

雲端化網路地圖服務效能調校之研究

內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國 105 年 9 月

106301000100G0001

雲端化網路地圖服務效能調校之研究

研究人員

技 士	陳 世 儀
技 正	游 豐 銘
課 長	蔡 季 欣

內政部國土測繪中心自行研究報告
中華民國 105 年 9 月

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

A Study of Cloud Map Service Performance Improvement

By

Chen, Shih-I

You, Feng-Ming

Tsai, Ji-Shin

September, 2016

目次

表次.....	II
圖次.....	III
摘要.....	V
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究動機及目的.....	2
第二章 文獻探討	3
第一節 程式語言及平台.....	3
第二節 負載平衡.....	6
第三節 圖磚資料儲存格式.....	14
第四節 磁碟檔案系統.....	18
第五節 雲端環境.....	22
第三章 研究方法及過程	24
第一節 建置國土測繪圖資網路地圖服務系統.....	24
第二節 長期維運-系統.....	28
第三節 長期維運-圖磚更新.....	43
第四節 建置國土測繪圖資服務雲.....	51
第四章 研究發現	59
第一節 雲端地圖維運.....	59
第二節 系統移植.....	60
第五章 結論與建議	62
第一節 結論.....	62
第二節 建議.....	63
參考書目	66

表次

表 2-1.	EPSG:3857 Google 相容格式的資訊表.....	15
表 2-2.	網路地圖服務圖磚檔存放規則表	16
表 2-3.	MBTile 表格 (Table) 定義表.....	17
表 2-4.	各檔案系統比較表	20
表 2-5.	GSN 機房租用 (IDC) 費率表.....	22
表 3-1.	於 IDC 的 WMTS 輸出統計表.....	54
表 3-2.	臺灣通用電子地圖 19 級圖磚磁碟空間浪費統計表.....	57
表 3-3.	臺灣通用電子地圖 18 級圖磚磁碟空間浪費統計表.....	58

圖次

圖 2-1.	Apache+Tomcat 組成負載平衡機制	10
圖 2-2.	HAProxy 架構.....	11
圖 2-3.	VMware vSphere Esxi Cluster 架構圖	13
圖 2-4.	金字塔影像不同比例尺的圖磚示意.....	14
圖 3-1.	設置於 GSN IDC 伺服器架構圖	25
圖 3-2.	系統服務架構圖.....	26
圖 3-3.	開發環境架構圖.....	28
圖 3-4.	Apache Logs 資料目錄空間統計	29
圖 3-5.	Tomcat Logs 資料目錄空間統計	30
圖 3-6.	Maps Server Logs 資料目錄空間統計	31
圖 3-7.	derby 資料庫的資料目錄空間統計.....	32
圖 3-8.	清除 Tomcat Logs 的工作排程設定.....	33
圖 3-9.	啟用系統管理員身分執行的命令提示字元畫面.....	34
圖 3-10.	Maps Server 服務資訊歷史目錄空間統計	35
圖 3-11.	系統自動發送有問題狀況的信件內容畫面.....	37
圖 3-12.	Master Server 工作排程器內有關 Apache 重啟排程 ...	38
圖 3-13.	Maps1 Server 設定的 Tomcat 重啟排程.....	38
圖 3-14.	Maps2 Server 設定的 Tomcat 重啟排程.....	39
圖 3-15.	Maps3 Server 設定的 Tomcat 重啟排程.....	39
圖 3-16.	Master、Contorl Server 磁碟空間狀況	40
圖 3-17.	Maps1、Maps2、Maps3 Server 磁碟空間狀況	41
圖 3-18.	Google Chrome 清除暫存區內容的方式畫面	42
圖 3-19.	FireFox 清除暫存區內容的方式畫面	42
圖 3-20.	IE 清除暫存區內容的方式畫面	43
圖 3-21.	嵌入「nlsc.gov.tw 201608」浮水印版權宣告圖磚.....	44
圖 3-22.	嵌入門牌號碼(白邊黑色字體)後的圖磚.....	44
圖 3-23.	嵌入門牌號碼(黑邊白色字體)後的圖磚.....	45

圖 3-24.	系統設定圖磚在瀏覽器中的暫存期限畫面.....	47
圖 3-25.	瀏覽器取得的圖磚中的使用期限資料.....	48
圖 3-26.	取得遠端桌面時，本機資源檔案的原始字串.....	49
圖 3-27.	IDC 的流量圖.....	53
圖 3-28.	圖資服務雲架構圖.....	54
圖 3-29.	圖資服務雲伺服器架構圖.....	56
圖 3-30.	臺灣通用電子地圖圖磚第 18、19 級圖磚的磁碟佔用空間畫面.....	58

中文摘要

關鍵詞：網路地圖服務、圖磚

一、研究緣起

內政部國土測繪中心為提供基礎共通平台，建置「國土測繪圖資網路地圖服務系統」(網址為 <http://maps.nlsc.gov.tw>)，為符合 Open Data (開放資料)潮流，於 102 年 6 月 13 日全面開放 OGC WMS(Web Maps Service)、102 年 8 月 30 日全面開放 OGC WMTS (Web Maps Tile Service、圖磚) 服務，供全民共享測繪圖資。系統目前提供超過 50 種的不同類型的圖資供使用者套疊及介接，並提供圖資展示平台，使圖資與系統功能相輔相成，免費提供多元圖資瀏覽服務，於 103 年榮獲臺北市電腦商業同業公會主辦「103 年資訊月百大創新產品獎-公共服務類創新產品」及台灣地理資訊學會主辦「第 10 屆金圖獎-最佳應用系統獎」。本系統係架構在 GSN 機房租用 (IDC) 內共享的防火牆及共用網路頻寬之下，以 5 台入門主機組成的服務群 (Cluster)，上線運行至今尚能保持服務量能，並維持高度的穩定度及效能。

由於介接系統及上線之使用者日益增多，為期繼續提供長期穩定及有效率的服務，自 105 年 8 月起陸續將系統服務移植至雲端虛擬主機，9 月更名為「國土測繪圖資服務雲」(Taiwan MAP Service)。由於新舊系統兩者軟硬體架構不同，在新系統架構下需進行哪些設定及調校，始能維持穩定服務，以及是否還能再提高系統的服務效能，即為本研究的主題。

二、研究方法及過程

研究方法採查閱既有文獻及蒐集相關資料，並進行系統上線及調整，以使得服務效能得以維持，而由實體主機移至雲端虛擬主機的過程中，遭遇的實際問題及克服方法等。

三、重要發現

本研究均以目前上線的系統進行調校，期以達長期自動穩定提供服務及供應最新的圖資給全民共享為目標，在雲端地圖維運方面，需注意如下：

- (一) 磁碟空間管理與啟用 NTFS 壓縮：為啟用 NTFS 壓縮，需在格式化時指定 Block Size(叢集)為 4K，指定 Logs 檔儲存的目錄啟用「壓縮內容，節省磁碟空間」選項，可大幅節省近 8 成的磁碟空間。NTFS 壓縮需視檔案特性設定，即該類的目錄資料適合才啟用，如 Logs 目錄、Derby 資料庫目錄，而非全顆磁碟空間全部啟用，才能在效能及磁碟空間上取得平衡。
- (二) 設定工作排程器重啟系統：Apache+Tomcat 組成的軟體 Load Balance 架構，機制看似完美，但是長期運作後，需設定適合的工作排程器輪流重啟 Apache 及 Tomcat，而不是重啟作業系統，達成長期的系統穩定運作。而 Window 每月的安全性更新，則建議有管理者定期進入進行更新。
- (三) 圖磚更新機制：需考量使用者端在檢視時不會同時有新舊存在的版本交互顯示，又必需受限於伺服器的磁碟空間、圖磚更新的時間等，本研究中已列出依據資料及特性等配合的各方式。如果有良好的 HTTP Header 的 Expires 日期值設定，以通知瀏覽器暫存該圖磚檔的期限，互相搭配可以讓使用者無感的直接使用到最新及正確的圖資。
- (四) 瀏覽器：由於瀏覽器有暫存區功能，系統當有網頁程式調整或圖資更換設定或是使用者的瀏覽器暫存區滿載，會造成使用者端異常，此時只要清除瀏覽器暫存區即可。因此各瀏覽器的清除暫存區的方式已列網站常見問答集內。

虛擬主機的優點，是可以系統備份，當系統毀損時，即由備份進行復原至另一台虛擬主機，而實體主機如果硬體毀損，需待硬體修復後再進行復原。系統由 GSN IDC 移植至國家高速網路與計算中心的雲端虛擬主機，由於設備不同，不是直接移植過去而已，而需要很多設

定及調整，遭遇問題如下：

- (一) 圖磚儲存：系統初期建置時，因考量圖磚檔是細碎量大的影像檔，為便於更新及建置，因此捨棄索引檔或資料庫，而建立樹狀目錄，以樹狀目錄結構當成索引檔的方式，維運以來效能良好，圖磚更新等均有作法因應。至移植至雲端虛擬主機時，竟然因為 NFS 設備內建的 Block Size 為 128KB 這個最基本的觀念，造成系統架構需要調整。
- (二) Load Balance(負載平衡)架構調整：實體主機與虛擬主機均採用軟體 Load Balance 的架構，於 GSN IDC 的實體主機採用的是 Apache + Tomcat 組成的負載平衡，其優點為在某台伺服器停止服務時，Apache 可以將使用者在 Tomcat 伺服器上的資訊 (Session)，平順的傳遞給另一台遞補提供服務的 Tomcat 伺服器，使得服務不會中斷。於虛擬主機上的則採用 HAProxy 的機制，HAProxy 並不傳遞使用者在伺服器上的資訊 (Session) 給其他伺服器，所幸在地圖服務方面，並不需要這樣的特性。而 HAProxy 除了設定較多外，缺點是後台的 Maps Server 程式也需要配合調整，如需調整以檢查 HTTP Header 的 x-forwarded-for 的值當作來源 IP 等。

四、主要建議事項

根據本研究成果提出下列具體建議。

□長期性建議—賡續辦理擴充國土測繪圖資服務雲

主辦機關：內政部國土測繪中心

協辦機關：無

系統服務如為再擴大服務量能及提供完善的服務備援方案，於雲端虛擬主機的租用，可再擴大租用服務節點及設備，使服務效能最大化。

□長期性建議—研究新的圖磚儲存方案

主辦機關：內政部國土測繪中心

協辦機關：無

目前系統的圖磚儲存架構是本中心自行研究所得，以單個圖磚檔案的方式儲存，雖然避免了資料庫的瓶頸，適合一般及快速佈建應用，但在大容量磁碟或 NFS 設備的 Block Size(叢集)無法匹配之下，是否還有優質解決方案，為可持續研究的主題，藉以提升圖資更新及服務效能。

ABSTRACT

Key Words : Web Map Service 、 Maps Cloud

In order to share geospatial results and provide a common use Platform, the “National Land Surveying and Mapping Information Web Map Service System” was built by the National Land Surveying and Mapping Center (NLSC) and it officially put into operation on December 7th, 2012 (system website: <http://maps.nlsc.gov.tw>). Keeping pace with the trend of Open Data, the Web Map Service (WMS) and Web Map Tile Service (WMTS) meeting the OGC standard was fully open on June 13th and August 30th, 2013.

The system integrates over than 50 kinds of map data layers which are allowed interactive browsing and provides variety of map services. Therefore, users can freely overlay and access these various map data. It has earned wide praise from all aspects of users and granted the “2014 Information Technology Month Top 100 Innovation Products” organized by Taipei Computer Association and “The Best Application System Awards of the 10th Golden Map Award” organized by the Taiwan Geographic Information Society (TGIS) in 2014.

The system is built on the Cluster that consist of 5 window servers and serves under the Government Service Network Internet Data Center (IDC). In this structure, the system sharing firewall and network bandwidth with IDC can provide high quality and stable service since officially operating.

For better serving performance and increasing users and interfacing systems, the system is transferring to virtual cloud servers gradually since August 2016 and it will rename as Taiwan MAP Service at September. With different hardware structure, the settings of Taiwan MAP Service need to adjust. To maintaining a stable service and improving service efficiency is the subject of this study.

雲端化網路地圖服務效能調校之研究

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

內政部國土測繪中心為提供基礎共通平台，建置「國土測繪圖資網路地圖服務系統」(網址為 <http://maps.nlsc.gov.tw>，以下簡稱本服務)，為符合 Open Data (開放資料) 潮流，於 102 年 6 月 13 日全面開放 OGC WMS (Web Maps Service)、102 年 8 月 30 日全面開放 OGC WMTS (Web Maps Tile Service、圖磚) 服務，供全民共享測繪圖資。系統目前提供超過 50 種的不同類型的圖資供使用者套疊及介接，並提供圖資展示平台，使圖資與系統功能相輔相成，免費提供多元圖資瀏覽服務，於 103 年榮獲臺北市電腦商業同業公會主辦「103 年資訊月百大創新產品獎-公共服務類創新產品」及台灣地理資訊學會主辦「第 10 屆金圖獎-最佳應用系統獎」。本系統係架構在 GSN 機房租用 (IDC) 內共享的防火牆及共用網路頻寬之下，以 5 台入門主機組成的服務群 (Cluster)，上線運行至今尚能保持服務量能，並維持高度的穩定度及效能。

由於介接系統及上線之使用者日益增多，為期繼續提供長期穩定及有效率的服務，自 105 年 8 月起陸續將系統服務移植至雲端虛擬主機，9 月更名為「國土測繪圖資服務雲」(Taiwan MAP Service)。由於新舊系統兩者軟硬體架構不同，在新系統架構下需進行哪些設定及調校，始能維持穩定服務，以及是否還能再提高系統的服務效能，即為本研究的主題。

第二節 研究動機及目的

一般地理資訊系統（GIS）的服務與地圖服務的觀念是不同的，兩者有某些程度上的差異，但對於一般使用者來講，其無需關注於伺服器的軟體是什麼，如何建置，其只要能夠提供快速適用的服務，才是被觀注的重點。本服務在系統設計上，捨棄了套裝軟體，特別為了 GIS 及地圖服務量身打造，伺服器（後台）可以加入各種圖磚圖資[2]，而使用者端（前台網頁）應用了 OSG（Open Source Geospatial Foundation，開源地理空間基金會）的 OpenLayer 程式庫開發人機介面服務全國，並且以 WMS、WMTS 公開發布服務，提供全民介接，不用申請無需註冊，可以直接使用的特性，為全國首個提供全方面符合 OGC WMS、WMTS 及地圖服務的機關，除了可以提高吸引使用者應用或介接網路地圖服務系統，在龐大的政府開放資料（Open Data）潮流下，對提升政府機關形象頗有助益。全面免費服務各界，並於 104 年 8 月配合行政院訂定「政府資料開放授權條款—第 1 版」，於內政部「內政資料開放平臺」與國家發展委員會「政府資料開放平臺」提供「開放資料網路地圖服務」。另產製臺灣通用電子地圖圖磚封裝檔資料集，獲英國「開放知識基金會」（Open Knowledge Foundation）資料開放（Open data）國際評比地理圖資（National Map）指標達 100 分，推升我國全球開放資料指標（Globe Open Data Index）整體排名為世界第一，整體服務創造可信賴的資料開放環境及提升政府施政行政透明，近日並將此圖磚封裝檔，另行匯出建立離線地圖檔的 MBTiles 格式，成為首個政府開放資料提供該格式檔案的政府機關。

第二章 文獻探討

雲端是一個熱門的名詞，但是雲端化後的影響，及系統是否適合移植至雲端，牽涉到很多，從資料面、應用面、效能面等都是可探討的方向，系統雲端化不代表所有的問題都不會發生、堅不可摧，也不代表效能一定足夠，必需先探討相關的軟硬體技術，甚至於最基本的電腦概論，才能由其中找癥結點或未被注意到的點，才能強化系統效能及提升穩定度，以下針對本研究會被探討到的項目進行描述。

第一節 程式語言及平台

系統開發及執行平台目前大致區分為 Java 及 .NET 兩大陣營，Java 走的是開放路線，.NET 則為 Microsoft 的付費平台，本研究的相關技術均採用 Java 為主，針對特性及平台做以下說明：

一. Java

Java 是 Sun Microsystems 於 1995 年率先發表的程式設計語言與運算平台。

在 Java 中是一組可執行指令（通常以 Java 位元組碼撰寫）的軟體程式。因為 Java 的程式都在 Java Virtual Machine (JVM, Java 虛擬機器) 上執行，而 JVM 已經建立在所有最常用的硬體與軟體平台上。因此某一平台撰寫的軟體可實際都透過 JVM，在其他任何平台上執行。

Java 具有物件導向、跨平台執行及自動垃圾回收 (Garbage Collection, GC) 的特性。而 GC 機制，是 Java 語言相對於同時期的主流語言 C++ 的記憶體管理的不足 (在 C++ 中記憶體的使用及管理都由程式設計師負責，撰寫不良的程式也有可能直接毀損系統)，而特別建立了將使用過後的記憶體具自動垃圾收集功能。這是記憶體使用的配置都是在記憶體堆疊上面進行的，當一個物件沒有任何參照的時候，Java 的自動垃圾收集機制就會發揮作用，自動刪除這個物件所佔用的空間，釋放記憶體以避免記憶體洩漏 (Memory Leak)，這機制在如果有多個物件

互相鏈結的記憶體空間也會自動判斷處理。

程式設計師不需要特別的去下指令釋放記憶體，GC 也會發生作用。但是記憶體洩漏並不是就此避免了，當程式員疏忽大意地忘記解除一個物件不應該有的參照時，記憶體洩漏仍然不可避免。

Java 中連結資料庫的介面是 JDBC (Java Database Connectivity)，是讓 JAVA 程式可以去運作 SQL 資料庫並與 SQL 資料庫系統互動。幾乎所有的資料庫系統均支援 SQL 標準，且 Java 可以跨平台，因此 JDBC 可以讓應用程式跨平台存取不同的資料庫系統。

*維基百科，java.com

二. Apache HTTP Server

Apache HTTP Server (簡稱 Apache) 是 Apache 軟體基金會的一個開放源碼的網頁伺服器軟體，是一個用 C 語言實作的 HTTP web server，其可以在大多數電腦作業系統中運行，由於其跨平台和安全性及免費。被廣泛使用，是最流行的 Web 伺服器軟體之一。它快速、可靠並且可通過簡單的 API 擴充，將 Perl/Python 等直譯器編譯到伺服器中。1996 年 4 月以來，Apache 一直是網際網路上最流行的 HTTP 伺服器：1999 年 5 月它在 57% 的網頁伺服器上運行，到了 2005 年 7 月這個比例上升到了 69%。在 2005 年 11 月最風光的時候達到接近 70% 的市佔率。*維基百科

三. Tomcat

Tomcat 是由 Apache 軟體基金會下屬的 Jakarta 專案開發的一個 Java Servlet Container (容器)，按照 Sun Microsystems 提供的技術規範，實作了對 Servlet 和 JavaServer Page (JSP) 的支援，並提供了作為 Web 伺服器的一些特有功能，如 Tomcat 管理和控制平台、安全域管理等。由於 Tomcat 本身也內含了一個 HTTP 伺服器，它也可以被視作一個單獨的 Web 伺服器。但是，Tomcat 和 Apache HTTP Server (Apache) 是不同的，Apache 是一個用 C 語言實作的 HTTP web server；Tomcat 是以 Java 實作的 Servlet Container，而 HTTP web server 只是附加的，所以這兩個

HTTP web server 是相同而安裝時是互斥的。*維基百科

四. Derby

Apache Derby 是 Apache 軟體基金會所研發的開放源碼資料庫管理系統；由於 Derby 是一個純 Java 程式，因此只需要操作系統支援 Java 虛擬機，Derby 便可執行。

Derby 是特別地為 Java 環境進行優化，Derby 本身不僅是一個純 Java 程式，而且 Derby 在執行用戶的 SQL 程式時，能夠把 SQL 編譯成 Java bytecode 並以系統的 Java 虛擬機執行。由於 SQL 程式轉成的 Java bytecode 能被 JIT 動態翻譯，因此 Derby 可能提供比傳統的資料庫管理系統更佳的性能。

五. HTTP 通訊協定

HTTP 通訊協定是網際網路服務的主流，而瀏覽器則依據 HTTP 通訊協定與 Web 伺服器溝通，但每個瀏覽器使用者與 Web 伺服器是透過 Session-Cookies 機制達到搭配成唯一性，在伺服器上稱之為 Session，即每個使用者的臨時 ID，在瀏覽器稱之為 Cookies，只是記錄及送出對應該伺服器的 Cookies 值，用以向伺服器宣稱身分，因為 HTTP 通訊協定是非加密的協定，因此理論上可以由程式（瀏覽器）送出假的 Cookies 值，如果伺服器剛好有搭配的 Session，則即可假造成該原本的使用者，但因為 Cookies 值（Value）很長及為亂數，所以技術上可以達到，但實務上很難發生，但是如果傳遞的資料被攔截，則取得 Cookies 值後即可假造，因此不建議用免費公開的 Wifi 進行機密性（如銀行）的網站操作。特別的是不同的伺服器定義給瀏覽器的 Cookies 變數是不同的，Tomcat 使用的是 JSESSIONID，而 IIS 則使用如 ASP.NET_SessionId。

六. 瀏覽器暫存區

瀏覽器基於 HTTP 通訊協定，提供使用者瀏覽網際網路的資訊，為提升瀏覽效能，在網頁設計上有提供 HTTP Header 中的 cache 指令，瀏

覽器則需搭配設計暫存機制，cache 指令可以指定某個檔案或網頁的有效期限或是 no-cache，在瀏覽同一個網頁時，瀏覽器再去檢查該網頁是否過期，是則丟棄再重新抓取，否則是用暫存的網頁資料提供使用者瀏覽，理論上過期的檔案或網頁暫存，瀏覽器必需自動清除，可惜的是可能瀏覽器的設計並不會自動啟動全部丟棄，而是再瀏覽時才檢查及刪除，這對動輒量張以上的圖磚檔案服務上是很嚴重的問題，因為瀏覽器會因暫存區管理，而造成效能嚴重下降。

