	0	-	0	0	0	0	1500	0	0	?	0	0	3m26s UP
Backend	0	0		83	160	4	7	300	3399	3399	0s	2 647 597	3 868 210	3m26s UP

圖 4-7 Owncloud 運作正常狀況

owncloud	Queue		Session rate			Sessions				Bytes			Status	
	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Cur	Max	Limit	Total	LbTot	Last		In
owncloud1	0	0	-	0	160	0	7	1500	3440	3440	3m18s	2 685 862	3 900 616	57s DOWN
owncloud2	0	0	-	6	152	0	6	1500	890	890	1s	728 148	409 979	26m54s UP
Backend	0	0		6	160	0	7	300	4330	4330	1s	3 414 010	4 310 595	26m54s UP

圖 4-8 Owncloud 運作異常狀況

```
MySQL [(none)]> select * from backends;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| backend_ndx | address | state | type | uuid | connected_clients |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 192.168.120.213:3306 | up | rw | NULL | 0 |
| 2 | 192.168.120.214:3306 | up | ro | NULL | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)
```

圖 4-9 SQL 運作正常狀況

```
MySQL [(none)]> select * from backends;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| backend_ndx | address | state | type | uuid | connected_clients |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 192.168.30.213:3306 | up | rw | NULL | 0 |
| 2 | 192.168.120.214:3306 | up | ro | NULL | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)
```

圖 4-10 SQL 運作異常狀況



### 4.3 OwnCloud 檔案效能測試

使用 Internet Explorer (IE) 11 瀏覽器登入私有雲端儲存系統的 OwnCloud WEB 平台服務介面進行測試。OwnCloud 所使用的軟體版本為 8.2.0，測試檔案上傳及下載的效能，測試的檔案容量大小分別為 1MB、2MB、4MB、8MB、16MB、32MB、64MB、128MB、256MB、512MB、1GB，每個檔案各上傳及下載十次，取其平均值來計算。測試的使用環境架構如圖 4-11，將一台實體測試設備接在與台中 Tcserver1 主機相同的 switch 上，測試設備為 Acer TravelMate P645 筆電，網路介面頻寬為 1 Gbps。檔案上傳及下載的效能測試結果，如圖 4-12，由圖中可知當檔案超過 128MB 後，其上傳及下載時最大速度大約落在 20MB/s 上下。在服務正常無大量負載的情況下，若以上傳或下載 1GB 大小的檔案來說，其分別花費的時間大約只需 60 秒即可完成。

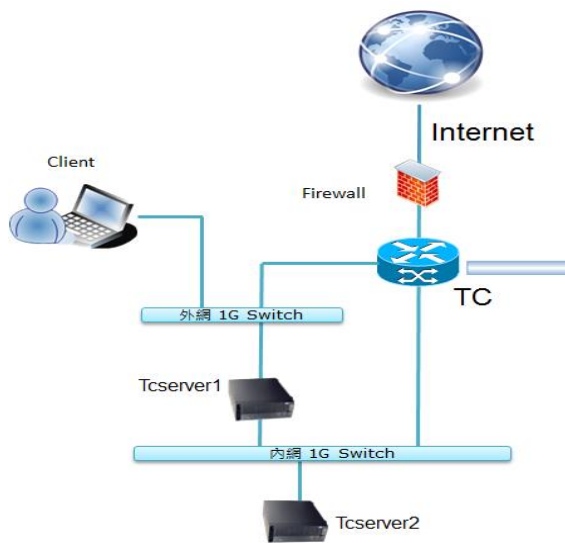


圖 4-11 WEB 平台服務效能測試環境架構

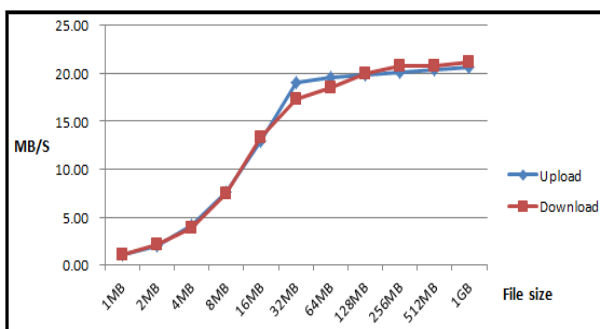


圖 4-12 WEB 平台檔案上傳及下載測試

### 4.4 服務壓力測試

JMeter 是 Apache 組織下所開發的 Open source 軟體，使用 Java 撰寫的應用程式，可用來測試網站功能以及量測效能，模擬在伺服器上使用高負載來測試網站的受壓能力，或在不同負載條件下的性能表現。此測試利用 Jmeter 軟體來模擬當此私有雲端儲存系統同時有大量使用者進行資源存取時的性能狀況，軟體版本為 2.13。

此測試環境與 OwnCloud 檔案效能測試環境一樣，如圖 4-13，使用相同網路配置及筆電設備。測試步驟為模擬每位使用者存取服務的動作順序，分別為登入 OwnCloud Web 平台、瀏覽總目錄清單、瀏覽子目錄清單、使用者登出。每個總目錄中有 5 個子目錄，每個子目錄有 10 檔案，最大的測試人數為 500 人。測試結果如圖 4-8 所示，當 50 人同時存取網頁資訊時，每筆 HTTP Request 最長反應時間為 1256 微秒，大約 0.001 秒，而測試人數達到 500 人時，每筆 HTTP Request 最長反應時間為 11262 微秒，大約只有 0.01 秒。就算人數達到 500 人，但它的反應時間對於一般使用者而言仍在可接受的範圍內。另外從 50 人到 500 人這區段的 HTTP Request 處理數量平均大約為每分鐘能處理 2158 筆。