第二節 負載平衡

為提供多台伺服器分流服務廣大的使用者，需要負載平衡 (Load Balancing)，大致上分為 DNS 輪循、硬體負載平衡及軟體負載平衡，前 2 項架構比較簡單，而軟體負載平衡則有很多種方式，以上 3 種方式分述如下：

一. DNS 輪循 (DNS round-robin)

DNS (Domain Name System) 是將網域名 (Domain Name) 轉為 IP 的服務。而 DNS Server 設定上有 TTL (Time to live) 參數，TTL 是 DNS 紀錄中的一個值，用來定義 DNS 紀錄的後續變更生效前的秒數。數值愈大，其他 DNS Server 所暫存的 Domain Name 對應的 IP 愈久，可減輕 DNS Server 負擔，如果 Domain Name 對應的 IP 很少異動，則可設以天為單位的 TTL 值，以減少被查詢次數的負擔；數值愈小，則 DNS Server 服務負擔及網路流量愈重。

因此透過短效期的 TTL 值，可設定同一個域名有多個對應的實體 IP 位址，那麼便可以利用 DNS 服務天生的機制，來達到分散至任一伺服器的負載平衡，當使用者端嘗試對此域名做連線時，便會查詢該 Domain Name 對應的 IP 位址，而 DNS 服務的機制，便會依序回傳所設定的不同實體 IP 位址，進而平衡不同伺服器的分散流量。

就 DNS 的輪詢機制而言，它的確是將不同的使用者端平均的導到不同的 Web 伺服器去，但是，即使每部 Web 伺服器上所服務的使用者端數量都相同，也並不意謂著每個 Web 伺服器的工作負擔就會相同，因

為每個使用者端所會造成的負載通常都不一樣。

DNS 輪詢的機制，有這樣的優點，還是免不了一個嚴重的問題，也就是當後端的伺服器出現無法提供服務的情況時，它並沒有辦法偵測，同時在指派新進的使用者端時，不能避免將它指派到故障的伺服器去，它還是會依序將新進的使用者端，指派到每個伺服器上。如此就造成有些使用者端反而被指派到故障的伺服器去。

二. 負載平衡交換器 (Layer 4 Switch, L4 Switch)

L4 Switch 是硬體負載平衡，其為將使用者端進入的查詢連線，透過分散導向內部的多台伺服器，分別提供服務，以達到分流的目的。其還可紀錄每一個伺服器的連線狀況，了解每一部伺服器負載狀況，將連線分配到多部的內部伺服器，達到伺服器負載平衡及備援。

在使用者端連線的分配上，可使用以下的幾種演算法。

- (一) 輪流法則 (Round Robin): 依序分配連線到伺服器上。在 HTTP 的服務要求上，依序分配給 Server 1, Server 2。此演算法與在名稱伺服器 DNS 上的輪流法則 (Round Robin) 最大的不同點，在於當伺服器發生故障無法提供服務時，L4 Switch 可自動隔離無法提供的服務，避免分配連線給已故障的伺服器服務上，而在 DNS 則無法提供這樣的功能。
- (二) 最少連線法則 (Least Connections): 分配連線到負載較輕的 Server 上。L4 Switch 根據每一部伺服器的連線數目，選擇連線較少的伺服器分配連線。
- (三) 加權百分比法則 (Weighted Distributions): 依比重分配連線，管理者依伺服器能力分配不同比例的連線數目

使用 L4 Switch 時，若某一台伺服器 (Server 1) 中的 HTTP 服務停止，此時交換器就會將 HTTP 的服務要求引導到另一台 (Server 2)，但 Server 1 的 FTP 服務會繼續服務要求，不會受到其他服務中斷的影響。而此時 L4 Switch 會一直偵測 Server 1 上的 HTTP 服務狀態，如 Server 1 的 HTTP 服務回復正常，L4 Switch 會自動將 Server 1 加入服

務行列，不需管理員進行設定。

而在網路管理及統計資料上，L4 Switch 也提供管理者即時的資料，連線數目及應用程式的種類，依此判斷伺服器的負載比例，來更動網路組態或增加伺服器，改善網路服務品質。

提供以高可靠度架構 HA (High Availability) 一個負載平衡的環境：避免在單一 L4 Switch 失敗時停止服務。兩部 L4 Switch 以一條獨立的同步連線 (Dedicated Synchronization Link) 銜接，作為判斷對方的狀態之用，避免影響網路正常流量。L4 Switch 優點為：

- (一) 提昇可靠度 (Reliability)：以伺服器群 (Server Farm) 搭配 L4 Switch 作負載平衡可將伺服器可靠度提高。
- (二) 提昇伺服器服務效率 (Performance)：以 L4 Switch 作負載平衡時，擴充或更換伺服器時，只需在伺服器群中加入新的或刪除伺服器即可作調配。
- (三) 讓管理更加容易：單一伺服器無法避免軟/硬體升級或其他原因停止服務。若以伺服器負載平衡的方式來以伺服器群服務使用者，可隨時執行維護的工作，不會影響到服務。
- (四) 與硬體平台或作業系統無關：在伺服器群中，只要所有伺服器提供相同服務，不需使用相同硬體平台或作業系統。使用能力強大的 UNIX 伺服器為主要伺服器，以能力較低的 NT 伺服器為輔，作為一個伺服器群。更可依照伺服器能力給予適當的連線數目，如此可避免伺服器負擔太多連線造成當機，或太少連線浪費投資。同時 L4 Switch 不需在伺服器及使用者安裝任何的軟/硬體，不會造成額外的負擔，或相容性的考慮。
- (五) 交換器本身的備援：L4 Switch 提供伺服器的備援及負載平衡，對於交換器本身也提供一些備援的方法，以兩部交換器可建置一備援的解決方案：其方法為所有伺服器連接到兩部 L4 Switch，而 L4 Switch 則提供一個同步連線互相偵測對方的狀態，且以模擬主要交換器的 MAC 位址，達到連線不中斷的要求。說明如下：

1. 兩個 L4 Switch 間以獨立的同步連線傳遞檢查 (Polling) 訊號給

對方，以判斷狀態。

2. 如果在獨立的同步連線上無法收到訊號，則會到一般的連線去偵測此訊號，避免只因同步訊號連線故障就切換 L4 Switch 的狀態（Active à Standby）。
3. 在一般的連線依舊無法偵測到檢查訊號，此時 Standby 的交換器就會接手負載平衡的工作，因其切換時間很短，不會影響到使用者與伺服器間的連線，又因兩部 L4 Switch 模擬相同的 MAC 位址，使用者連線不會受到交換器切換時連線中斷。
4. 因兩部交換器模擬相同的 MAC 位址，當交換器切換狀態時，網路使用者不需作 Re-ARP 的動作，造成網路上廣播風暴。
5. 當第 L4 Switch 作維護時，其伺服器群的服務可繼續，不受任何影響。

L4 Switch 看似完美，但是最大的問題是價錢，單價約百萬，而且要完成上述完整功能架構需配置 2 台。

三. Apache 與 Tomcat 組成負載平衡

軟體式的負載平衡，前文所提及的 Apache 與 Tomcat 僅能各提供實際網路上的使用者進入執行，因為 Apache 偏向靜態的 HTTP 伺服器，而 Tomcat 為動態資料處理服務伺服器，即內容會依使用者的行為動態改變回應的資料，因此為提升效能有以下方式：

- (一) Apache+Tomcat 各 1 台串連組成服務，靜態資料由 Apache 負責，需資料處理則導向 Tomcat 處理及服務，可提供較佳的效能。
- (二) Apache+多台 Tomcat 串連組成服務，需大量資料處理的 Tomcat，由多台提供服務，如果將任務配發成如 3 台 Tomcat，可利用分散的 Tomcat 伺服器進行處理，形成 Apache 與 Tomcat 組成負載平衡（load balance）架構。由於本服務使用這項機制，以下簡稱為 Apache +Tomcat Loadbalacne。

此負載平衡係透過 Session 值固定配發至某台 Tomcat 伺服器，另外一個最大的優點是，當某台 Tomcat 伺服器停止時，Apache 元件會將該

Tomcat 伺服器的 Session 值及該 Session 的其他變數，導向另一台 Tomcat 伺服器，而此 Tomcat 伺服器則會依 Session 值及其變數繼續提供服務，對使用者的操作連續性上並不會有任何影響（如圖 2-1）。而要實現此機制需要搭配 Cookies 變數，所以此架構在軟體間必需互相搭配，由 Apache 搭配 Tomcat，除非有其他軟體間的實作，否則無法跨至不同軟體去搭配。

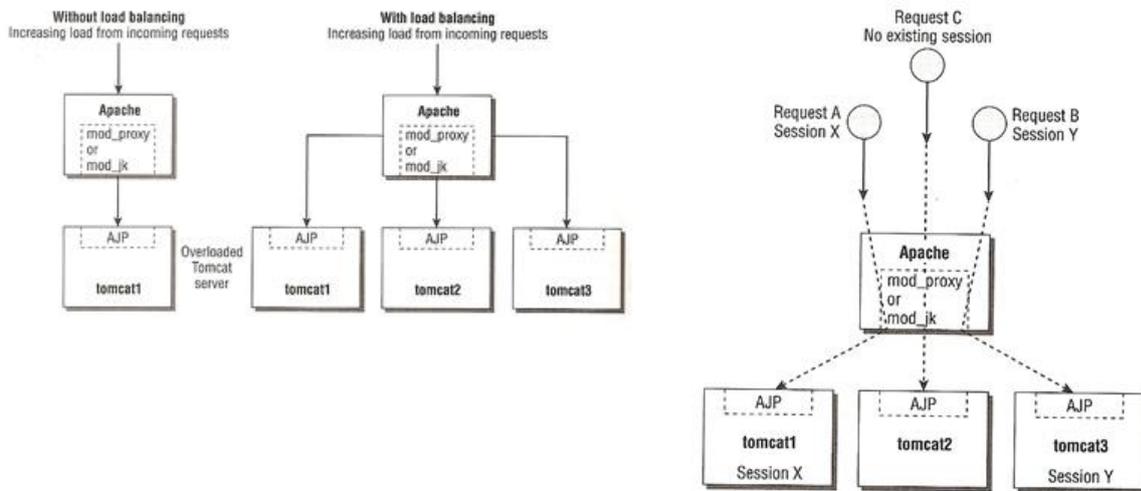


圖 2-1. Apache+Tomcat 組成負載平衡機制

四. HAProxy

HAProxy 是軟體式的負載平衡（架構如圖 2-2），使用者用瀏覽器連線後 HAProxy 就會自動分派 HTTP Request 到後端的機器中，設定檔有個「cookie SERVERID insert indirect nocache」是用來記錄連線的伺服器位置，可以讓某個瀏覽器發出的 Request 統一導向同一台伺服器，避免一些資料交換的問題。HAProxy 可以設定後端有幾台伺服器，多久要檢查伺服器反應時間，若反應過慢時就將此伺服器從服務中抽離。

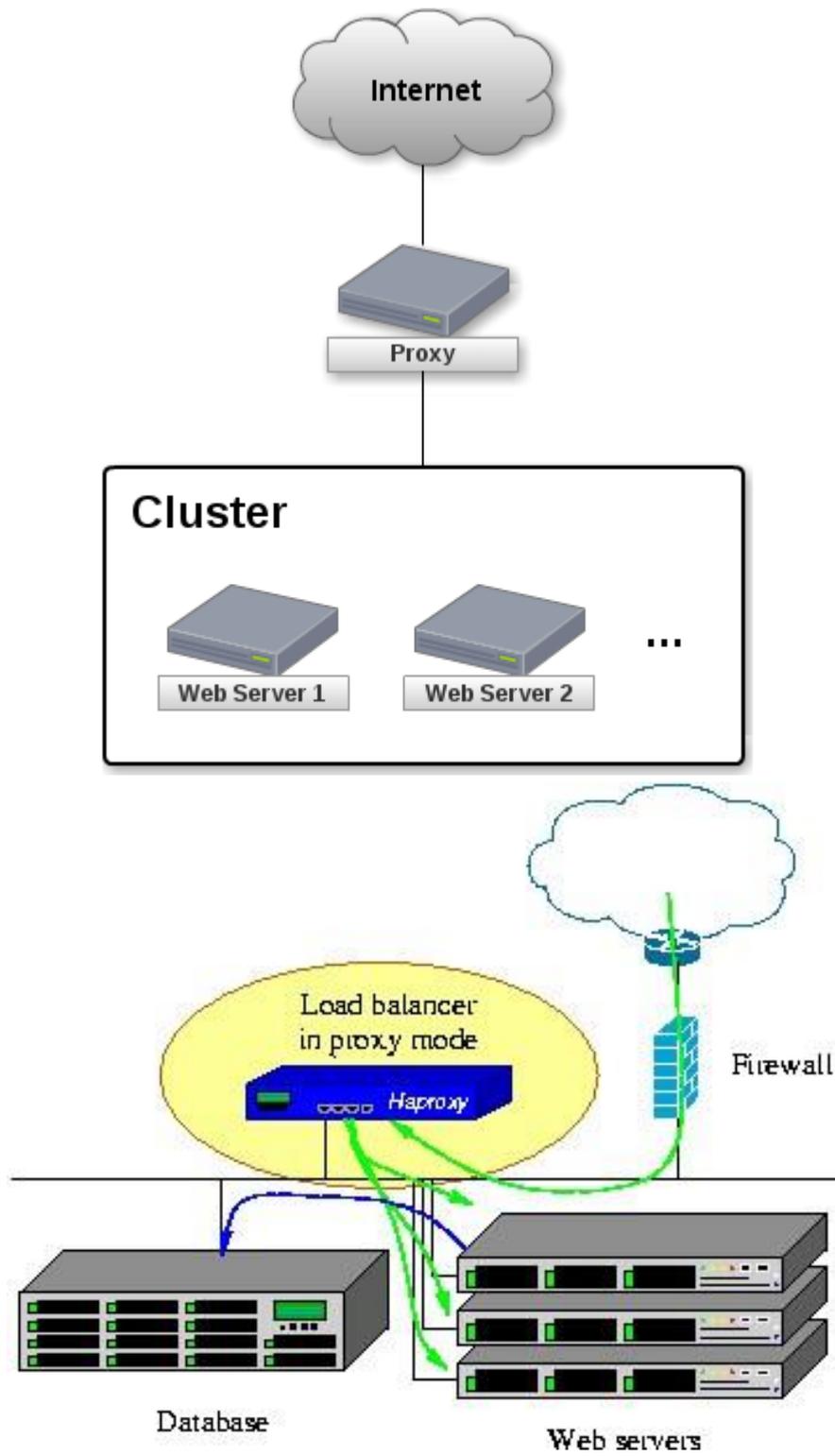


圖 2-2.HAProxy 架構

五. VMware vSphere Esxi Cluster 的 HA 及 DRS

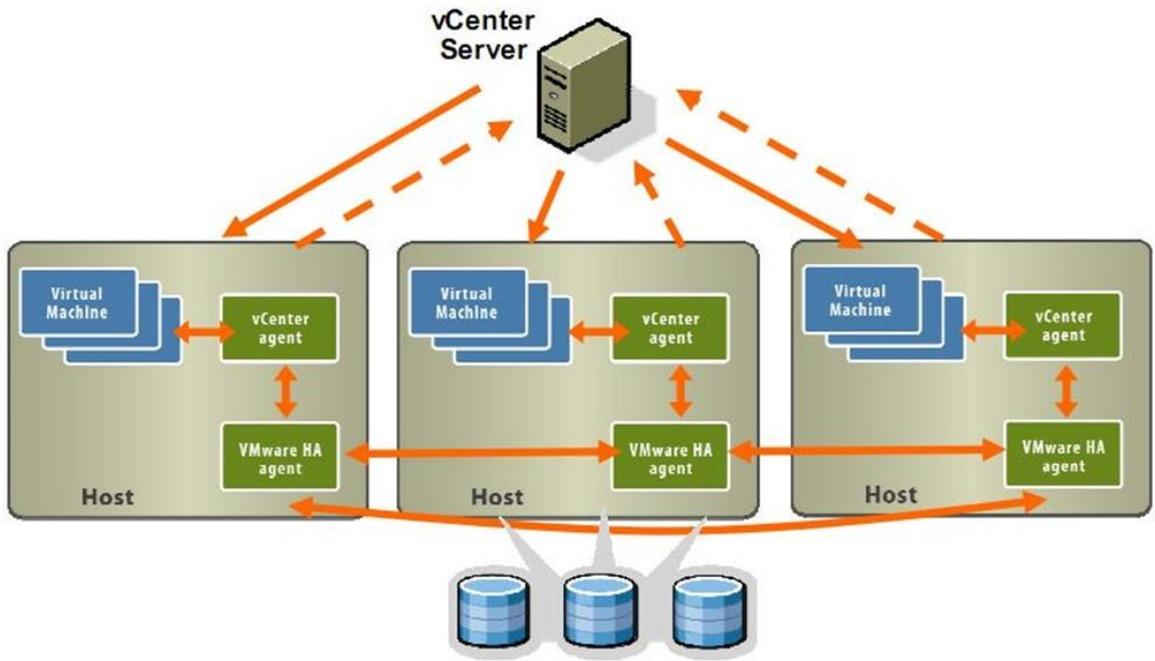
VMware 的架構(如圖 2-3)vSphere Esxi Cluster 分為「HA」(High Availability) 和「DRS」(Distributed Resource Scheduler)。

HA 透過在 Cluster 內的其他主機上重新啟動虛擬機器，防止伺服器故障，以保護應用程式可用性。其持續監控 VM 並在偵測到故障或沒有反應時，加以重新設定，防止應用程式故障。

DRS 用於 ESXi/ESX 服務在 vCenter 的管理下進行初始化資源調配和 VM 設置、虛擬機運行中結合負載動態調配資源。系統可自動根據實體主機的負載，自動調度虛擬主機的位置，也就是當某台實體主機負載較高，可以透過 DRS 將部份子系統透過 VMotion 搬到負載較輕的實體主機，VMWare 會觀察各個 ESXi 的資源使用情形，若某台 ESXi 資源使用超重，其他 ESXi 卻負載較輕，這時候 DRS 就會將某些 VMs 移到負載較輕的 ESXi 上。VMWARE 將 ESXi 主機組成資源叢集，並利用 Distributed Resource Scheduler (DRS) 依叢集平衡工作負載，當資源不平衡時自動移轉虛擬機，整個過程不會造成服務中斷。

在一個 Cluster 裡，會共同指定、使用 CPU EVC 模式、相同的 DRS 判斷策略、相同的 DPM 電源管理模式、HA 高可用性架構。其目的就是為了讓 VM (Guest OS) 可以在同一個 Cluster 內可以任意移機，並且正常運作。當創建出一個 DRS Cluster，並將「ESXi」放到「Cluster」裡面設定好以後，從此「Guest VM」就會自己找尋適合它生存的地方，假使這個地方不適合它，它就會自動搬家到別的地方，哪裡有它需要的硬體資源，它就往哪裡去。

VMware 希望傳達的觀念是，在虛擬化的世界，不用去關心 VM 現在處於哪個實體，哪裡有「足夠」的實體資源，「Guest VM」就往哪裡建置。



VMware vSphere HA

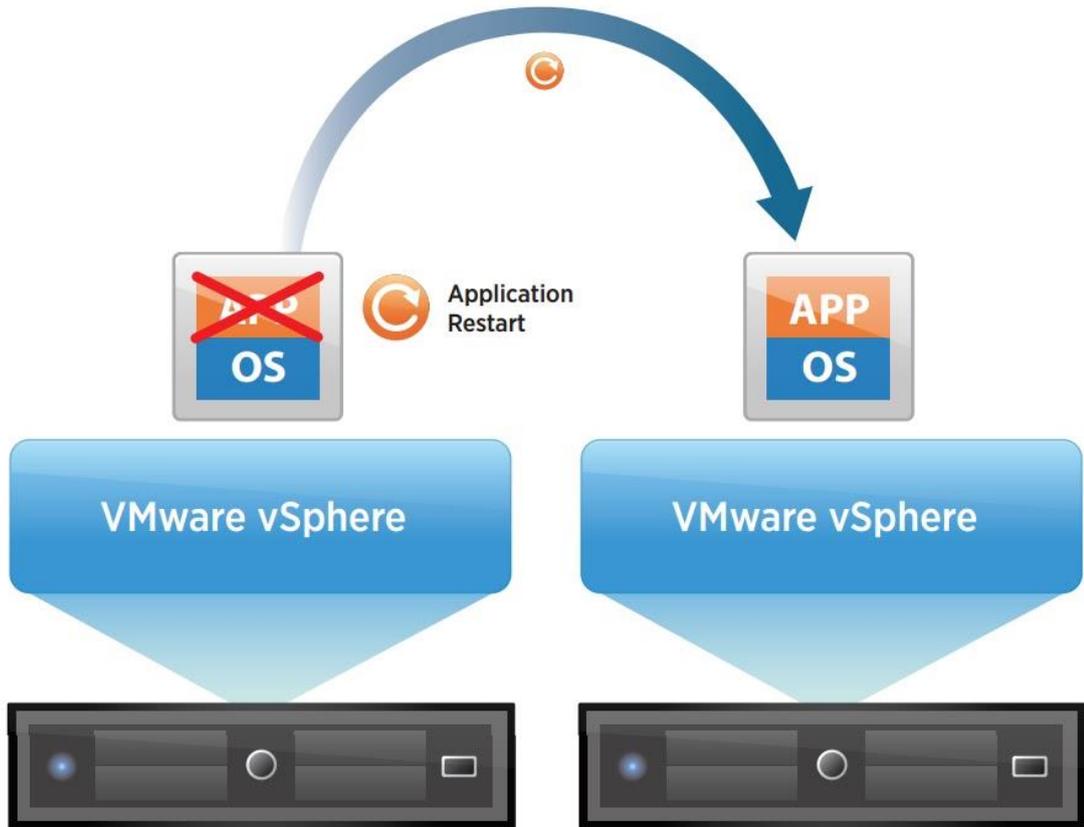


圖 2-3. VMware vSphere Esxi Cluster 架構圖

第三節 圖磚資料儲存格式

本研究探討的雲服務主要以圖磚 (Tile) 服務為主，簡介如下：

一. 何謂圖磚

OGC WMTS (OGC OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard) 規格發布於 2010 年 4 月 6 日，文件編號 OGC 07-057r7，版次 1.0.0。圖磚 (Tile) 金字塔影像觀念 (如圖 2-4)，係逐級建立多重解析度，以不同比例尺的圖磚描述相同的範圍。其相關的名詞如下：

- (一) 圖磚 (Tile)：以矩形圖形表示的地理資料。
- (二) 圖磚陣列 (Tile Matrix)：由一群具有相同比例尺的資料層的集合，採用第 4 象限坐標 (如圖 2-2)。

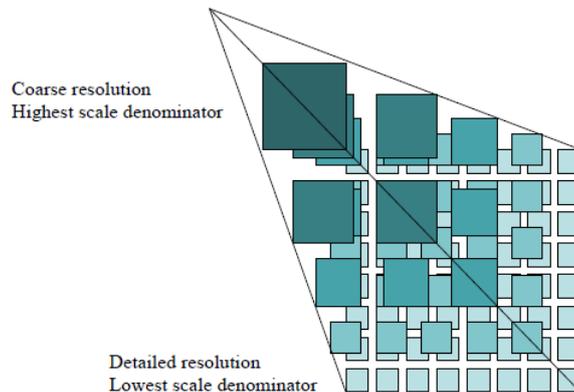


圖 2-4. 金字塔影像不同比例尺的圖磚示意
(引自 OGC WMTS 文件)

- (三) 圖磚索引 (Tile Indices)：圖磚在圖磚陣列中的索引編號，一般為整數值。
- (四) 相鄰比例尺變化率：各逐級相鄰的圖磚陣列間的比例尺變化率，以目前大多數採固定 2 倍的設定。

以目前圖磚層級 19 級來說，如表 2-1，以常見的 EPSG:3857 Google 相容格式的各縱橫向格數，如最大比例 19 級為 524288 * 524288 總共需為 274877906944 張 (即約 274.88 億張)。

表 2-1. EPSG 3857 Google 相容格式的資訊表

Level	Scale Denominator	pixel size (m)	各縱橫向格數
0	559082264.0287178	156543.0339280410	1
1	279541132.0143589	78271.51696402048	2
2	139770566.0071794	39135.75848201023	4
3	69885283.00358972	19567.87924100512	8
4	34942641.50179486	9783.939620502561	16
5	17471320.75089743	4891.969810251280	32
6	8735660.375448715	2445.984905125640	64
7	4367830.187724357	1222.992452562820	128
8	2183915.093862179	611.4962262814100	256
9	1091957.546931089	305.7481131407048	512
10	545978.7734655447	152.8740565703525	1024
11	272989.3867327723	76.43702828517624	2048
12	136494.6933663862	38.21851414258813	4096
13	68247.34668319309	19.10925707129406	8192
14	34123.67334159654	9.554628535647032	16384
15	17061.83667079827	4.777314267823516	32768
16	8350.918335399136	2.388657133911758	65536
17	4265.459167699568	1.194328566955879	131072
18	2132.729583849784	0.5971642834779395	262144
19	1066.364791924892	0.2985821417389697	524288

(資料來源：OGC WMTS Simple Profile)

二. 圖磚檔案分散儲存方式

(一)ArcGIS 9

以 L00 表示第幾級圖磚，下層目錄為 Row(行)/Column(列).png，行列均採 8 碼 16 進位制 (不足前補 0)，例第 2 級的橫軸第 6 張縱軸第

2 張其目錄檔案為 L02/R00000006/C00000002.png。此檔案架構以一層存放該橫向或縱向的所有目錄或檔案，如以此格式儲存全球的第 19 級，則會需 2^{19} (即 524288 個，如表 2-1) 檔案在同一層目錄，此設定會造成檔案系統效能不彰。

(二)網路地圖服務 (本服務)

圖磚索引及目錄命名：圖磚索引的以坐標原點為索引原點，因此以圖磚索引為檔案命名規則，圖磚索引以 6 位整數計 (不足前補 0)，以 X 在前 Y 在後的命名方式，例檔名為 XXXXXXYYYYYY.PNG。各級完整目錄對照如表 2-3，此格式可在一層目錄下最多僅儲存 1000 個檔案數，而用檔案樹狀結構儲存，以樹狀結構當作索引，不用另建索引檔，大幅減低系統負擔。

表 2-2. 網路地圖服務圖磚檔存放規則表

層級	參考比例尺	解析度 (公尺)	儲放目錄檔名
6	9244648.868618	2445.98490512499	6\XXXXXXYYYYYY.PNG
7	4622324.434309	1222.99245256249	7\XXXXXXYYYYYY.PNG
8	2311162.217155	611.49622628138	8\XXXXXXYYYYYY.PNG
9	1155581.108577	305.748113140558	9\XXXXXXYYYYYY.PNG
10	577790.554289	152.874056570411	10\XXXXXXYYYYYY.PNG
11	288895.277144	76.4370282850732	11\XXXXXXYYYYYY.PNG
12	144447.638572	38.2185141425366	12\XXXXXX\YYYYYY.PNG
13	72223.819286	19.1092570712683	13\XXXXXX\YYYYYY.PNG
14	36111.909643	9.55462853563415	14\XXXXXX\YYYYYY.PNG
15	18055.954822	4.77731426794937	15\XXXXXX\YYYYYY.PNG
16	9027.977411	2.38865713397468	16\XXXXXX\YYYYYY.PNG
17	4513.988705	1.19432856685505	17\XXXX\XX\YYYYYY.PNG
18	2256.994353	0.597164283559817	18\XXXX\XXYYY\YYY.PNG
19	1128.497176	0.298582141647617	19\XXXX\XX\YYY\YY.PNG

三. 以資料庫儲存

包含以特定檔案儲存方式，將所有的圖磚塞入資料庫中，以資料庫建立索引的特性，每個資料庫都是可以自行定義表格 (Table) 並建立表格的方式，簡化存取的複雜度，如 Oracle DB、SQL Server、IBM DB2 都可做為此用途。

ArcGIS 10 新增了 Row (行) 目錄下的檔案，不再是單一個圖磚，而是用一個類似資料庫的專屬檔案儲存。

另可攜型裝置 (Mobile) 的普及，地圖 APP 要有容易攜帶的離線地圖以存放圖磚，方便管理及取用，因此常以 SQLite 這個跨平台的小 DB 程式庫，建立離線地圖檔的 MBTiles 格式，變成可攜型裝置離線地圖檔格式的共通主流，其定義格式為如表 2-3。本中心即以此格式將前述 ArcGIS 9 的圖磚封裝檔政府開放資料，首全國之先匯出成 MBTiles 離線地圖檔的政府開放資料，供全國下載。

表 2-3. MBTile 表格 (Table) 定義

欄位名稱	型態	備註
zoom_level	integer	EPSG 3857 Google 相容的 Level 值
tile_column	integer	EPSG 3857 Google 相容的 column 值
tile_row	integer	表 2-1 中各縱橫向格數 減去 EPSG 3857 Google 相容的 row 值
tile_data	blob	圖磚影像檔 (binary)

圖磚的儲存格式，除了效能外，在長期運作的雲端地圖服務系統，維護更新圖資也益形重要，因為除了效能還牽涉到圖磚的更新或版本切換是否方便，會不會造成服務異常甚或終止等，以累積超過 3 年的長期運作維運問題及系統切換至雲端虛擬主機的不同，均在這次的移轉經驗中發現，於下章介紹。

第四節 磁碟檔案系統

磁碟檔案系統是一個很入門的觀念，如 FAT、FAT32、NTFS 等，但卻在執行過程中發現了 Block Size（叢集）小觀念引發的問題，均在這次的移轉圖磚至雲端虛擬主機上發現，主要牽涉到軟體及硬體基本觀念，分述如下：

一. 硬碟（HD）

硬碟是電腦上使用堅硬的旋轉碟片為基礎的非揮發性儲存裝置，硬碟的讀寫是採用隨機存取的方式，因此可以以任意順序讀取硬碟中的資料。硬碟包括一至數片高速轉動的磁碟以及放在致動器懸臂上的磁頭。

硬碟的物理結構一般由磁頭與碟片、馬達、主控晶片與排線等零件組成；當主馬達帶動碟片旋轉時，副馬達帶動一組（磁頭）到相對應的碟片上並確定讀取正面還是反面的碟面，磁頭懸浮在碟面上畫出一個與碟片同心的圓形軌道（磁軌或稱柱面），這時由磁頭的磁感線圈感應碟面上的磁性與使用硬碟廠商指定的讀取時間或資料間隔定位磁區，從而得到該磁區的資料內容，硬碟空間由磁軌（Track）、柱面（Cylinder）及磁區（Sector）組成。優點是成本低，缺點是讀取效能取決於硬體馬達及磁頭，包含磁區的硬體毀損會造成資料遺失。

二. 固態硬碟（SSD）

固態硬碟（Solid State Disk、Solid State Drive，簡稱 SSD）是一種以記憶體作為永久性記憶體的電腦儲存裝置。SSD 是使用 NAND Flash，所以 SSD 內也沒有用來驅動（Drive）旋轉的馬達。由於其沒有 HD 的機械式架構，所以很快，缺點是使用壽命風險、容量較小及價錢比 HD 還高。

三. 磁碟陣列（RAID）

磁碟陣列（Redundant Array of Inexpensive Disks，RAID），其基本思想就是把多個相對便宜的硬碟組合起來，成為一個磁碟陣列組，使效能達到甚至超過一個價格昂貴、容量巨大的硬碟。根據選擇的版本不同，RAID 比單顆硬碟有以下一個或多個方面的好處：增強資料整合度，增強容錯功能，增加處理量或容量。RAID 把多個硬碟組合成為一個邏

輯磁區，因此，作業系統只會把它當作一個磁碟。RAID 常被用在伺服器電腦上，並且常使用完全相同的硬碟作為組合。由於硬碟價格的不斷下降與 RAID 功能更加有效地與主機板整合，它也成為玩家的一個選擇，特別是需要大容量儲存空間的工作。RAID 5 以後，可以在發生一台實體硬碟毀損後，由其他台實體硬碟的資料重建，因為理論上同時發生 2 台實體硬碟同時毀損的機率不過，因此資料的保存是更安全。

四. NFS、Windows 的網路磁碟機

NFS 為 Network FileSystem 的簡稱，在 UNIX 上其目的就是讓不同的機器、不同的作業系統可以彼此分享個別的檔案。

Windows 的網路磁碟機及網路芳鄰是使用 SMB/CIFS 通訊協定。各電腦可以使用 SMB/CIFS 來共享檔案。

上述 2 者已可跨系統分享使用。

五. 網路儲存伺服器 (NAS)

網路儲存伺服器 (Network Attached Storage, NAS)，是專門的資料儲存技術的名稱，它可以直接連接在電腦網路上面，對異質網路使用者提供了集中式資料存取服務。NAS 和傳統的檔案儲存服務或直接儲存裝置不同的地方，在於 NAS 裝置上面的作業系統和軟體只提供了資料儲存、資料存取、以及相關的管理功能；此外，NAS 裝置也提供了不止一種檔案傳輸協定。NAS 系統通常有一個以上的硬碟，而且和傳統的檔案伺服器一樣，通常會把它們組成 RAID 來提供服務；有了 NAS 以後，網路上的其他伺服器就可以不必再兼任檔案伺服器的功能。NAS 的型式很多樣化，可以是一個大量生產的嵌入式裝置，也可以在一般的電腦上執行 NAS 的軟體。

NAS 用的是以檔案為單位的通訊協定，例如像是 NFS (在 UNIX 系統上很常見) 或是 SMB (常用於 Windows 系統)。儲存區域網路 (SAN) 用的則是以區塊為單位的通訊協定、通常是透過 SCSI 再轉為光纖通道或是 iSCSI。還有其他各種不同的 SAN 通訊協定，像是 ATA over Ethernet 和 HyperSCSI 等。

NAS 改善了資料的可用性，即使相應的應用伺服器不再工作了，仍

然可以讀出資料。NAS 產品具有的優點包括：

NAS 產品是真正隨插即用產品。NAS 裝置一般支援多電腦平臺，用戶通過網路支援協議可進入相同的文件，因而 NAS 裝置無需改造即可用於混合 UNIX/Windows NT 區域網內。

NAS 裝置的物理位置同樣是靈活的，它們可放置在工作組內，靠近資料中心的應用伺服器，或者也可放在其他地點，通過物理鏈路與網路連接起來。無需應用伺服器的干預，NAS 裝置允許用戶在網路上存儲資料，這樣既可減小 CPU 的開銷，也能顯著改善網路的效能。

NAS 可讓資料的使用率提升，主要的原因在於資料無需依附在伺服器上，使用者不會因為伺服器關閉而無法使用資料，因為使用者連結的是 NAS。NAS 也讓資料管理變得輕鬆及簡單，讓原本需要在伺服器上進行的繁複設定程式，簡化成幾個步驟就可完成，大大的節省設定時間。

六. 檔案系統 FAT、FAT32、NTFS

Windows 的檔案系統有 FAT、exFAT、FAT32、NTFS，FAT 因能支援的磁碟空間太小，外加需要中文長檔名支援，因此已很少使用，而 NTFS 能支援超過 4G 的檔案大小是其特點，基本比較如表 2-4。

表 2-4. 各檔案系統比較表

檔案系統	FAT32	NTFS	exFAT (隨身碟專用)
相容性	全部	XP 以後	Windows 7 以後 *XP、Vista 需安裝更新支援
單一檔案大小上限	4GB	16TB (理論值)	16EB
磁碟分割區大小上限	2TB	16EB	128PB

七. 格式化時的 Block Size (叢集)

Windows 的磁碟格式化有一個選項是「配置單位大小」(即 Block Size, 叢集)，不論是 FAT、FAT32、NTFS 格式，一般磁碟的實體最小

儲存單位是磁區 (Sector) 容量 512 Bytes，為了提升管理及資料儲存的效率，所以就有邏輯區塊 (Block) 的產生，邏輯區塊是在格式化時，所指定的『最小儲存單位』，這個最小儲存單位是架構在實體磁區的上面，所以 Block 的大小為磁區的 2 的次方倍數。此時，磁頭一次可以指定讀取一個 Block，如果在格式化的時候，指定 Block 為 4 KBytes (亦即由連續的 8 個磁區構成一個 Block)，那麼一個巨大的檔案，指定磁頭要讀取的次數則為原始 512Byte 的 1/8 次，可大幅增加檔案的讀取效能！不過，Block 單位的規劃並不是越大越好，因為一個 Block 最多僅能容納一個檔案。如果 Block 規劃為 4 KBytes，而有一個檔案大小為 0.1 KBytes，這個小檔案將佔用掉一個 Block 的空間，也就是說，該 Block 雖然可以容納 4 Kbytes 的容量，然而由於檔案只佔用了 0.1 Kbytes，所以，實際上剩下的 3.9 KBytes 是被閒置了，所以在考慮 Block 的規劃時，需要同時考慮到檔案讀取的效能及檔案大小可能造成的磁碟空間浪費。而圖磚的小而細碎的特性，正好顯著的由這個參數所影響。

八. NTFS 壓縮 (壓縮磁碟、壓縮目錄)

Windows 的 NTFS 壓縮，在人機介面上可選擇「壓縮這個磁碟機來節省磁碟空間」及「壓縮內容，節省磁碟空間」選項，是設定目前磁碟或特定目錄，於資料寫入時先用軟體壓縮，讀出時再解壓縮，由於都是透過作業系統自動處理，應用程式並不知道，如果原始資料是可高度壓縮的檔案 (如 logs、txt 檔)，可大幅節省空間，在讀取時可大幅減少讀取硬碟的機械動作，而大幅提高效能，但是如果寫入的是已很少能壓縮的檔案，如 JPEG 檔，則此舉會大幅降低寫入效能，因此必需資料目錄及視資料特性進行設才能善用其優點。

NTFS 壓縮以 16 個 Block Size 為一個區段進行，也即如果 Block Size 大小為 4KB，則壓縮時單個區段的大小為 64KB。NTFS 壓縮演算法支援的最大 Block Size 大小為 4KB，如果 Block Size 大小超過 4KB，則壓縮功能將不可用。可惜的是 Windows 在格式化大容量磁碟時，為了效能起見，預設的 Block Size 為 8KB 以上，因此使用大容量的磁碟空間，

等於取消「NTFS 壓縮」功能，在搭配大容量磁碟時此優點一般無法使用。

第五節 雲端環境

雲端伺服器服務的環境，分成自備主機及租用虛擬主機的方式，本服務的環境則從 GSN IDC（機房租用）的實體主機至租用雲端虛擬主機，相關環境簡介如下：

一. GSN IDC（機房租用服務）

行政院為提昇政府行政效率及擴大便民服務，積極推動電子化、網路化政府政策，會同中華電信公司規劃建置以網際網路 Internet 為基礎之全國骨幹網路（Backbone）及電子郵遞、電子目錄...等多項網路基礎應用服務，形成政府機關整體性網路環境，提供各級政府機關建置發展為民服務、行政應用等資訊系統之共同基磐。同時與中華電信網際網路 HiNet 互連，可讓一般民眾及企業藉由網際網路共享網際服務網的應用服務如電子報稅、電子公路監理、電子工商登記、電子採購等。

機房租用服務（IDC）提供標準電信（電腦）機房空間，供政府機關放置伺服器主機或網路通信設備，並與 GSN 骨幹網路直接連接，頻寬充份供應，提供頻寬為共享式不保證頻寬，租用費用如表 2-5。政府機關使用可省卻自行建置資訊機房所需的各項成本，包括不斷電系統（UPS）、發電機、火災預警系統、自動滅火系統以及環境監控系統等，同時亦可大幅精簡機關在機房維運人力上的需求以及電路頻寬成本。GSN IDC 機房環境平均濕度為 35%~55%之間，開放空間平均溫度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，密閉式機箱進氣平均溫度 $20\pm 4^{\circ}\text{C}$ 。

表 2-5. GSN 機房租用（IDC）費率表

		設定費	機箱月租用費	網路頻寬費	異動費
標準機箱 A 寬 48 * 高 30 * 深 90 (公分)	公告價	6,000 / 次	6,000	免費	200 / 次
	四五折優惠價	2,700 / 次	2,700	免費	無優惠

GSN IDC 北、中、南三地機房之詳細地址如下：

台北國光機房：新北市永和區警光街 5 號 4 樓 電話:02-89250234

台北東七機房：台北市松德路 168 巷 20 號 7 樓 電話:02-27227464

台中文心機房：台中市文心路一段 351 號 6 樓 電話: 04-22531790

高雄中山機房：高雄市中山一路 18 號 2 樓

因此 GSN IDC 提供機房環境，將自有的主機安置於 IDC 機房中，其中除台北東七機房對大陸地區開放外，其他 3 個機房對大陸地區是封鎖的，本中心以考量位置選擇安裝於台中文心機房。由於刀鋒主機的用電量需求，租用 2 個標準機箱（每月 5,400 元），此外無需任何費用，維運至今保持正常狀態，為低成本且非常良好的設置環境。

二. 虛擬主機環境

虛擬主機（Virtual Host），是一種網路技術，可以讓多個主機，在一個單一伺服器（或是一組伺服器）上運作，而且可以分開支援每個單一的主機名稱。虛擬主機可以執行多個網站或服務的技術。虛擬是指空間是由實體的伺服器延伸而來，其硬體系統可以是基於伺服器群，或者單個伺服器。

其技術是網際網路伺服器採用的節省伺服器硬體成本的技術。虛擬主機是使用特殊的軟硬體技術，把一台執行在網際網路上的伺服器主機分成一台台虛擬的主機，每一台虛擬主機都具有獨立的名稱或 IP 位址，具有完整的 Internet 伺服器（WWW、FTP、EMail 等）功能，虛擬主機之間完全獨立，並可由用戶自行管理，在外界看來，每一台虛擬主機和一台獨立的主機完全一樣，從而充分利用伺服器硬體資源。目前很多廠商均提供虛擬主機租用服務。

第三章 研究方法及過程

本研究從長期維運開始，至移植至國家高速網路與計算中心（以下簡稱國網中心）的雲端虛擬主機上，從實體主機至虛擬主機的環境及運作，效能的調校是一段 Try-Error 的過程，介紹如下：

第一節 國土測繪圖資網路地圖服務系統建置

系統建置於 GSN IDC 文心機房，軟硬體架構因經費考量選擇為入門機型，其規格如下：

一. 硬體規格

IBM BladeCenter HS22 刀鋒機箱，內有 5 刀，每刀規格如下：

(一) 處理器: 2 顆 Quad-Core Intel Xeon E5620 24GHz。

(二) 記憶體: 16GB。

(三) 硬碟及控制介面：提供 SAS (Serial Attached SCSI) 磁碟控制介面，支援 RAID 0, 1。

(四) 硬碟：10000RPM (Round Per Minute)，SAS (Serial Attached SCSI) 300GB 硬碟 2 顆。

(五) 作業系統：Windows Server 2008 中文版。

此規格於 101 年採購，而由於 IBM 刀鋒機箱規格已於隔年大幅度改變，無法相容於舊規格，因此硬體部分已無再擴充的效益。

二. 硬體架構

5 組刀鋒伺服器組成的硬體架構，如圖 3-1，5 組均透過 L2 Switch 可提供網際網路服務。

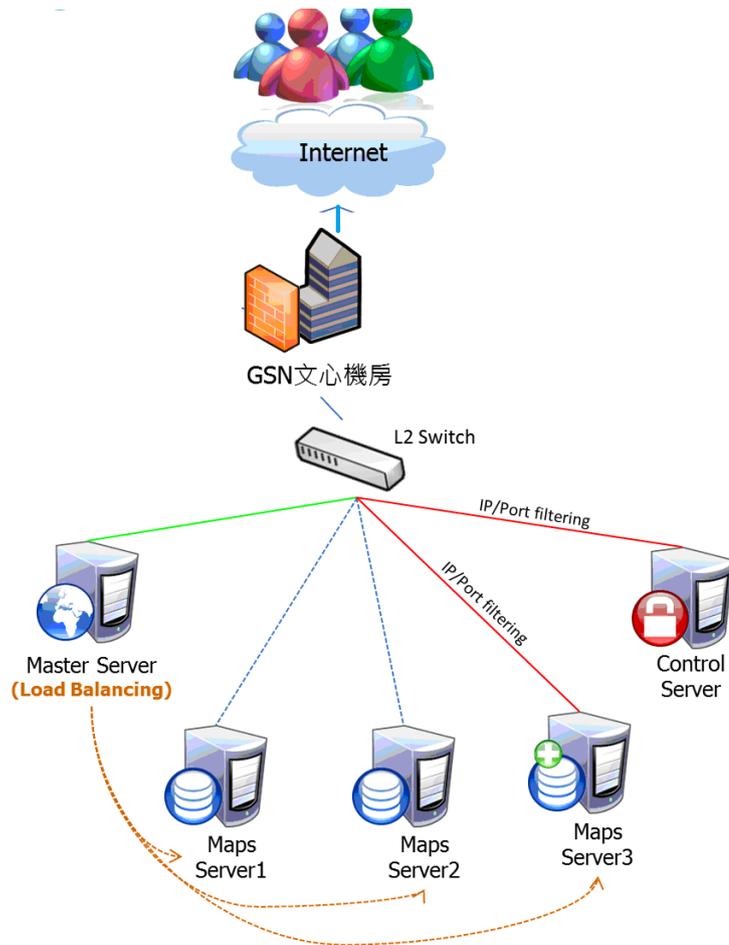


圖 3-1. 設置於 GSN IDC 伺服器架構圖

三. 伺服器服務架構

伺服器服務架構參考如圖 3-2，分成 Master Server、Maps Server 及 Control Server 三類，分述如下：

(一) 網路地圖服務主機 (Master Server)