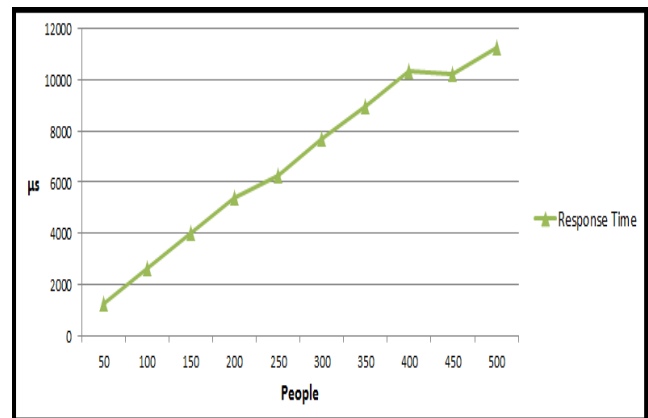


圖 4-13 HTTP Request 反應時間

## 5. 結論

從上述的實驗結果可以發現在此私有雲端儲存系統架構中，後端檔案系統使用 Open Source 的 GlusterFS 軟體，在效能上雖然沒有比商業用的 GPFS 軟體來的佳，但仍然有不錯的表現，在長期維運成本的考量下，使用 GlusterFS 仍然是一個不錯的選擇。另外也可以發現此系統具備著服務的高可用性，以及異地



備援的特性，整套系統可以容許同一個地點的主機全部失效或單一節點故障，仍然能夠繼續提供服務，所以在日常維護中，將部份主機下線來進行硬體維護、零件擴充及系統升級也不會有任何問題，足以應付大規模的災害。

在實驗中提供可儲存的空間雖然只有 5.5TB，但比起目前商業的雲端儲存服務供應商提供免費空間最大至 15GB 上下來說，5.5TB 可提供至少 366 位使用者使用，若以一般中小企業員工人數約 100 人來說，每位使用者也至少可分得 50GB 的空間，比起 15GB 的空間還大三倍之多。另外由於此架構是建置在公司內部的私有雲端儲存系統，不需要擔心公司對外的網路頻寬不足或網路斷線，而影響服務的效能或服務中斷，相對的，將資料放置在公司內部，除了可依公司實際的組織架構做更嚴密的權限控管外，也能加強資料的安全性及減低機密文件外洩的風險，總體而言都比商業型的雲端儲存服務來的更優質。

本研究主要以使用 Open Source 軟體為主，自行建置一套私有雲端儲存系統，除了可確保機密資料的安全性，也能減少在使用服務上的成本，以及降低日後系統維護的困難度，讓這套系統具有實務應用的價值。對於有使用私有雲端儲存服務需求的中小企業或小單位來說，相信此系統會是一個不錯的解決方案。

## 參考文獻

- [1] Google Search, <http://www.google.com.tw/>, referenced in Sep.2014.
- [2] 華碩 WebStorage, <https://www.asuswebstorage.com/>, 民國一〇三年十二月。
- [3] 國家高速網路與計算中心, <https://www.nchc.org.tw>, 民國一〇四年十月。
- [4] 國家實驗研究院, <http://www.narlabs.org.tw/>, 民國一〇四年十月。
- [5] IBM General Parallel File System, <http://www-03.ibm.com/software/products/en/software>, referenced in Jul. 2015.
- [6] Kryder's Law, [http://en.wikipedia.org/wiki/Mark\\_Kryder](http://en.wikipedia.org/wiki/Mark_Kryder), referenced in Oct. 2013.
- [7] 朱金城, "預測分析運用於資料儲存建置成本之研究", TANET 2013 論文集, 民國一〇三年十月。
- [8] Distributed file system, [https://en.wikipedia.org/wiki/Clustered\\_file\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Clustered_file_system), referenced in Nov.2015.
- [9] GlusterFS, <http://www.gluster.org/>, referenced in Nov.2015.
- [10] Elastic Hash Algorithm, [https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red\\_Hat\\_Storage/2.0/html/Administration\\_Guide/ch03s02.html](https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Storage/2.0/html/Administration_Guide/ch03s02.html), referenced in Nov.2015.
- [11] Ceph, <http://ceph.com/>, referenced in Sep.2015.
- [12] iThome 伺服器整合 Ceph 儲存方案紛紛出籠, <http://www.ithome.com.tw/tech/99512>, 民國一〇四年十月。
- [13] Virtual machine – Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_machine](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_machine), referenced in Sep.2014.
- [14] LXC-Linux containers., <https://linuxcontainers.org/>, referenced in Aug.2015.
- [15] Docker, <https://www.docker.com/>, referenced in Aug.2015.
- [16] Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony, Juan Rubio, An Updated Performance Comparison of Virtual Machines and Linux Containers. Technology, 2014.
- [17] Owncloud, <https://owncloud.org/>, referenced in Oct.2015.
- [18] dd (Unix), [https://en.wikipedia.org/wiki/Dd\\_\(Unix\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dd_(Unix)), referenced in Oct.2015.