以一組刀鋒伺服器建置入口網站，並提供負載平衡服務。

1. 作業系統：Microsoft Windows Server 2008。
2. 硬碟：採用 RAID 1 硬碟陣列規劃，磁碟可使用容量總計約 280GB，NTFS 叢集=4KB (預設值)。
3. 主要組成為 Apache + Tomcat，使用前節的 Apache + Tomcat

軟體負載平衡架構。

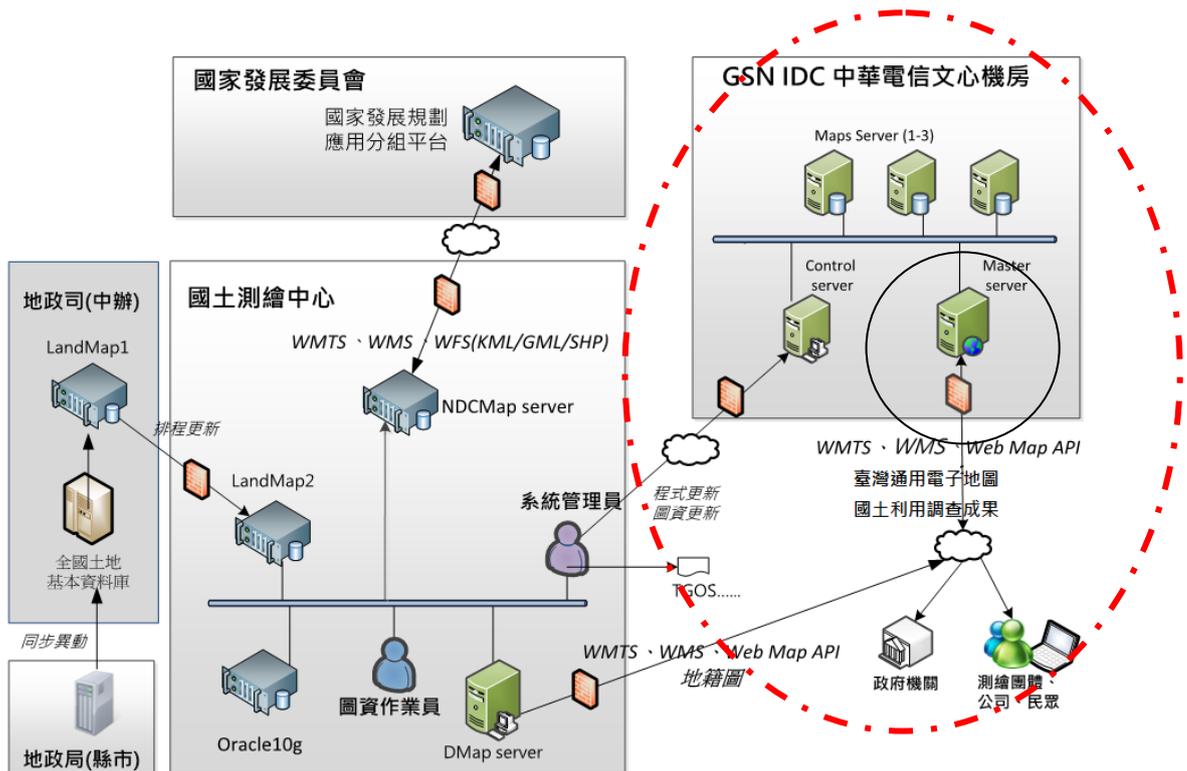


圖 3-2. 系統服務架構圖

(二) 地圖服務主機 (Maps Server)

以 3 組刀鋒伺服器來運行前端網頁及 WMS、WMTS 服務提供，3 套伺服器上建置相同的作業環境及圖資，透過負載平衡平均將使用者連線分配到 3 套伺服器上作業。軟硬體規劃如下：

1. 作業系統：Microsoft Windows Server 2008
2. 硬碟：磁碟可使用容量總計約 560GB，NTFS 叢集(Block Size)=4KB (預設值)。
3. 第 1 部採用 RAID0 串連，第 2、3 部的兩顆硬碟獨立：磁碟 1 (C:) NTFS 叢集=4KB，磁碟 2 (D:) NTFS 叢集= 4KB (格式化時設定，Windows 2008 Server 系統預設為 4KB)。
4. 主要組成為 Tomcat。

(三) 系統監控管理主機 (Control Server)

以一套刀鋒伺服器建置系統查詢記錄資料庫，儲存系統每筆查詢及連線作業詳細內容，並建置資料庫管理程式，軟硬體規劃如下：

1. 作業系統：Microsoft Windows Server 2008
2. 磁碟 1 (C:) 磁碟可使用容量總計約 280GB，NTFS 叢集 (Block Size)=4KB (預設值)。
3. 磁碟 2(D:)磁碟可使用容量總計約 280GB，NTFS 叢集=4KB (硬碟格式化時設定)。
4. 主要安裝為 Tomcat、Derby。
5. 提供硬碟空間成為網路磁碟機供 Maps Server，共用圖資圖磚之用。

四. 開發環境架構

系統建構於 Windows Server 作業系統上，採用 Apache 伺服器做為靜態網頁的網頁伺服器，以及採用 Tomcat Web 伺服器做為展示共通平台與服務監控分析平台之伺服器軟體，每套系統程式皆於 Tomcat 平台執行。系統採用 Java 程式語言進行功能開發，及應用 Java Script 開發系統展示平台 API，並整合 OpenLayers 程式庫開發展示共通平台之相關圖台操作功能。開發環境架構參考如圖 3-3，



圖 3-3. 開發環境架構圖

第二節 長期維運-系統

如果應用系統運作良好的狀態下，應該會全自動保持，但是實際上造成執行不正常的原因很多，因此針對發生問題後，找出問題並處理，並期待能全自動長期運作，這是一段 Try-Error 的過程，各項分述如下：

一. 設定為 NTFS 壓縮目錄

設定為 NTFS 壓縮目錄的資料分成下列各類：

- (一) Apache Logs：其目錄在 Apache 的安裝目錄下的 Logs 目錄，參考如圖 3-4，透過空間壓縮目錄的設定，執行一段時日後，原始大小為 384GB，所佔磁碟大小為 80.5 GB，壓縮後僅佔 21%，節省磁碟空間 303.5GB，而 Apache 是安裝於 Master Server，其總磁碟空間也才 280GB，因此如果沒設定 NTFS 壓縮，磁碟空間早就不足，壓縮效能很高。此空間資料必需人工刪除。

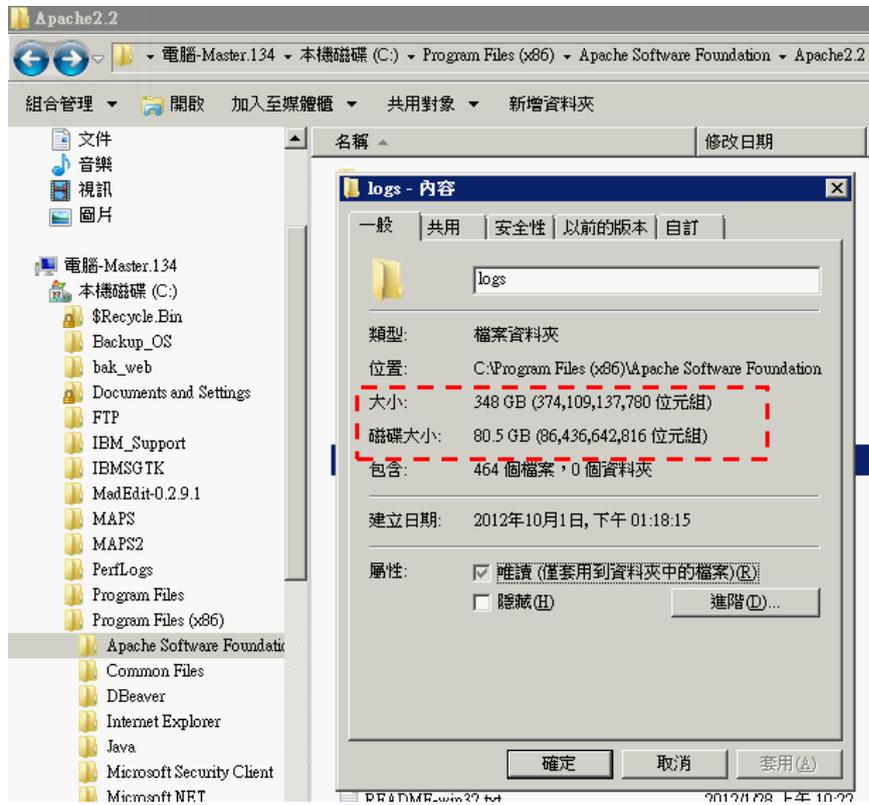


圖 3-4. Apache Logs 資料目錄空間統計

(二) Tomcat Logs：其目錄在 Tomcat 的安裝目錄下的 Logs 目錄，參考如圖 3-5，透過空間壓縮目錄的設定，執行一週後，原始大小為 1.34GB，所佔磁碟大小為 362MB，壓縮後僅佔 26%。此空間資料必需人工刪除。

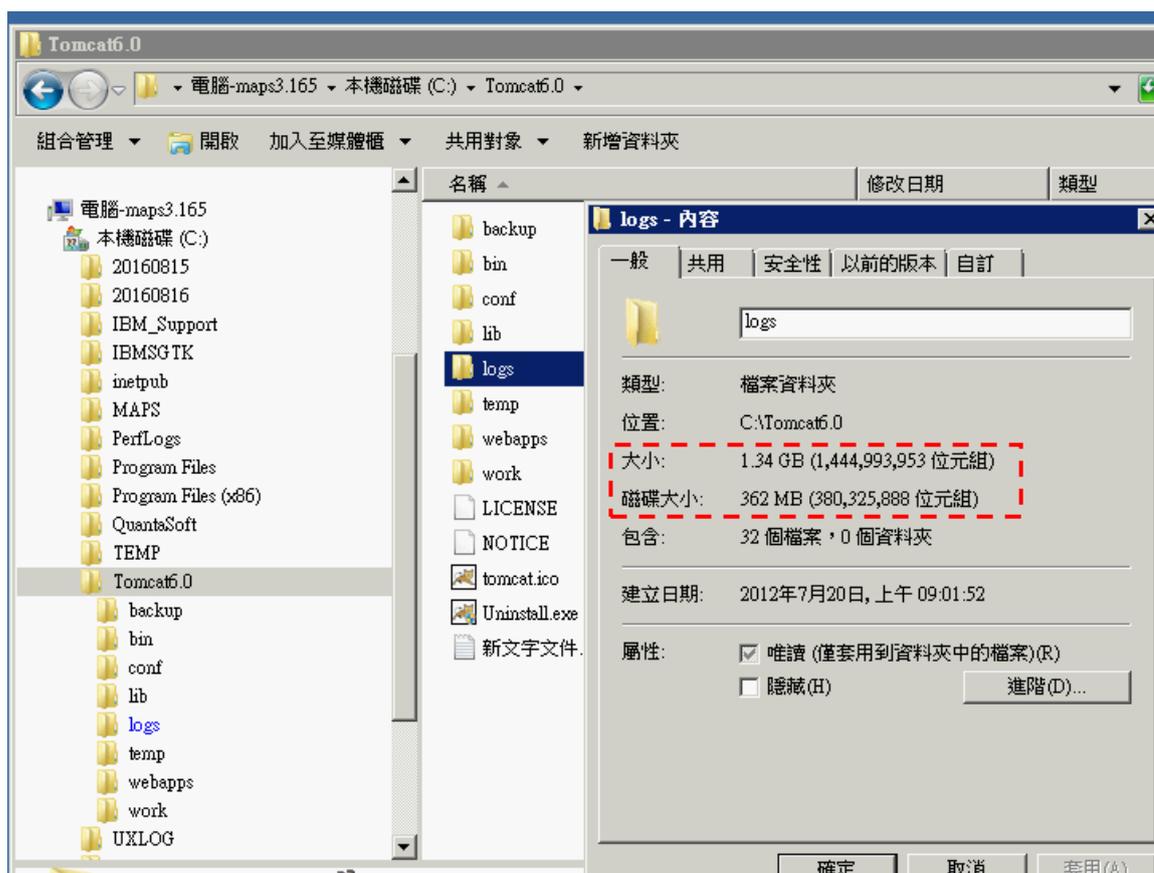


圖 3-5. Tomcat Logs 資料目錄空間統計

(三) Maps Server 服務的 Logs 目錄：參考如圖 3-6，透過空間壓縮目錄的設定，執行 5 個月後，原始大小為 39.3GB，所佔磁碟大小為 7.82GB，壓縮後僅佔 20%。

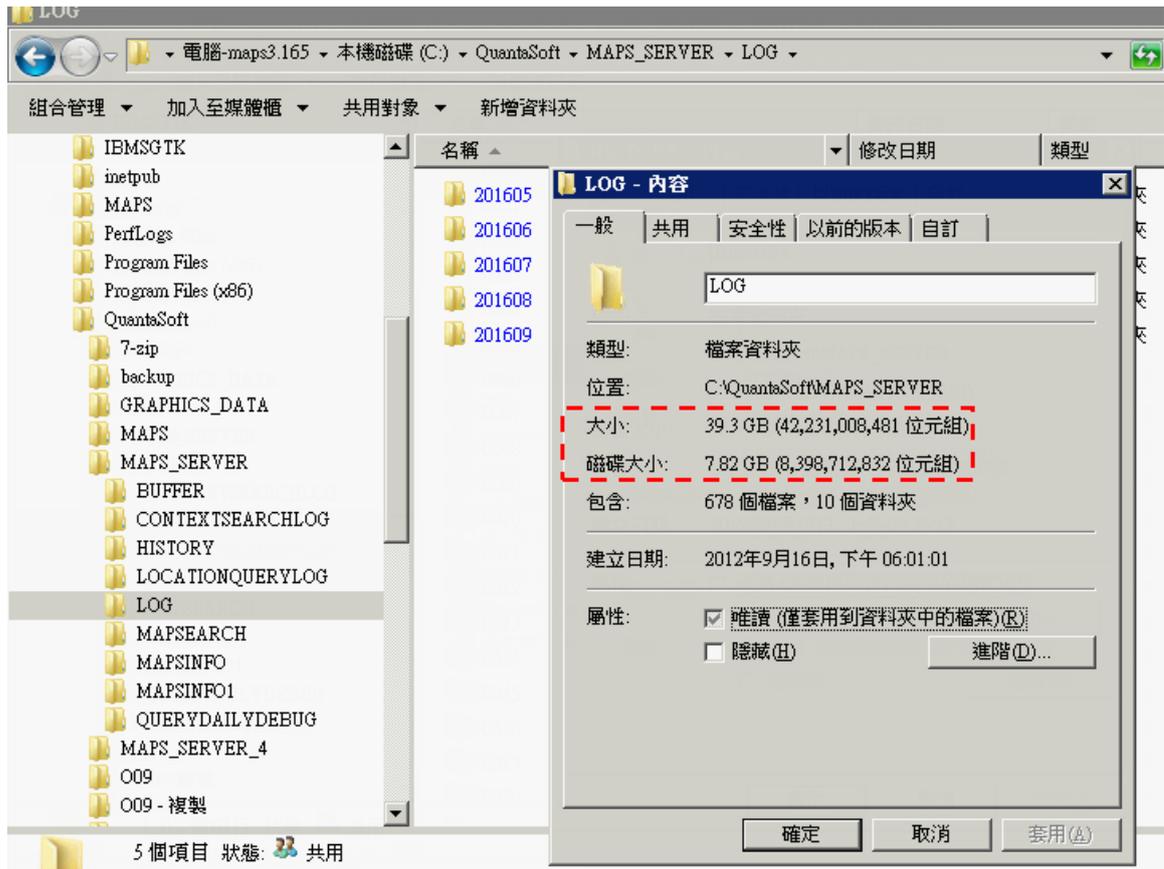


圖 3-6. Maps Server Logs 資料目錄空間統計

(四) Derby 資料庫的資料目錄：資料及位置如圖 3-7，透過壓縮目錄的設定，原始大小為 254GB，所佔磁碟大小為 70.5 GB，壓縮後僅佔 27.8%，實際節省磁碟空間 183.5GB，這在 300GB 的 SAS 磁碟中節省了超過一半的空間。

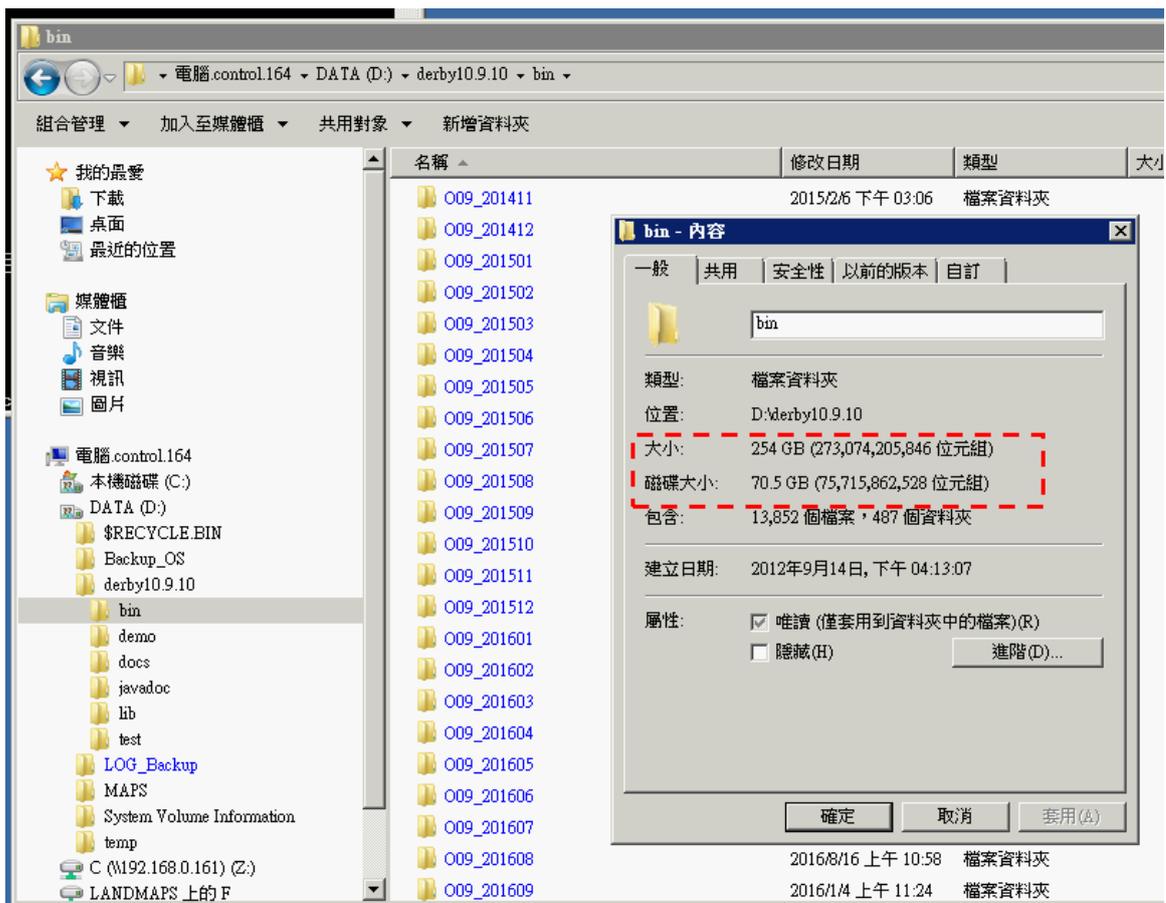


圖 3-7. derby 資料庫的資料目錄空間統計

二. 定期刪除過期的檔案

前項提及設定為 NTFS 壓縮目錄雖然可以大幅節省磁碟空間，但是長期運行後，磁碟空間仍會滿載，此時只有刪除無用或過期的檔案，此時有以下方式：

(一) 設定系統的工作排程並且刪除 Logs 目錄，如圖 3-8，定期清理 Logs 方式，可設定為批次檔，或直接指定「RD 目錄 /S /Q」或「DEL *.* /Q」的執行指令，而此方式會全部刪除（除了目前正在使用的 Logs 檔會因作業系統鎖定無法刪除），如果要保留較新的 Logs，必需要另行撰寫程式指令或改用人工定期清理。

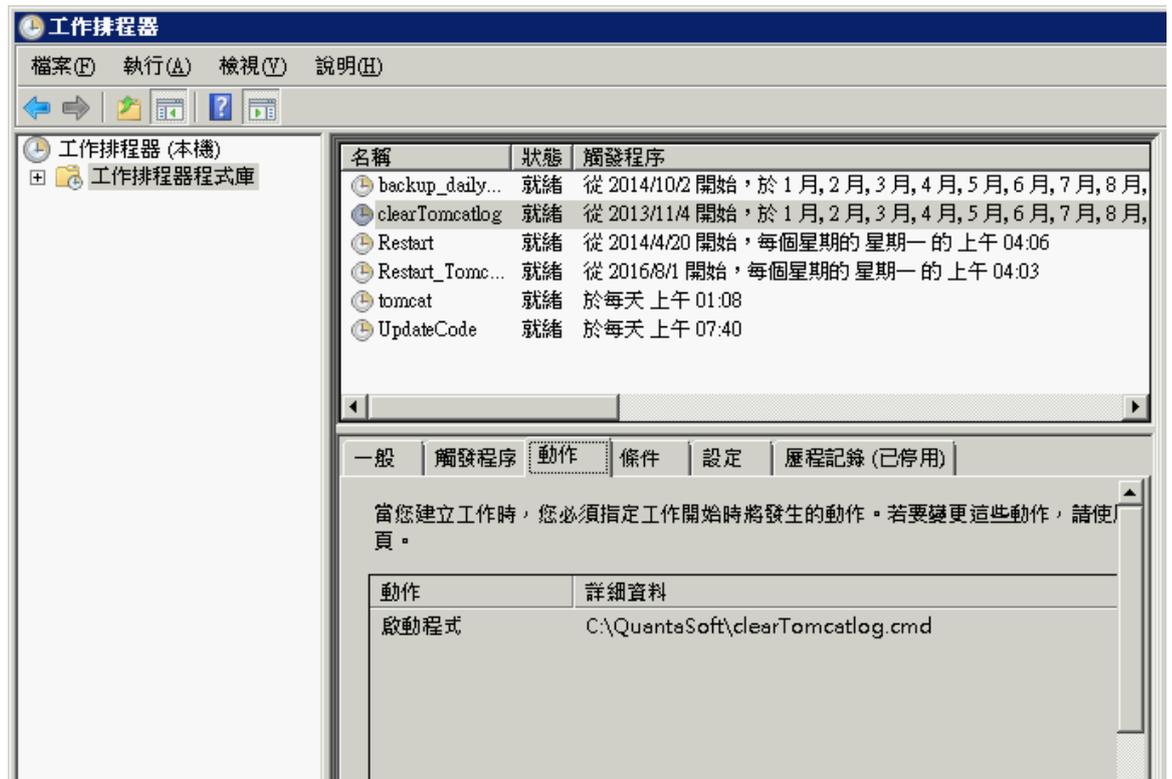


圖 3-8. 清除 Tomcat Logs 的工作排程設定

(二) 人工定期清理 Logs：遠端進入伺服器，可查看磁碟空間使用量，可以指定 Logs 目錄或檔名刪除，注意的是這些操作，因為資料檔龐雜，不可使用作業系統內建的檔案管理員 GUI 操作刪除，而必需在啟用系統管理員的命令提示字元權限下（方式參考圖 3-9），以批次檔或直接下指令刪除，會較為直接與迅速。



圖 3-9. 啟用系統管理員身分執行的命令提示字元畫面

(三) 刪除 Maps Server 服務資訊歷史目錄，該資料為連線傳遞資料後的歷史備份檔，於將資料傳遞至 Control Server 後，移至此目錄備份，因此可以刪除，參考如圖 3-10，為 1 台 Maps Server 累積約一個月的時間，資料量 9.63GB，佔用磁碟空間 38.7GB，檔案數約 1016 萬個，平均 1 個檔案約 1K，因不到 4K 的檔案一定會佔用 4K 的 Block Size，所以資料目錄不設定 NTFS 壓縮。可作成批次指令指定刪除某個年月的歷史資料，由於資料量龐大，下完指令需等待數十分鐘以上才能執行完畢。

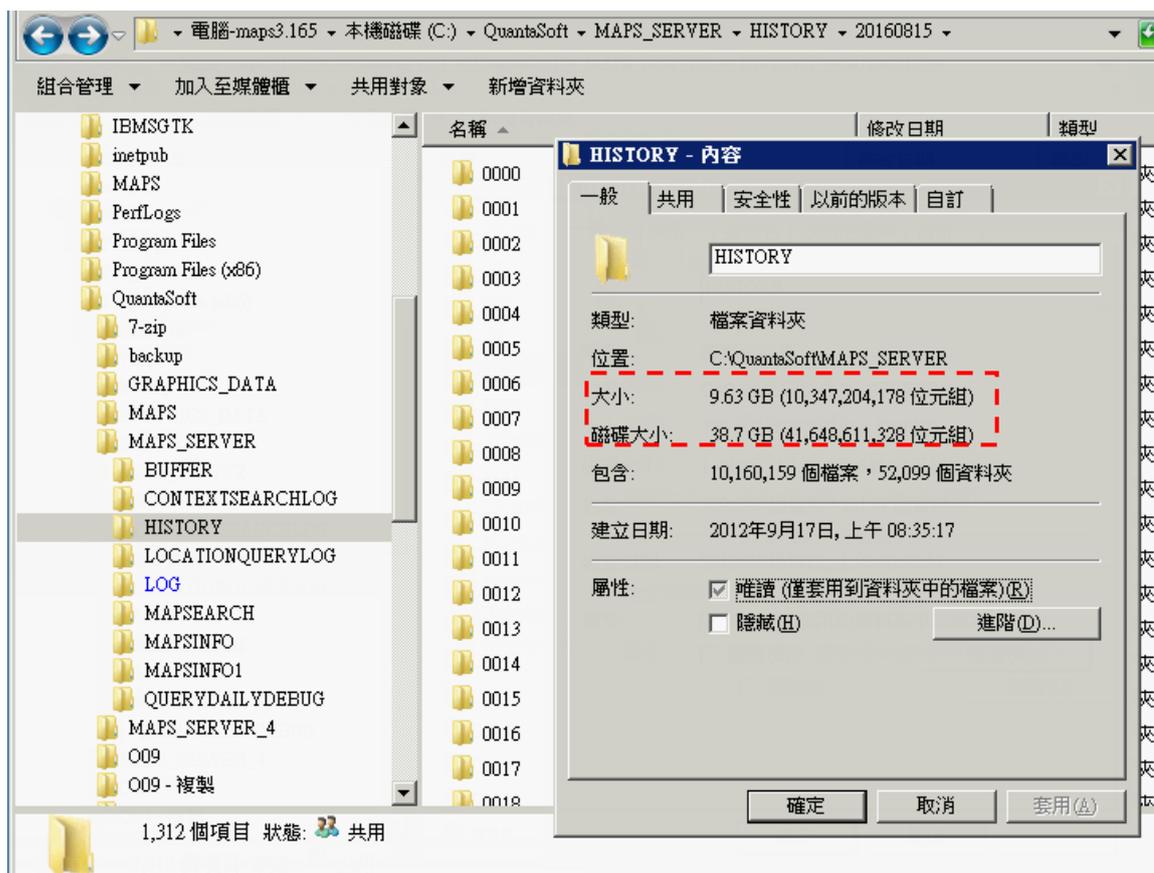


圖 3-10. Maps Server 服務資訊歷史目錄空間統計

三. 自動維持穩定服務

前節介紹的 Apache+Tomcat 組成的軟體式 Load Balance 架構，機制看似完美，但是長期運作後及 WMTS 服務的圖磚流量很大的情形下，有時瀏覽器使用者的新 Session，進入地圖時卻會有回應很緩慢的狀況，但是一旦進入地圖完成後，圖磚的顯示又不慢，而系統重開後狀況可解除，因此評估應為 Apache+Tomcat Load Balance 在初次配發給使用者端的提供服務的 Maps Server 時的問題，但因為 Maps Server 有 3 台，從外網無法得知是哪台有問題。為確認問題發生的 Server，需遠端登入，於 Control Server 開啟瀏覽器，直接查看 Map1~Map3 Server 的地圖服務顯示網頁，查看是哪台 Maps Server 的圖磚顯示較慢。進入該反應較慢的伺服器，用工作管理員監看，發現記憶體使用量較其他台伺服器偏高，而 CPU 用量也稍高，將該台 Tomcat 重新啟動後，系統反應即會回復正常，但是有時必需搭配同時將 Master Server 上的 Apache 重新啟動，因

此變成輪流將 Maps1~Maps3 Server 的 Tomcat 及 Master Server 上的 Apache 重新啟動後，整個系統反應則回復正常。

探討造成此狀況原因，可能有幾個可能原因：

- (一) Java GC 的問題，GC 機制不完全，造成記憶體釋放不完整。
- (二) Apache+Tomcat Load Balance 的元件有問題，或是其內物件有連結問題，造成 Java GC 不正常。
- (三) 自行開發的程式物件間連結有問題，造成 Java GC 無法正常運作。

由於原因不明，因此無從修正問題點，也許各個系統互相搭配上問題造成，因此採排程 Restart 方式，此舉可強制作記憶體釋放，伺服器不用重新開機。

由於經常發生，為達成自動控制，因此分採下列策略：

- (一) 在 Control Server 中，以程式間隔 5-10 分鐘定時監測各 Maps Server 單張圖磚的反應時間，如果反應時間大於設定值，則 EMail 通知系統管理人員，這樣發生問題時，至少系統管理人員可最快反應。如圖 3-11，為系統自動發送有問題狀況的信件內容畫面。



圖 3-11. 系統自動發送有問題狀況的信件內容畫面

(二) 於 Master Server 及各 Maps1~Maps3 Server，設定排程，依序分開重新啟動 Apache 或 Tomcat，由於 Apache+Tomcat Load Balance 機制會自動填補重新啟動的空窗期並填補機制，因此特別注意排程的時間要錯開，各 Server 的工作排程設定如圖 3-12~3-15，Master Server 的 Apache 設定了一天重啟 4 次，Maps1 Server 一天設定了 3 次重啟 Tomcat，另外的 Maps2、Maps3 Server，則一天只重啟 1 次 Tomcat，這是因為 Map1 經常不明原因的變慢，這是長期監控後的統計設定，此機制建立後，系統已一直保持良好的穩定度。

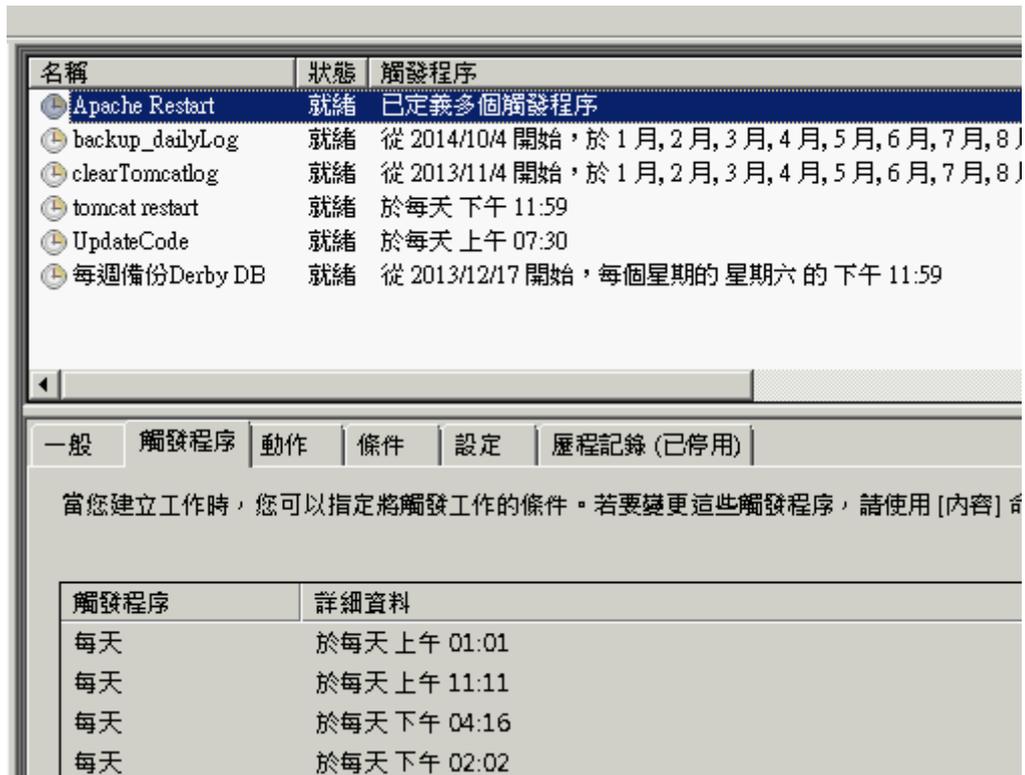


圖 3-12. Master Server 工作排程器內有關 Apache 重啟排程

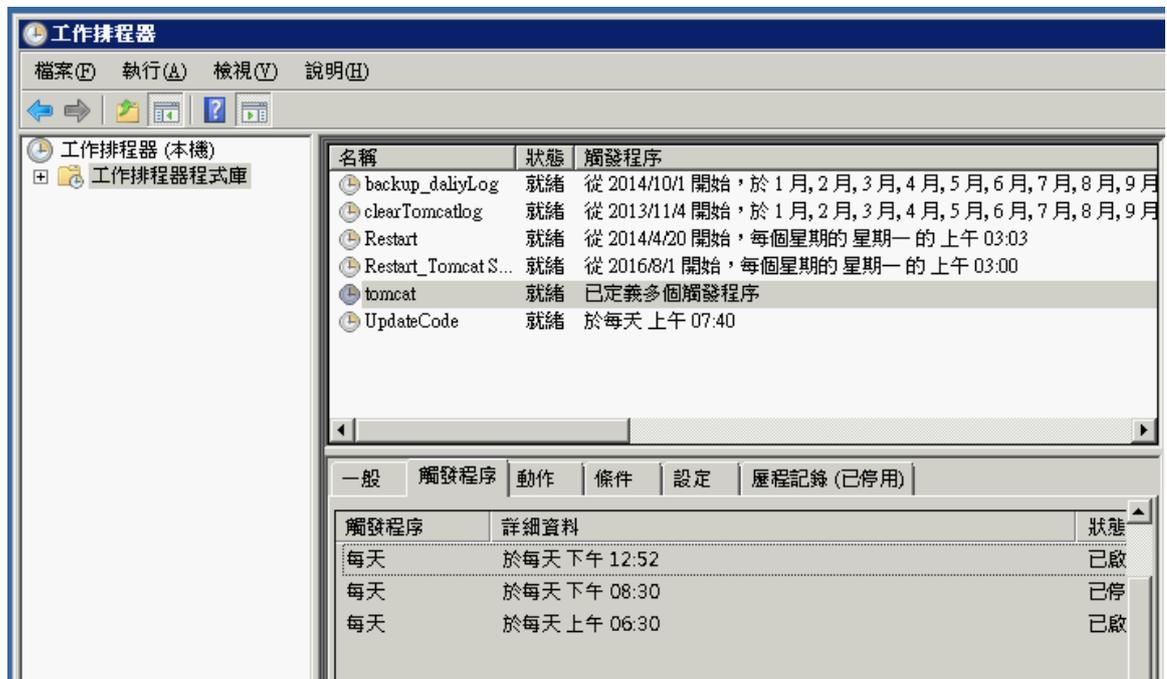


圖 3-13. Maps1 Server 設定的 Tomcat 重啟排程

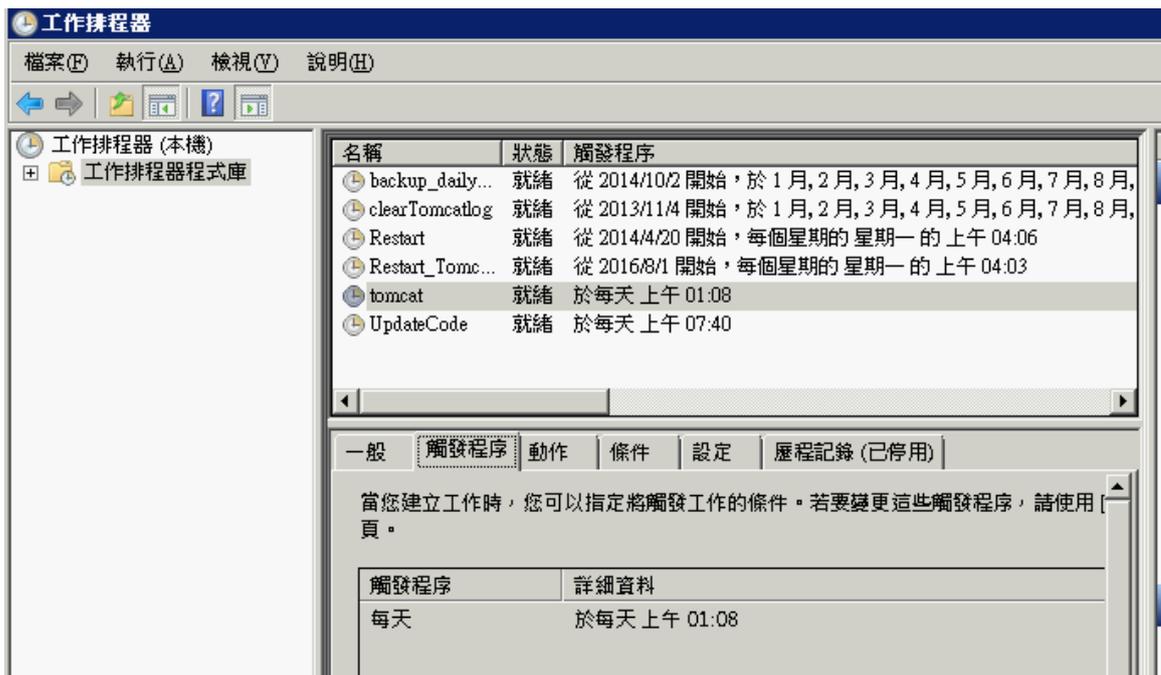


圖 3-14. Maps2 Server 設定的 Tomcat 重啟排程

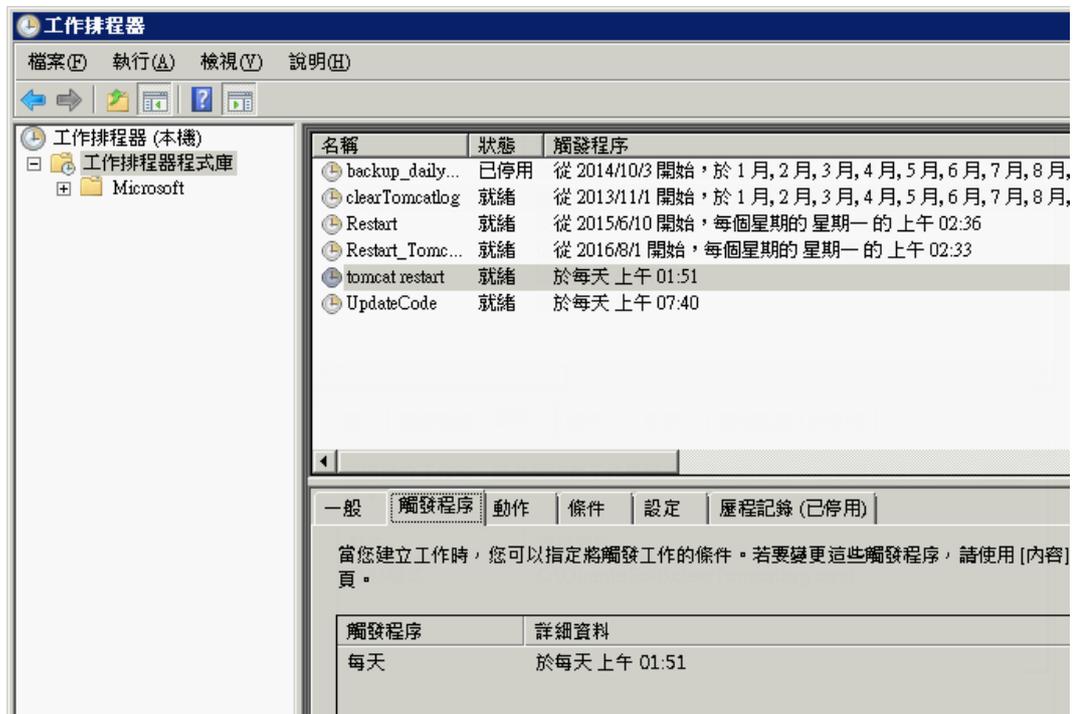


圖 3-15. Maps3 Server 設定的 Tomcat 重啟排程

四. 圖資圖磚儲存

各伺服器的磁碟空間使用狀況，參考圖 3-16~3-17，Control Server 的磁碟空間設成網路磁碟供其他伺服器共用為圖磚儲存空間，此部分放非底圖類的其他圖層的圖磚，而常用的臺灣通用電子地圖的圖磚則由各 Maps Server 內建的磁碟存放，放在共用一份磁碟空間的優點是要更新時只要維護 1 份，缺點是可能發生效能瓶頸，而由各 Maps Server 內建磁碟存放的優點是反應較快，缺點是更新時要每台 Maps Server 分別更新圖磚檔案。

因空間及效能考量，每一台 Maps Server 僅內建臺灣通用電子地圖的中文等高線高程資訊版、中文一般版、中文透明版及正射影像等 4 種圖磚，其餘均連線使用 Control Server 的網路磁碟機，其他圖資圖磚均儲存在這共用 1 份。

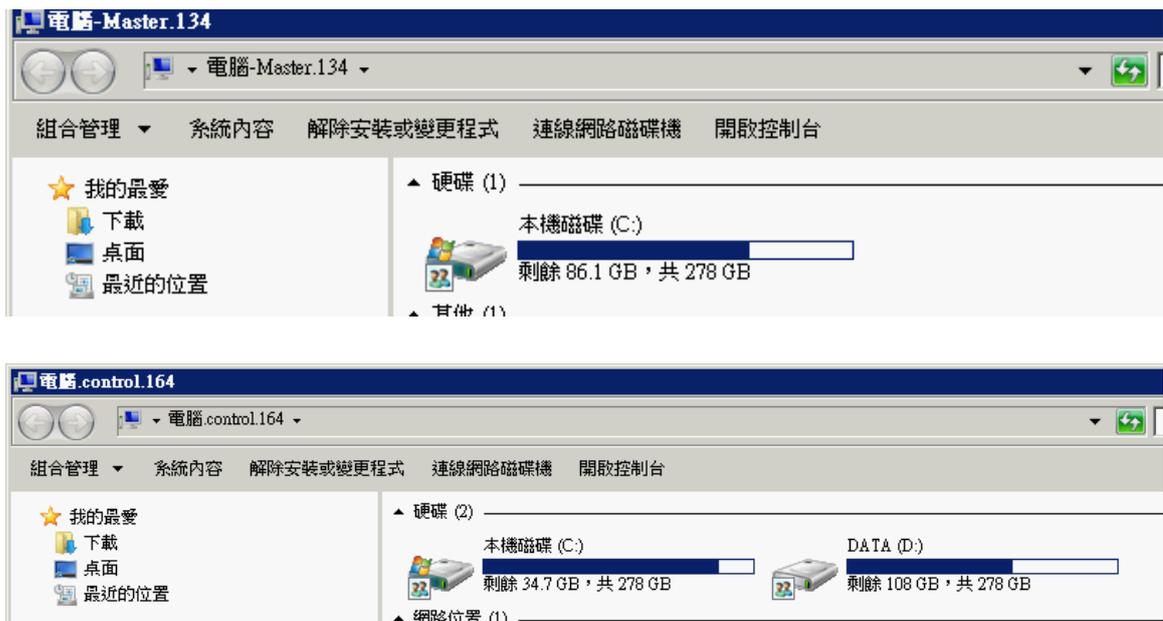


圖 3-16. Master、Control Server 磁碟空間狀況

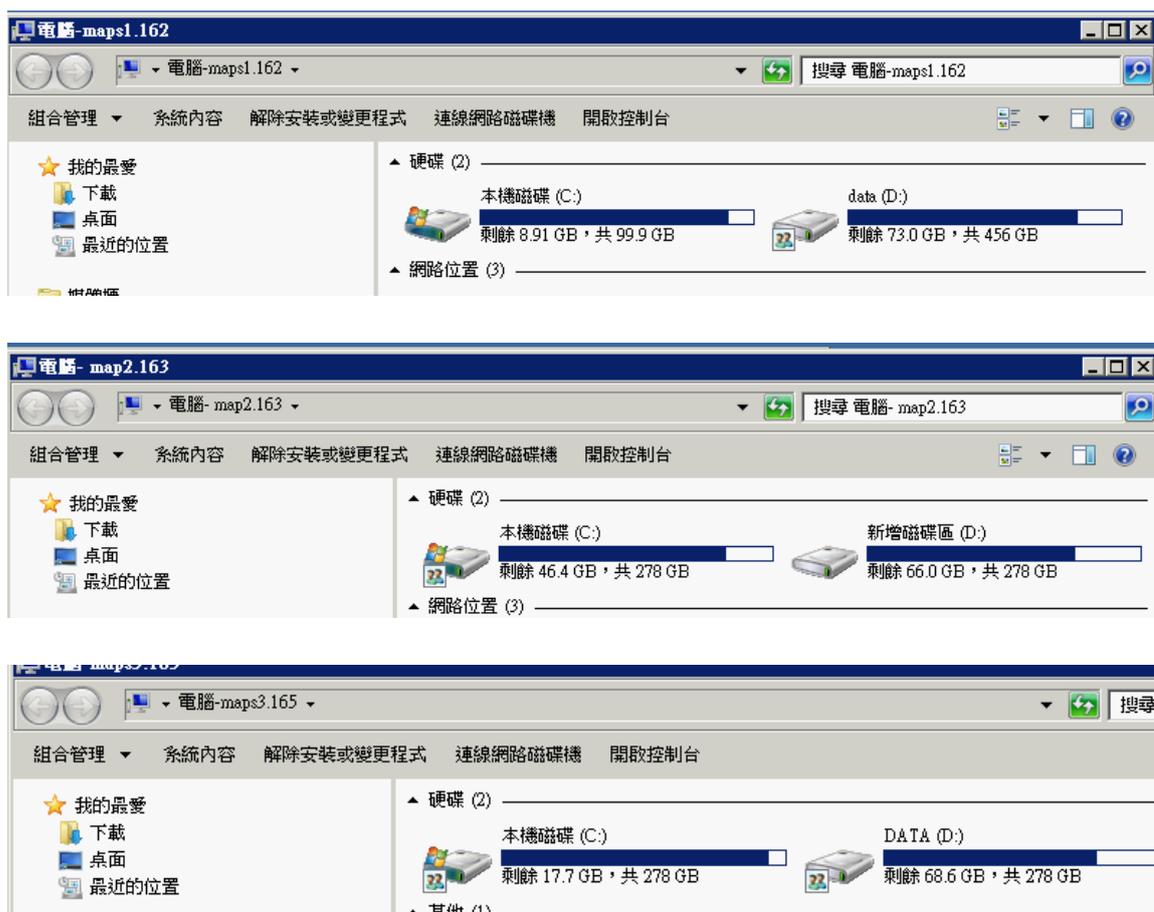


圖 3-17. Maps1、Maps2、Maps3 Server 磁碟空間狀況

五. 無法控制的使用者端瀏覽器

前節介紹由於瀏覽器有暫存區功能，系統當有網頁程式調整或圖資更換設定或是使用者的瀏覽器暫存區滿載，會造成使用者端異常，使用者常會致電本中心，但其實只要清除瀏覽器暫存區即可。

瀏覽器目前的主流瀏覽器在 Windows 系統上內建的為 IE、Edge，而其他則由 Google Chrome、FireFox（火狐）、Opera 等，在 OSX 上則為 Safari 及 Google Chrome、FireFox（火狐），但大部分的使用者並未有對暫存區的大小及資料需要定期清理的概念，造成上網顯示異常，尤其是大量圖磚的地圖系統，過多的圖磚暫存管理會造成瀏覽器在暫存區的管理上崩潰，造成使用異常或過慢。因此必需定期清理，清理操作方式如圖，而如為讓瀏覽器運作正常，則最好不要設定 Proxy，且設定小一點的暫存區大小（如 256M）。因此將此項及其他相關的訊息會蒐集至系

統常見問答集。各瀏覽器刪除暫存區的方式並不相同，操作方式參考圖 3-18~3-20。

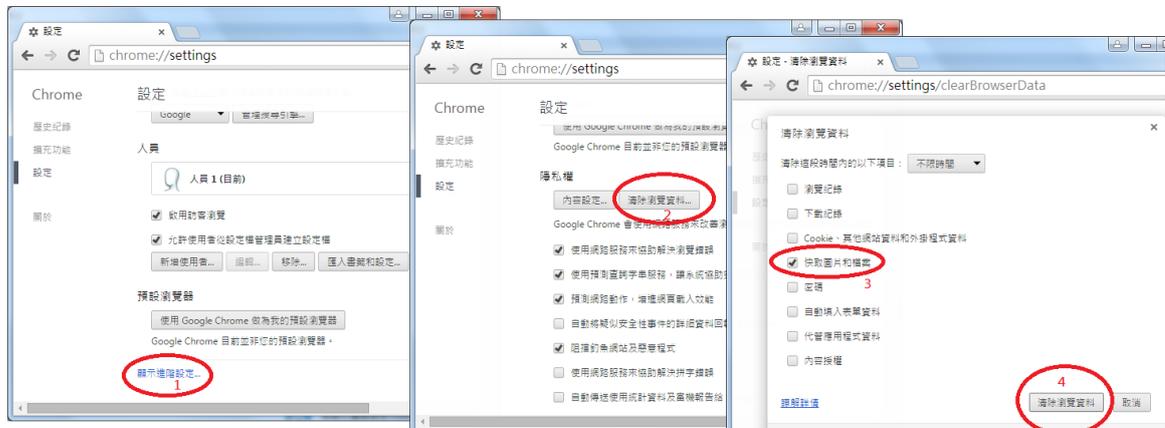


圖 3-18. Google Chrome 清除暫存區內容的方式畫面

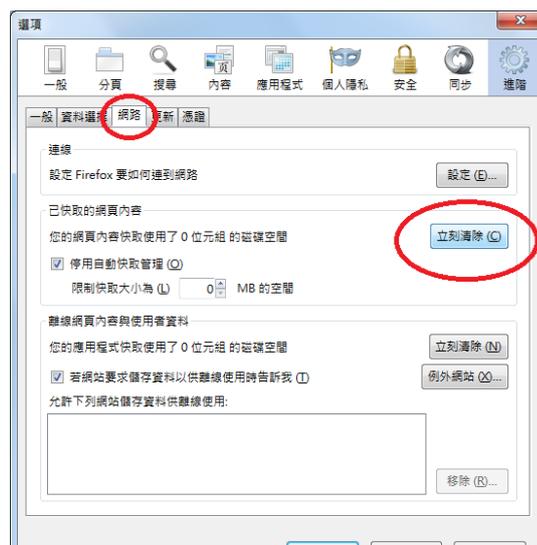


圖 3-19. FireFox 清除暫存區內容的方式畫面

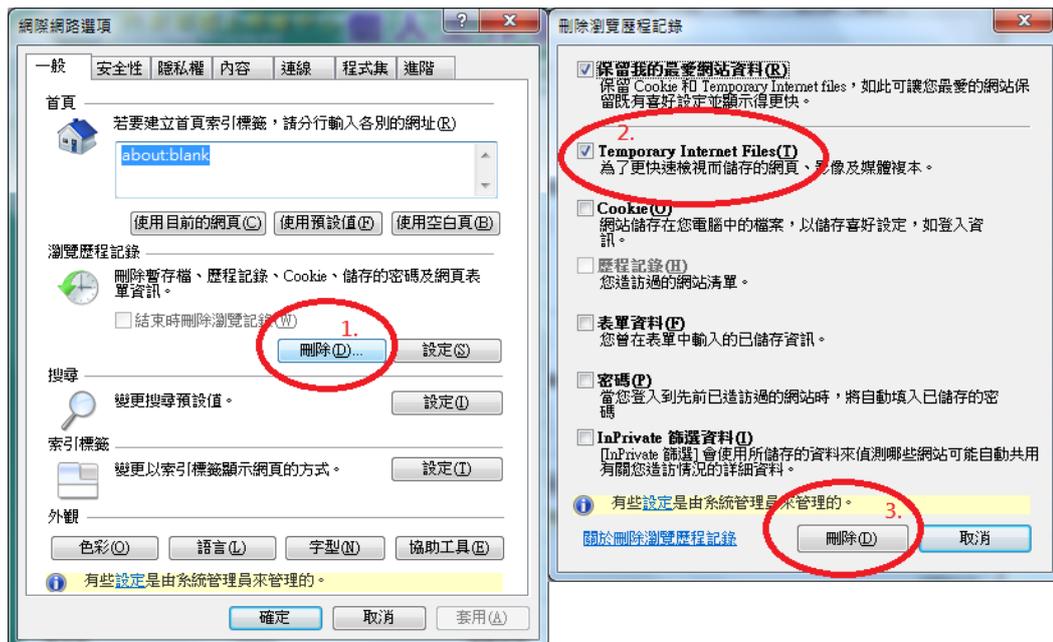


圖 3-20.IE 清除暫存區內容的方式畫面

第三節 長期維運-圖磚更新

本服務的主要服務圖資為臺灣通用電子地圖，由於圖資更新頻率接近於每月更新，產生的基本圖磚圖檔有時是全國，有時是單一區域，而圖磚更新還必需作前置處理，地圖服務是一個上線不中斷的系統，於圖磚更新作業中並未停止服務，並做到讓使用者無感的更新，作業流程如下：

一. 前置作業

- (一) 浮水印檔圖磚：準備版權宣告之浮水印檔圖磚，這個浮水印檔內容是於地圖各處以紅色不均勻的貼上「nlsc.gov.tw 201608」字樣（參考如圖 3-21），201608 為每個月的西元年月，因此，此浮水印檔圖磚是每月產生一版，用于嵌入臺灣通用電子地圖圖磚內，以示版權宣告及製作年月。



圖 3-21. 嵌入「nlsc.gov.tw 201608」浮水印版權宣告圖磚

(二) 門牌號碼圖磚：在原始的臺灣通用電子地圖圖磚檔內，並未包含門牌號碼資訊，因此準備最大比例尺的門牌號碼圖磚，用于嵌入臺灣通用電子地圖圖磚內，如圖 3-22，為嵌入門牌號碼後的圖磚，此版的門牌號碼為白邊黑色字體，而為了美觀，如圖 3-23，另有門牌號碼為黑邊白色字體的版本。



圖 3-22. 嵌入門牌號碼（白邊黑色字體）後的圖磚



圖 3-23. 嵌入門牌號碼（黑邊白色字體）後的圖磚

二. 作業處理

原始的臺灣通用電子地圖圖磚檔，在初製作 EPSG 3857 Google 相容格式至 19 級（比例尺約 1/1066）的版本時，分成以下 6 個版本：

- (一) 中文等高線高程資訊版（基本底圖用）
- (二) 中文一般版（基本底圖用，即不含等高線）
- (三) 中文透明版（無底色，套疊其他圖資用）
- (四) 英文一般版（基本底圖用）
- (五) 英文透明版（無底色，套疊其他圖資用）
- (六) 正射影像版（航空照片基本底圖用）

但在發布時，上述的前 3 項又追加多出成為有門牌號的 3 個版本，因此變成 9 個版本；以及上述的前 2 項另外增加成為政府開放資料的版本，即只至 15 級（比例尺約 1/18000）的版本。

由於版本眾多，且每個基本版本原始檔案數約 1200 萬個圖磚檔案，在處理時的檔案數龐大及時間長，甚至於在多次處理後作業系統對磁碟的管理顯的愈來愈慢，因此最後以單顆 480GB 的 SSD 的磁碟，專作圖磚作業處理之用，使用一段時間後，即將此 SSD 重新格式化 (Format)，以達最快的處理時程。

整個作業處理簡述如下：

- (一) 解壓原始圖磚檔至 SSD，解壓處理的同時，由程式自動排除重覆的底圖色或空白的圖磚，以大幅降低圖磚檔數，因此這個壓縮及解壓的程式是自行開發[3]，使能專用於圖磚攜帶移動。
- (二) 底圖用的版本嵌入本中心浮水印，以圖磚內容組合的方式[1]，即如「nlsc.gov.tw 201608」字樣。
- (三) 壓縮至另一顆磁碟待傳輸用。
- (四) 需有門牌號的版本，則嵌入門牌號圖磚，該級圖磚再另行壓縮至另一目錄待傳輸用。
- (五) 上述三、四步驟的壓縮資料檔，再以不壓縮格式快速儲成單一一個壓縮檔 (.zip)，以利傳輸至地圖服務的伺服器用 (Maps Server)。

上述處理時的困難點是：

- (一) 圖磚檔案數量龐大，以命令列下完指令後少則數十分鐘，多則數十小時才能完成。
- (二) 版本眾多，另嵌入的本中心浮水印檔圖磚、及黑邊白色字體、白邊黑字體 2 種門牌號圖磚，一旦錯誤，就只能作廢重來。而且因為每下完一次指令時，處理時間拉長，必需非常小心下指令，以免錯誤。
- (三) 如設成批次指令，也有可能出錯而無法檢查出，因此實際作業時，必需預估處理時間，謹慎的下指令及設批次指令，而這又需考慮非上班時間時的自動作業處理等。

三. 圖磚更新發布

在 GSN IDC 文心機房的伺服器圖磚更新，全部是以網路傳輸的方式，而每種圖資圖磚檔少則數 G，多則上百 G，本中心網路傳輸時最佳狀態每秒穩定傳輸約 2-3M，因此以一個 30G 的版本傳遞，約需 3.4 小時 ($30G * 1024 / 2.5 / 3600$ 秒)，而且因為於 IDC 的 Server 磁碟空間已不足的情形下，又需考量更新時的服務效能、服務不中斷及縮短更新時程

等，必需確保更新正確，因為同時在服務時，會有作業系統將檔案鎖定的問題。

如果是小部分更新，則啟用系統管理員權限的命令提示字元模式，直接下解壓縮指令解壓圖磚覆蓋舊的版本。由於地圖服務時，每一張圖磚的輸出，都是開啟檔案完成傳輸後立即關閉，而每個圖磚檔約 8k 左右，因此時程極短，在解壓時恰巧檔案被鎖住的機率微乎其微，而且系統管理員權限又為最高權限，因此可在每台 Maps Server 分別正常完成更新。

就算伺服器端將圖磚更新完成了，但使用者端仍可能看到舊的圖磚，原因是瀏覽器的暫存檔，要解決此問題有 2 方案：

- (一) 請使用者清除瀏覽器暫存區，或將瀏覽器暫存區的大小設為 0，這樣重啟瀏覽器時即會獲得最新圖磚。
- (二) 設定系統圖磚的期限或天數，在本服務中有參考如圖 3-24，系統設定圖磚在瀏覽器中的暫存期限畫面，有該份圖資的有效天數或失效日期可設定，瀏覽器在取得圖磚時會依據 HTTP Header 的 Expires 值（如圖 3-25），決定暫存該圖磚檔的期限。一般臺灣通用電子地圖因更新頻繁，故設定為 7 天，一般圖資為 30 天，當然如果有預先知道圖磚的更新日期，則可直接指定到期日。

系統訊息	系統設定	系統自動監控	圖資管理	程式更新	統計報表列印	E-Mail回覆	登出								
圖資設定															
MAPS3															
挑選	名稱	對外圖層名稱	目錄代碼	格式	是否透明	最大 LV	顯示最大 LV	TILE 是否啟用動態放大	WMS 比例參數	WMS 輸出格式	是否使用	根目錄	WMS 是否開放	失效日期	有效天數
<input type="radio"/>	農地資源分布圖	Agricultural	P16	PNG	是	17	0	是	0.5	PNG	否	W/	關閉		30
<input type="radio"/>	1/100000 地形圖	B100000	10M	PNG	是	14	0	是	0.5	PNG	否	Y/	關閉		30
<input type="radio"/>	1/25000 地形圖	E25000	25K	PNG	是	14	0	是	0.5	PNG	否	Y/	關閉		30
<input type="radio"/>	1/50000 地形圖	B50000	50K	PNG	是	14	0	是	0.5	PNG	否	Y/	關閉		30
<input type="radio"/>	1/5000 基本地形圖	B5000	B01	PNG	是	18	0	是	0.5	PNG	是	W/	開放		30
<input type="radio"/>	自行車道	BIKE	BIK	PNG	是	19	0	是	0.5	PNG	是	Y/	關閉		30
<input type="radio"/>	縣市界	CITY	Y03	PNG	是	14	0	是	0.5	PNG	是	W/	開放		30
<input type="radio"/>	臺灣通用電子地圖(無門牌)	EMAP0	A03	JPG	否	19	0	是	0.65	JPG	是	Y/	開放		7
<input type="radio"/>	臺灣通用電子地圖透明	EMAP2	A02	PNG	是	19	0	是	0.65	PNG	是	D:/MAPS/	開放		7
<input type="radio"/>	臺灣通用電子地圖(套疊等高線)OpenData	EMAP5_OPENDATA	A95	JPG	否	15	0	是	0.65	JPG	是	Y/	開放		7
<input type="radio"/>	臺灣通用電子地圖(套疊等高線)	EMAP5	A05	JPG	否	19	0	是	0.65	JPG	是	C:/MAPS/	開放		7

圖 3-24. 系統設定圖磚在瀏覽器中的暫存期限畫面

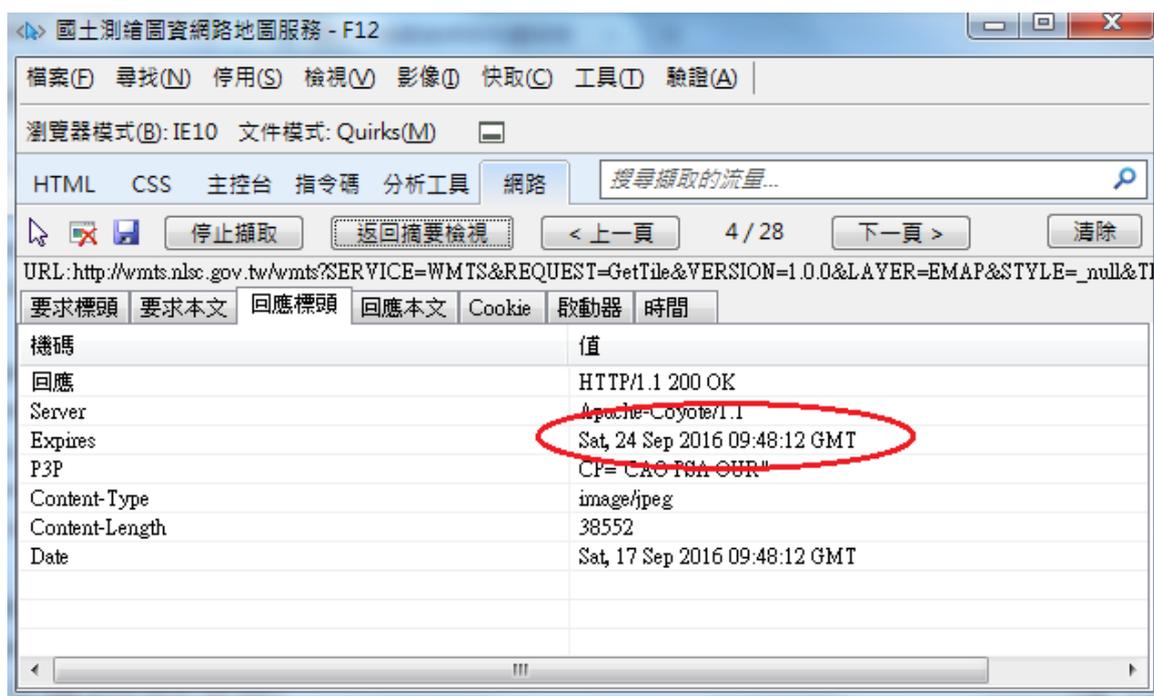


圖 3-25. 瀏覽器取得的圖磚中的使用期限資料

如果是全部更新，則牽涉到磁碟空間、更新時間及服務不中斷的考量等，分述如下：

- (一)將前述的單一個壓縮檔 (.zip)，用遠端桌面傳輸的方式傳至 IDC 伺服器上，雖然也可以用一面傳輸一面解壓縮的方式，但是因為會有傳輸較慢及失敗率高的狀況，所以未採用。而這個壓縮檔也不能太大，約 30G 左右，太大會造成傳遞失敗率較高的問題，而且 IDC 伺服器上的磁碟空間也不足夠解壓檔案的空間。除了用遠端桌面的檔案管理員複製之外，也可用命令列方式，即將檔案管理員上的網址列點一下，複製出來源目錄字串，形成「\\tsclient\」為前導的檔名目錄字串，再至命令提示字元以 COPY 或 XCOPY 指令直接複製，操作方式如圖 3-26。

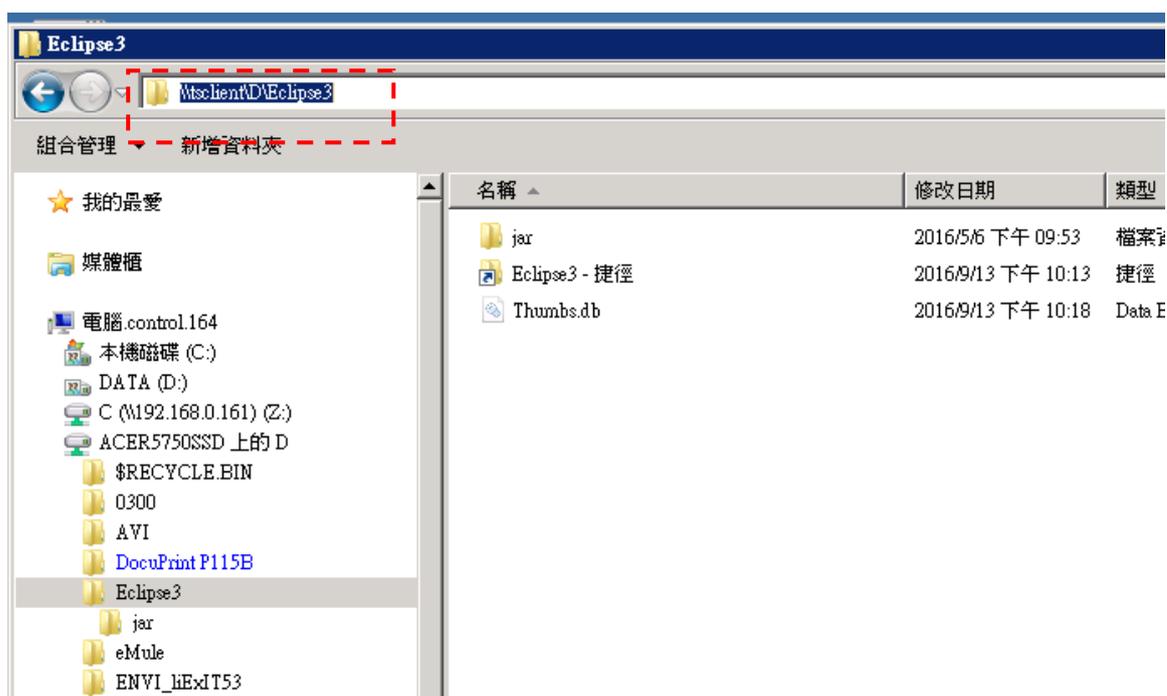


圖 3-26. 取得遠端桌面時，本機資源檔案的原始字串

(二)將上述單一個壓縮檔 (.zip)，解壓至 Windows 共用的網路磁碟上，即 Control Server，如圖 3-16 的磁碟使用空間狀況，是將 Control Server 的磁碟空間設成網路磁碟供其他伺服器共用，包含被歸類為用量較少的圖磚都儲存於此，上線以來，並未因用網路磁碟而有不穩定的情形。

(三)其他 Maps Server 則用連線 Control Server 網路磁碟機的方式，直接以其檔案為來源進行，用程式解壓縮至圖磚儲存指定目錄。連線 Windows 網路磁碟機指令如 3-1，而中斷的指令為 3-2 (或直接登出即可)

```
subst z: \\ControlServer\TEMP 3-1
```

```
subst z: /d 3-2
```

如果是全部更新時，則有以下的作法：

(一)如果 Maps Server 存放圖磚的同一台磁碟空間足夠，則直接解壓縮至其他目錄，解壓完成後，直接進行目錄改名，即以系統管理員權限，先將正確目錄改成另一目錄，再將剛解壓後的新目錄改成正確

目錄即可。這個作法如果作成批次指令，大部分可以避開作業系統的檔案鎖定可以完成，不然就需先中止 Tomcat 的執行，等目錄名稱更名完成，再重啟 Tomcat，由於 Apache+Tomcat Loadbalacne 的機制，中止的 Tomcat 其使用者端會由其他台 Maps Server 的 Tomcat 提供服務，所以沒有問題。

- (二) 如果是在 Control Server 上的共用磁碟空間，也可用上述直接將目錄名稱更名作法，而更名過程中遇到檔案鎖定的機會不高，更名失敗時，只要稍待一下重試即可正常作業。
- (三) 如果 Maps Server 存放圖磚的同一台磁碟空間足夠，則以前述 (一) 即可完成，但如圖 3-17 磁碟使用空間的嚴重不足下，考量圖磚更新時的磁碟空間不足，採一邊更新一邊讓新圖磚上線時，則操作上可參考表 2-2 的儲存目錄規則，由 6~19 級每個目錄控制分別處理，而解壓程式則一邊解壓，例如已完成 6 目錄的解壓，已在解壓 7 目錄時，則 6 目錄圖磚已可用，則逕行作目錄更名，更名完成後再把舊的目錄刪除，此可做成批次檔 (movepath.cmd)，內容如下：

```
@if %1A==A goto help
@if %2A==A goto help
ren %1\%2 %2_del
move %1_1\%2 %1\
rd %1\%2_del /s /q
@goto end
:help
@echo 參數範例 A00 19
:END
```

例原本圖磚目錄是 A00 的目錄，新圖磚目錄則使用 A00_1 的目錄，使用時「> movepath.cmd A00 19」表示將 A00_1\19 取代 A00\19 的所有圖磚，其作法為：

1. 將 A00\19 目錄更名為 A00\19_del 。
2. 將 A00_1\19 目錄移動成為 A00\19 目錄，更新已完成。

3. 將 A00\19_del 目錄下的過期檔案全數刪除。

若作業時 A00\19 下的檔案被作業系統鎖定，則步驟 2 將 A00_1\19 目錄移動為 A00\19 目錄會失敗，後續的刪除 A00\19_del 目錄指令，因該目錄不存在，也不會有意義，此時只要稍等一下，待作業系統鎖定保護解除，重試即可成功。正常情況下更改目錄動作可在 0.x 秒內完成，此時服務即可正常，繼續提供最新圖磚的地圖服務。如果剛好有使用者在這 0.x 秒需要這一層的一張圖磚，則系統服務機制會回傳預設底圖圖磚。

(四) 如果全部更新的是正射影像圖磚，由於第 19 層級的圖磚總數約 70G[3]，因此根本無足夠空間進行，因此利用之前的研究成果，啟動系統動態放大機制[1]，將正射影像圖磚設定資料只有 18 層級，使用者瀏覽第 19 層級所需的顯示來源，則由系統自動由 18 層級的正射影像放大一倍。伺服器則在將 19 層級圖磚全部刪除後，解壓放入新的正射影像圖磚，至全部完成再將系統內有關正射影像圖磚設定使用至 19 層級，整個服務品質即回復。這樣的考量有 2 種，主要在使用者在選擇切換 18 層級及 19 層級瀏覽時，不會希望看到 2 個不同年度的正射影像，因為可能差異了一棟房屋，而在更新圖磚時段內，則看到的是稍微粗糙的正射影像。另外是為減少檔案存在於再寫入時，會造成硬碟需要找到同個磁區再寫入，圖磚更新時程會更久，除了大幅降低服務效能外，也容易減少硬碟壽命。

第四節 建置國土測繪圖資服務雲

由於本服務維運迄今效能良好，供應了國內各公民營、民眾直接介接應用，維運迄今已累積實際管控經驗，考量於 GSN IDC 的硬體設備已過保固期，且無擴充硬體設備的效益及為擴大服務層面等多重因素，因此系統擴充時併同將最重要的地圖服務部分，移至新的雲端虛擬主機，目前是採用國網中心的方案。而非地圖服務部分如網站首頁等，則繼續由 GSN IDC 提供服務。

本服務也重新更名國土測繪圖資服務雲（以下簡稱圖資服務雲），

理論上由實體主機移植至虛擬主機應該只是將系統移過去而已，實際上卻非如此，本研究探討的是移植遭遇到的問題，而非軟體系統開發部分。

在規劃租用雲端虛擬主機的規格時，參考的是現有 GSN IDC 的硬體配置，由於系統無需要高階伺服器，因此開列選擇的是基本規格如下：

一. 雲端虛擬主機 6 台（含以上），每台虛擬主機至少必須配置：

（一）中央處理器：4 核心數（Cores）。

（二）記憶體：16GB。

（三）硬碟空間：200GB。

（四）作業系統：Windows Server 2008 以上版本。

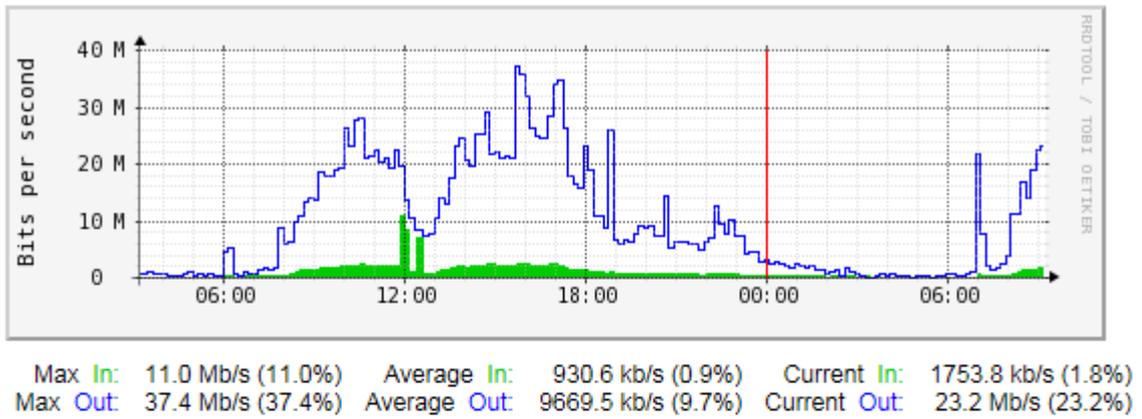
（五）含防毒軟體。

二. 20TB 共用儲存空間。

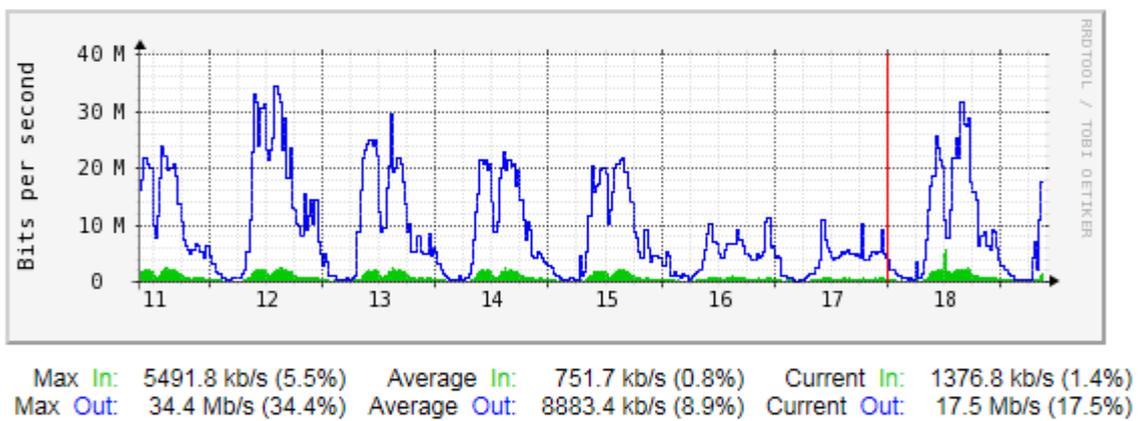
三. 50M 網際網路傳輸（需保證頻寬）。

上述 20TB 的共用硬碟空間是為存放共用的圖磚或其他龐大的圖資供應資料之用，而 50M 網際網路頻寬考量是現有服務能量，如圖 3-27 為中華電信的流量輸出報告，平均約 20Mbits/秒，最高則近 40Mbits/秒，另如表 3-1 為本服務於 IDC 的 WMTS 輸出統計表，平均每月為 1593G，以使用人數尖峰時段為上班時間估計，以月上班天數 22 天，每天從上午 8 點至下午 5 點計 9 個小時為核心上班時間，則 $1593G * 1024M / 22 / 9 / 3600$ （秒）= 2.29M/秒，即使用頻寬約 22Mbits，與 IDC 平均統計約 20Mbits/秒，結果大致相符，因此租用新雲端服務時頻寬指定為 50Mbits/秒，已足夠近期使用。

日流量圖 (5 分鐘 平均)



週流量圖 (30 分鐘 平均)



月流量圖 (2 小時 平均)

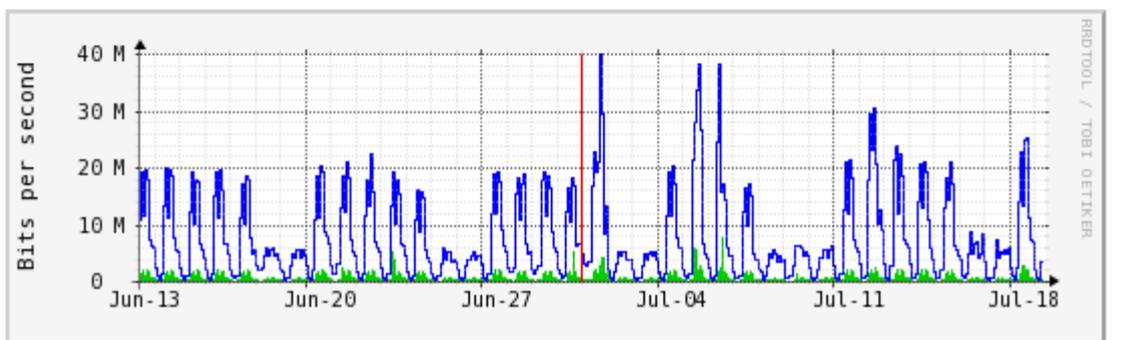
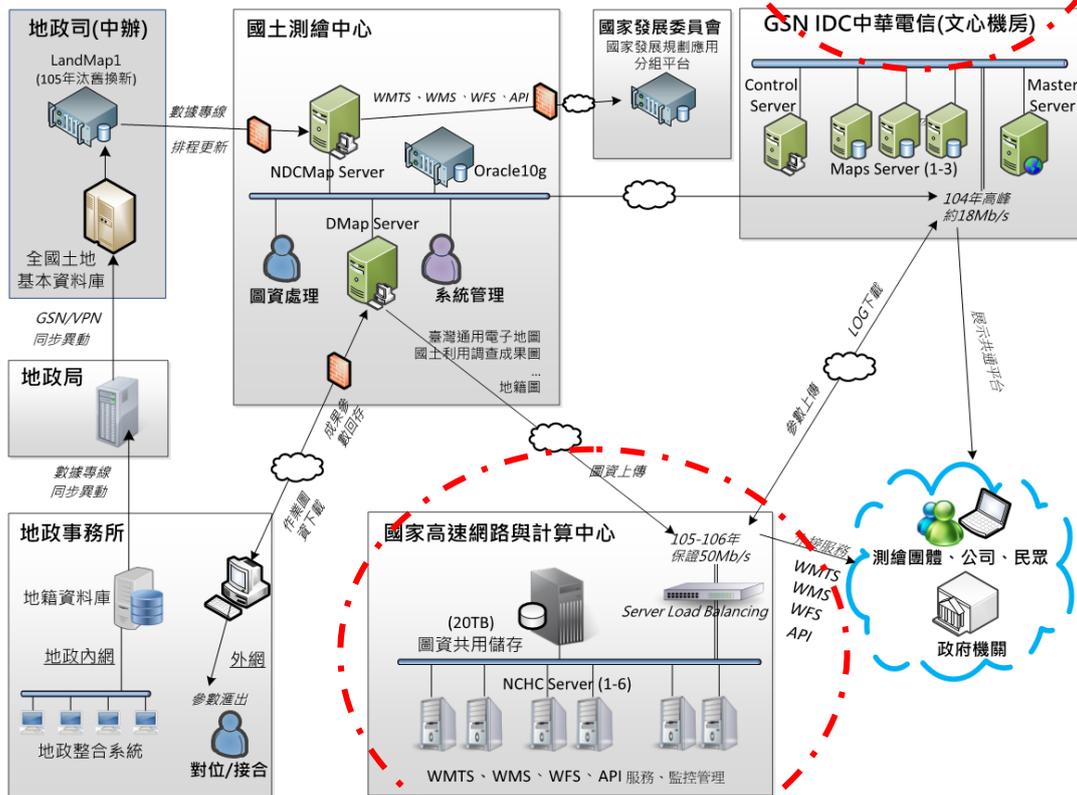


圖 3-27. IDC 的流量圖

表 3-1. IDC 的 WMTS 輸出統計表

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		累計人數	當月	Tile人次	當月	當月總計	累積人數	IDC流量 圖磚	G
105年1月1日	105年1月31日	1980056	112702	6705604	459611	572313	8685660	109037279	1252.1
105年2月1日	105年2月29日	2068327	88271	7075365	369761	458032	9143692	81416828	1008.5
105年3月1日	105年3月31日	2225877	157550	7740118	664753	822303	9965995	150791255	1908
105年4月1日	105年4月30日	2411250	185373	8267695	527577	712950	10678945	139501887	1688.8
105年5月1日	105年5月31日	2574091	162841	8835681	567986	730827	11409772	156414398	1844.3
105年6月1日	105年6月30日	2730077	155986	9371565	535884	691870	12101642	136516870	1660.3
105年7月1日	105年7月31日	2894986	164909	9913667	542102	707011	12808657	139052824	1696.6
105年8月1日	105年8月31日	3070597	175611	10485031	571364	746975	13555628	144314169	1690.8
累計							13555628	0	193.675
					105年(萬)	544.2			



區塊，簡介如下：

一. 服務架構

前台新增一台 HAProxy，而對外服務的各規格（OGC WMTS、WMS、WFS、API），均對應至每個 Domain Name（wmts.nlsc.gov.tw、

wms.nlsc.gov.tw、wfs.nlsc.gov.tw、api.nlsc.gov.tw)，如圖 3-29 圖資服務雲端伺服器架構圖，雲端虛擬主機 6 台，以 1 台為備援控制（Control Server）用，另 5 台分別負責 WMTS、WMS、WFS、API 的服務，可自行調整，但因 WMTS 與 WMS 在本服務內為共用圖資及核心[2]，其效能較高可共用，而其餘由 3 台交互支應 WFS 及 API 服務，此架構在 wmts.nlsc.gov.tw 的 URL 由 HAProxy 流入時，HAProxy 會將其分流至對應 Maps1 或 Maps2 的伺服器提供服務。而 WFS 則會分流至 Maps3 或 Maps4，API 則會分流至 Maps4 或 Maps5，而這架構在 HAProxy 中是很容易調整的，只要 Maps 有安裝相對應的服務系統即可。

初始使用 HAProxy，需注意的設定及調整是：

- (一) 使用者端 IP 問題：HAProxy 為 Proxy（代理伺服器），因此將使用者端的需求導向後端的 Maps Server 時，原本的 HTTP 通訊協定，會造成 Maps Server 取得的使用者端 IP，一定是 HAProxy 的 IP，如此會失去原本服務中自動統計及監控的特性。解決方案為在 HAProxy 內設定將使用者端 IP 資訊透過 HTTP Header 的「x-forwarded-for」欄位傳遞至後端，後端的 Maps Server 再解析其「x-forwarded-for」的值為來源 IP 即可。
- (二) 瀏覽器 Session value 問題：由於 HAProxy 初始時並未依 Session Value 加入判斷進行傳遞，因此會每次呼叫都當作新使用者端，但 Session-cookies 的控制在本服務中非常重要，因此需要在 HAProxy 中另行設定啟用。

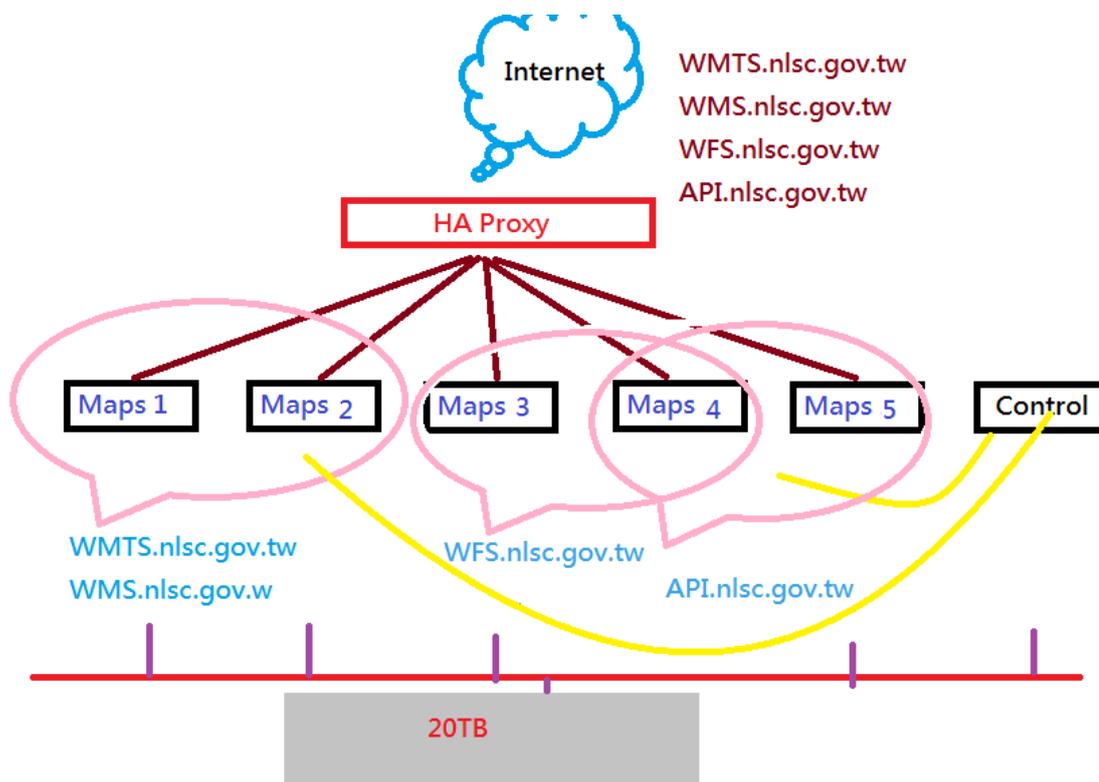


圖 3-29. 圖資服務雲伺服器架構圖

二. 儲存架構

20TB 的共用儲存空間，是以一台 IBM Storwize V7000 的 NFS 支應，但是在設置過程中，發現前節提及的 Block Size 引發的大問題，依據 IBM 網頁文件 (<http://www.ibm.com/>):

Supported Block Sizes are 256 KB, 1 MB, or 4 MB. Specify this value with the character K or M; for example, 4M. The default is 256K.

因此實際上最小的 Block Sizes 為 256KB，以圖磚平均約 4K~8K，每一張圖磚均佔 256KB，以一份臺灣通用電子地圖圖磚約 1200 萬張圖磚，則佔約 2930GB (約 3TB)，20TB 放不到 7 份，與預估使用落差太大。

最後將此 20TB，切割成 6TB 用 NFS (Block Size 128KB) 支援，及另用虛擬主機的 Windows 網路磁碟機分成 7TB (Block Size 16KB)、7TB (Block Size 8KB) 支援。這樣的設計是依適用的 Block Size，選擇適用的資料儲存，如正射影像圖磚使用 Block Size 16KB 的磁碟，而其他圖

資的圖磚均使用 Block Size 8KB 的磁碟，以達磁碟空間使用的最大化。當時以為 NTFS 壓縮功能是在大容量磁碟失效，還未查出 NTFS 壓縮是由 Block Size 4KB 啟用，而非磁碟容量大小，所以調整時未納入考量。

考量頻寬負擔，因此於國網中心的第 1 份原始圖磚的壓縮檔是以硬碟形式帶至國網中心進行複製，而非以網路傳輸的。

如圖 3-30，為臺灣通用電子地圖最大的比例尺圖磚，第 18、19 級圖磚的磁碟佔用空間畫面，這是在建置過程中統計留下的，將其整理成表 3-2，3-3 磁碟空間浪費統計表可以看出如下：

臺灣通用電子地圖透明圖層採 PNG 格式，第 19 級圖磚檔案數約 278 萬張（已捨棄空白圖磚約 500 萬張），於 4K Block Size 浪費了 5.5G（80%），8K Block Size 浪費了 13.8G（200%），16K Block Size 浪費了 33.9G（490%）。

臺灣通用電子地圖底圖圖層採 JPG 格式，第 18 級圖磚檔案數約 191 萬張，於 4K Block Size 浪費了 3.6G（24%），8K Block Size 浪費了 13.8G（200%）、7.6G（50%），16K Block Size 浪費了 14.8G（97%）。

影響最大的 18 及 19 級的圖磚，因比例尺大，相對的其圖元就少，圖檔小，受到的影響也最大，如果是其他的圖資，圖磚內實際內容少的，影響也大。

表 3-2. 臺灣通用電子地圖（PNG）19 級圖磚磁碟空間浪費統計表

檔案數		Block Size	空間浪費		Block Size	空間浪費		Block Size	空間浪費	
		4K	G	%	8K	G	%	16K	G	%
19 級	大小	6.89G	5.5G	80%	6.88G	13.8G	200%	6.88G	33.9G	490%
	磁碟大小	12.4G			20.7G			G		

表 3-3. 臺灣通用電子地圖 (JPG) 18 級圖磚磁碟空間浪費統計表

檔案數		Block Size		空間浪費		Block Size		空間浪費		Block Size		空間浪費	
		4K	G	%	8K	G	%	16K	G	%			
18 級	大小	15.3G	3.6G	24%	15.3G	7.6G	50%	15.3G	14.8G	97%			
	磁碟大小	18.9G			22.9G			30.1G					

4K - idc

8K

16K

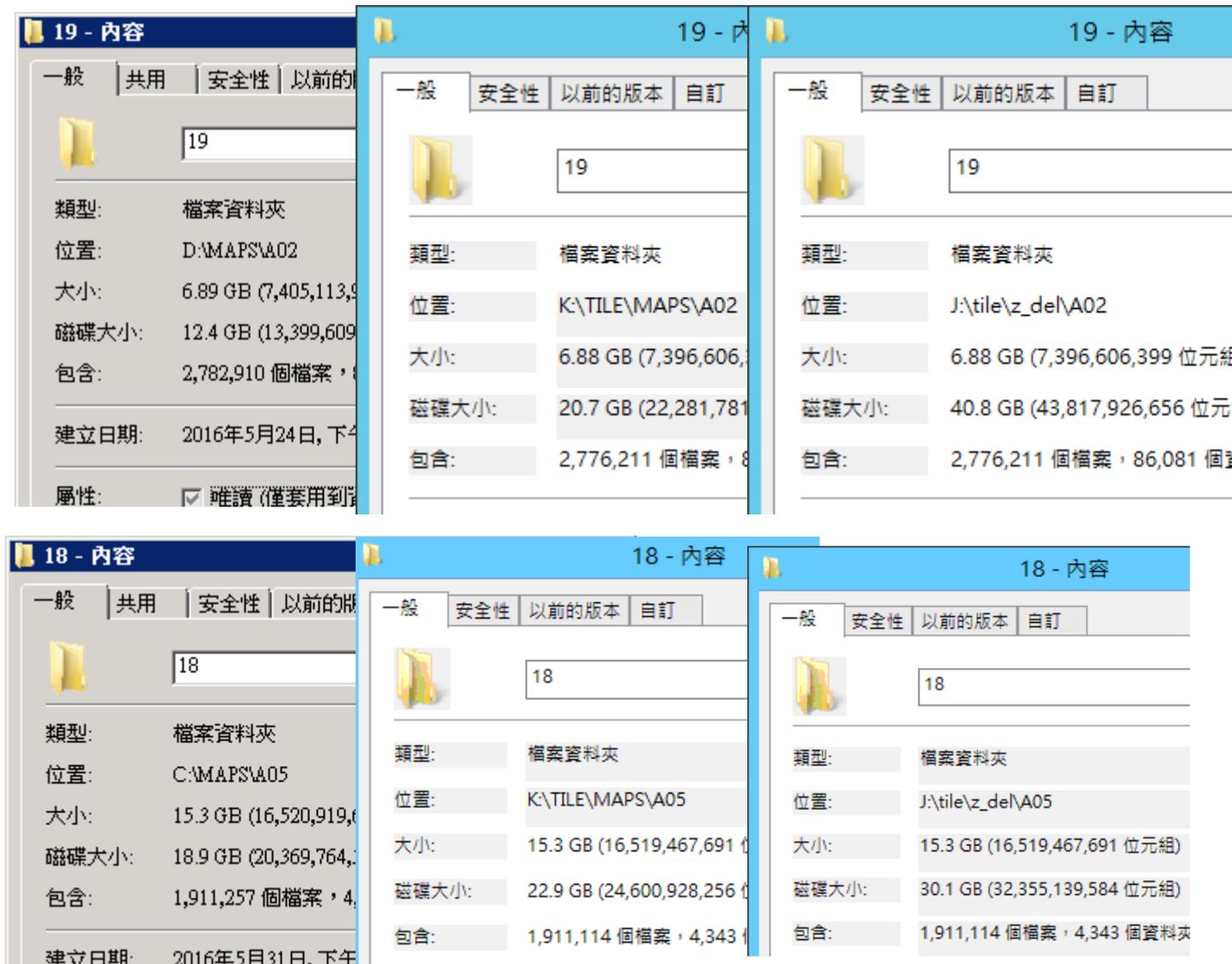


圖 3-30.臺灣通用電子地圖圖磚第 18(JPG)、19(PNG)級圖磚的磁碟佔用空間畫面

第四章 研究發現

第一節 雲端地圖維運

系統維運迄今，累積的長期經驗，要讓系統維運良好，需具備穩定、效能及圖資也需如期更新，維運時需注意如下：

一. 硬碟空間管理與啟用 NTFS 壓縮

硬碟空間並非無限大，當大量的紀錄 Logs 檔之後，隨之而來的是清理，因此初期將 Logs 目錄設定為 NTFS 壓縮目錄，以大幅節省至只佔原本的 21%、26% 磁碟空間，動輒節省百 G 以上的儲存空間，隨著執行時間增長，則可設定系統的工作排程器，自動刪除或人工刪除過期檔案。

而為啟用 NTFS 壓縮，需在格式化時指定 Block Size 為 4K，但在大容量硬碟上，為管理效能考量，預設於格式化時 Block Size 都會採 8K/16K 以上，於 NFS 設備上更是為 128K，而這除了無法啟動 NTFS 壓縮之外，更不適合儲存大量的圖磚檔。

NTFS 壓縮需視檔案特性設定，即該類的目錄資料適合才啟用，如 Logs 目錄、Derby 資料庫目錄，而非全顆磁碟空間全部啟用，才能在效能及磁碟空間上取得平衡。

二. 設定工作排程器重啟系統

Apache+Tomcat 組成的軟體 Load Balance 架構，機制看似完美，但是長期運作後，使用者端經由此機制進入 Maps Server 時，有時需時很久，此時如果輪流重啟各伺服器可以解決，因此設定適合的工作排程器輪流重啟 Apache 及 Tomcat，而不是重啟作業系統，因為耗時會更久且有可能其他的服務是啟動異常，以達成長期的系統穩定運作。而 Window 每月的安全性更新，則建議由系統管理者定期簽入進行更新。

三. 圖磚更新機制

圖磚更新必需考量使用者端在檢視時不會同時有新舊存在的版本交互顯示，又必需受限於伺服器的磁碟空間、圖磚更新的時間等，本研究中已列出依據資料及特性等配合的各方式。如果有良好的 HTTP

Header 的 Expires 日期值設定，以通知瀏覽器暫存該圖磚檔的期限，互相搭配可以讓使用者無感的直接使用到最新及正確的圖資。

四. 瀏覽器

由於瀏覽器有暫存區功能，系統當有網頁程式調整或圖資更換設定或是使用者的瀏覽器暫存區滿載，會造成使用者端異常，此時只要清除瀏覽器暫存區即可。因此各瀏覽器的清除暫存區的方式已列網站常見問答集內。

第二節 系統移植

虛擬主機的優點，是可以系統備份，當系統毀損時，即由備份進行復原至另一台虛擬主機，而實體主機如果硬體毀損，需待硬體修復後再進行復原，不過虛擬主機容易有較慢的缺點。系統由 GSN IDC 移植至國網中心的雲端虛擬主機，由於設備不同，不是直接移植過去而已，正所謂魔鬼藏在細節中，而需要很多設定及調整，遭遇問題如下：

一. 圖磚儲存

系統初期建置時，因考量圖磚檔是細碎量大的影像檔，為便於更新及建置，因此捨棄索引檔或資料庫，而建立樹狀目錄，以樹狀目錄結構當成索引檔的方式，維運以來效能良好，圖磚更新也有作法因應。至移植至雲端虛擬主機時，應該只要移植即可，結果竟然因為 Block Size 這個最基本的觀念，造成系統架構需要調整，正所謂魔鬼藏在細節中，表 3-2~3-3 統計的不同 Block Size 的磁碟空間的浪費，即可看出問題，所幸在建置初期即已發現 Block Size 引發的大問題，不然浪費複製及解壓縮所有圖資的圖磚時間是以週計算的。考量頻寬負擔，於國網中心的第 1 份原始圖磚的壓縮檔是以硬碟形式帶至國網中心進行複製，而非以網路傳輸的。

而一般的圖磚以比例來算第 18、19 級佔用的數量最大（約 9 成），約為 200 萬、800 萬張，而單張圖磚儲存時的檔案大小依選擇儲存的檔案大小平均約 4-8k，這在原本 IDC 的實體主機上，因為 Block Size 為 4K，所以沒什麼問題，但在虛擬主機上，則因配置的原因，選擇儲存於

格式化 Block Size 為 8K 的磁碟，而正射影像平均 1 張約 8K~12K[3]，因此選擇格式化 Block Size 為 16K 的磁碟儲存。

二. Load Balance 架構調整

實體主機與虛擬主機均採用軟體 Load Balance 的架構，但軟體架構雖然免費，也會遇到軟體方面的問題，如最多連線數為 65536 的作業系統瓶頸。

於 IDC 的實體主機採用的是 Apache + Tomcat 組成的負載平衡，其優點為在某台伺服器停止服務時，Apache 可以將使用者在 Tomcat 伺服器上的資訊 (Session)，平順的傳遞給另一台遞補提供服務的 Tomcat 伺服器，使得服務不會中斷。缺點為當該台伺服器愈來愈慢時，此機制並不會動作，而長期運作下來則會拖跨服務的效能，因此需要分時段定時重新啟動 Apache 及 Tomcat，所幸此部分可以設定工作排程器，自動控制，確保無需人員介入也可達到長期自行運作的目標。

於虛擬主機上的則採用 HAProxy 的機制，相對於 Apache + Tomcat 組成的機制，HAProxy 並不傳遞使用者在伺服器上的資訊 (Session) 給其他伺服器，所幸在地圖服務方面，並不需要這樣的特性。而 HAProxy 除了設定較多外，缺點是後台的 Maps Server 程式也需要配合調整，以檢查 HTTP Header 的 x-forwarded-for 的值當作來源 IP。由於仍未累積足夠的維運經驗，因此長期運作有何需要注意的仍有待觀察，不過，其可設定監看特定服務的反應時間，理論上會讓服務維持較佳的品質，而維運初期的 Tomcat 自動重啟的機制仍可先行沿用設定，以確保系統正常服務。

第五章 結論與建議

第一節 結論

網路地圖服務提供的主要圖資，以圖磚為主，其對使用者端圖形顯圖能加速反應，民眾使用等待時間減少，這也是本服務未使用現有套裝軟體，獨立開發才能達到的效能，投資報酬率非常高。然單單是如何於伺服器儲存圖磚，就必需因應環境有所調整或設定，而整體系統從實體主機到虛擬主機的調整，本研究中的發現簡述如下：

- 一. Block Size：若磁碟不合適的格式化設定，對於儲存單張圖磚檔的磁碟空間浪費非常嚴重，在實體主機都是以 300GB 的 SAS 硬碟下，Block Size 為 4K 者剛好適合，但在使用 NFS 磁碟設備時，Block Size 最低為 128K 起算，空間的浪費嚴重至無法實際建置，因此雲端化並不是把所有資料丟上去，就可以解決，必需視資料特性選擇適合的儲存方案，甚至啟動 NTFS 壓縮，大幅節省磁碟空間。
- 二. NTFS 壓縮：對於 Logs 目錄，設定啟用 NTFS 壓縮，可以節省 Logs 資料近 8 成的磁碟空間，而 Logs 目錄一般都會在系統磁碟，一般只寫檔為主，節省磁碟空間的效益非常明顯。而要啟用 NTFS 壓縮，因 NTFS 壓縮演算法的關係，磁碟需要格式化為 Block Size 為 4K 才能啟用。
- 三. 工作排程器：為自動維持系統長期的穩定服務，設定自動排程將應用系統重啟是必要的，而 Windows 每月至少一次的更新，則建議由管理者介入進行更新，以確保系統穩定及安全。Logs 目錄資料也可設定每月定期刪除，而最新的 Logs 檔則因在寫檔中，會由作業系統鎖住無法刪除。
- 四. 圖磚更新：圖磚不只是更新，而要讓使用者端看到圖資一致，才不致同時看到的是差異很大的圖資，而這有賴系統設定及更新的流程，從 HTTP Header 的 Expires 值，到瀏覽器的暫存區，及在磁碟

空間不足下如何更新圖磚。更新圖磚時間均以小時計算，每個環節都是環環相扣的，而要正確及快速的更新圖磚，必需仰賴具系統管理員權限的命令提示字元模式，直接正確的下指令或批次執行，方能順利，此時如果用 Windows 的 GUI 環境操作，除了拖慢時程外，更有可能操作失敗。

- 五. Load Balance：開源或免費軟體的 Load Balance 環境，是節省經費的選擇，只要系統運作良好，從實體主機移至虛擬主機的經驗，兩者各採用不同的環境及模式，各有其優缺點，共同的缺點是作業系統 65536 連線數的問題，但如果系統反應快速，每個回應需求都如圖磚 (WMTS) 快速完成回應，則這問題並不明顯。目前 WMTS、WMS 服務，因系統共用原始圖磚資料的特性，所以伺服器提供 WMTS、WMS 服務是相同的，WMS 平均每月約 30-40 萬次呼叫，是較耗時間及流量的，如果 WMS 用量上升，則 WMTS、WMS 可再視情況配合調整分流的設定。此次新增的 WFS、API 服務，因為預估反應會較耗時，如果服務量大，屆時可能需要設置獨立的 HAProxy，以免線數不足，由於系統一開始已針對上述 4 個服務建立 4 組對應的 Domain name，故上述的調整，可以做到使用者端無感的變動。
- 六. 服務移轉：本服務分成網站及其他介接的系統，在 IDC 與國網中心虛擬主機的圖磚服務的移轉過程中，一般使用者可以經由本服務網站直接使用進行切換，但其他介接的網站則分成可自動引用新服務者與需修改程式者，這是因為 OGC WMTS 的服務，可由 XML 定義服務的伺服器網址，但一些介接的系統可能未實作這塊，所以需修改程式。

第二節 建議

本服務在系統架構上仍有可再精進之處，如下：

- 一. Load Balance 擴充：國網中心雲端虛擬主機目前只依賴一台 HAProxy 為入口，有可能出現效能不足的風險，以後可擴增 HAProxy

伺服器，擴大入口的瓶頸並再分流各服務。

- 二. 服務節點擴充：目前本服務有 GSN IDC 與國網中心虛擬主機的圖磚服務，為讓其他介接圖資的系統有時間修改，GSN IDC 的基本圖磚服務將維持一段時間與國網中心虛擬主機的圖磚服務併行，爾後 GSN IDC 將退出圖磚服務，當作主網頁的入口，另提供臺灣通用電子地圖底圖服務的備援方案。其他介接的系統也需同時修改設定，但只靠一個節點提供服務，風險太高，雖然虛擬主機的系統備份復原很快，但如果網路因特殊原因斷線，則服務將無替代節點方案，而 IDC 的圖磚只能提供基本底圖服務，不足以因應所有的服務需求。因此異地併行的服務節點在長遠維運之下還是需要建置的。
- 三. 圖磚儲存方式調整：因為未使用套裝軟體，因此對圖磚的各種儲存及格式已有相當程度的了解，才能首全國之先，研究出將圖磚直接匯出至離線地圖檔的 MBTiles 格式，成政府開放資料，供全國下載。目前系統的圖磚儲存架構是本中心自行研究而來，以單個圖磚檔案的方式儲存，雖然適合一般及快速佈建應用，但在大容量磁碟或 NFS 設備的 Block Size 無法匹配之下，除了改採單一資料庫儲存之外，是否還有其他解決方案，為後續可研究的主題。

建議一

賡續辦理擴充國土測繪圖資服務雲：長期性建議

主辦機關：內政部國土測繪中心

協辦機關：無

系統服務如為再擴大服務量能及提供完善的服務備援方案，於雲端虛擬主機的租用，可再擴大租用服務節點及設備，使服務效能最大化。

建議二

自行研究新的圖磚儲存方案：長期性建議

主辦機關：內政部國土測繪中心

協辦機關：無

目前系統的圖磚儲存架構是本中心自行研究所得，以單個圖磚檔案的方式儲存，雖然避免了資料庫的瓶頸，適合一般及快速佈建應用，但在大容量磁碟或 NFS 設備的 Block Size(叢集)無法匹配之下，是否還有優質解決方案，為可持續研究的主題，藉以提升圖資更新及服務效能。

參考書目

- [1]. 陳世儀、林文亮、鍾文彥、林志清，發布圖磚以應用 OpenLayers 建立網路地圖，2012 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會，2012。
- [2]. 陳世儀、張宇洲、林志清、蘇惠璋，建立網路電子地圖共通平台之研究，內政部國土測繪中心自行研究報告，2012。
- [3]. 陳世儀、張宇洲、蔡季欣、蘇惠璋，產製網際網路地圖圖磚多重模式之研究，內政部國土測繪中心自行研究報告，2014。
- [4]. 101 年度國土測繪圖資網路地圖服務系統工作總報告書，光特資訊科技股份有限公司，2012。
- [5]. 102 年度國土測繪圖資網路地圖服務系統擴充案工作總報告書，光特資訊科技股份有限公司，2013。
- [6]. 104 年擴充國土測繪圖資網路地圖服務系統採購案工作總報告書，光特資訊科技股份有限公司，2015。
- [7]. 105 年度測繪資料智慧雲端增值服務採購案期中報告，光特資訊科技股份有限公司，2016。