

基於 iSCSI 之無線遠端影像儲存系統設計與實作

A Design and Implementation of an iSCSI-based Wireless Remote Video Storage System

李易達 林子頤 劉育儒 張志欣 *鍾添曜

元智大學資訊工程系

csdchung@saturn.yzu.edu.tw

摘要

現在的行動裝置(Mobile Devices, MDs)不僅要有通訊的功能,照相、錄音、錄影或播放高畫質的影像等多媒體功能的需求也越來越高。然而 MDs 對於重量及體積的要求甚嚴,又有成本考量,因此其記憶體容量是相當有限的。此外,MDs 常會遇到另一個嚴重的問題,裝置外洩問題(Device Exposure Problem) [8],也就是 MDs 遺失或是損壞,造成儲存資料或私密檔案外洩或毀壞。為解決以上問題,本研究提出了一基於 iSCSI 儲存技術的無線遠端影像儲存系統(iSCSI-based Wireless Remote Video Storage System, iWRVS),並且將系統實做,過程中整合並修改許多現有開放原碼套件,使 MDs 可利用 iSCSI 這項架構在 TCP 上面的網路儲存技術,透過無線網路來存取遠端的儲存裝置,且此儲存裝置可以是私人家用硬碟或公用伺服器硬碟等等,並擁有方便且直覺性的操作方式,與現實網路架構相容等優點。

關鍵詞: iSCSI、TCP、無線網路、Storage

1. 簡介

科技日新月異,隨著行動通訊科技的進步,無線網路的發展,越來越多人希望能以行動裝置(Mobile Devices, MDs)透過無線網路來取得所需的

資訊。加上現代人對於效率以及方便性的要求高,因此有越來越多具有人性化操作,且高效率的無線網路服務出現。無線行動通訊主要由手機、筆記型電腦、個人數位助理(PDA)等行動客戶端、基地台與許多資料庫伺服器主機所組成,基地台透過有線網路與伺服器主機相連接而連上 Internet,進而提供各式各樣的無線網路服務。

MDs 得具備行動性,所以必須強調輕且小,因此儲存空間不足,MDs 儲存容量便成了一個急需解決的問題。現在 MDs 通常透過記憶卡擴充來增加儲存空間,然而記憶卡的昂貴價格且依舊有限的容量,對於現在高品質多媒體影像的儲存造成限制 [1, 2, 6, 9, 10];此外,MDs 常會遇到另一個棘手的問題,Device Exposure Problem [8],也就是 MDs 遺失或是損壞,造成內部資料外洩或是毀壞,並無法透過記憶卡擴充的形式解決。目前 MDs 多半透過檔案上傳的方式,將資料上傳到檔案伺服器,然而此方法效率低,對於高品質之多媒體影像不適用。

為解決以上問題,本研究提出了一基於 iSCSI 儲存技術的無線遠端影像儲存系統(iSCSI-based Wireless Remote Video Storage System, iWRVS),可提供遠端影音資料的存放,每當 MDs 在紀錄影像的同時,便將資料即時透過 iSCSI 通訊協定存放到遠端儲存伺服器,之後可利用個人電腦或是行動裝置,連上儲存伺服器且透過 iSCSI 通訊協定以光碟讀取的方式做直覺性地播放,本系統設計在儲存伺

伺服器端將錄影之影像即時轉換成 DVD ISO 之格式，每次錄影如同燒錄一片 DVD 影片，播放端連上伺服器進行播放時，在本機看到的會是 iSCSI 模擬的虛擬光碟機，此設計最大的優點是提供使用者直覺且便利的影像播放。

本研究最大的貢獻在於設計並實作 iWRVS 系統，不僅整合且修改了許多開放原碼之套件，且提出此系統架構作為相關研究之探討基礎，將在後面的章節做詳細的介紹。

本論文之章節安排如下，第二節介紹 iSCSI 通訊協定，而第三節介紹 iWRVS 系統架構，接著第四節為結論，最後第五節則是參考文獻。

2. Internet Small Computer Systems Interface (iSCSI)

iSCSI [3, 4, 5, 7]，是用來傳輸 SCSI 區塊等級(block-level)的資料以及指令，以 TCP/IP 通訊協定來傳送，為 Client-Server 的架構，分別稱為 Initiator 以及 Target。以下為傳統儲存網路與 iSCSI 的比較以及 iSCSI 通訊協定之簡介：

2.1 File-Level vs. Block Level Wireless Storage

現有無線儲存網路有兩種方法，第一種利用網路檔案系統，例如 NFS(Network File System)，客戶端從伺服器端透過 RPC(Remote Procedure Call)來取得檔案，這種架構統稱為 NAS(Network Attached Storage)，將檔案分割成適當大小的封包在網路上傳遞。而另一種方法則是利用基於 IP 的 SAN(Storage Area Network)，像是 iSCSI，在這種方法中，遠端伺服器將一部分的磁碟空間分給客戶端，像是從本機硬碟中取得區塊至記憶體般，iSCSI 利用 IP 網路做區塊的傳輸。檔案層次的傳輸的優點是可以提供高安全性以及跨平台分享，而區塊層次的儲存系統則是提供了高效能。為了能有效利用無線網路中有限的頻寬來提供多媒體服務，區塊層次的傳輸，會是較好的選擇。

2.2 FC-SAN vs. IP-SAN

基於光纖通道傳輸的 FC-SAN，雖然有著高效能，但無論是維護或是建構的成本都相當高。而可建構於較低成本的 Ethernet 或是 IP 網路的

IP-SAN，則有著容易架構的優點，為較適合 MDs 架設無線遠端儲存系統的 SAN。因此選擇 iSCSI 這樣的 IP-SAN 來建構本系統不僅經濟實惠，且易與現有行動通訊架構相容。

2.3 iSCSI 通訊協定之讀寫操作

在這將解說 iSCSI 通訊協定之詳細溝過程，請參考圖一。資料寫入的操作，首先 Initiator 發出寫入要求之 PDU (Protocol Data Unit)，Target 回傳 R2T(Ready to Transmit) PDU，代表準備好接收檔案，接著 Initiator 連續傳送 Data PDU，而依照 iSCSI 在建立連線時溝通好的 Data PDU 數量，傳送該數量之 Data PDU 後，Target 回傳 R2T PDU，代表這部分的資料傳輸沒有問題，而反覆進行直到完成後，Target 回傳 iSCSI Response PDU，便完成了傳送。而讀取的操作也是類似的方式，讀取的操作由 Initiator 發出一讀取要求之 PDU(Protocol Data Unit)開始，當 Target 收到後，連續傳送所要求的 Data PDU，最後 Target 傳送 iSCSI Response PDU 代表完成了傳送。

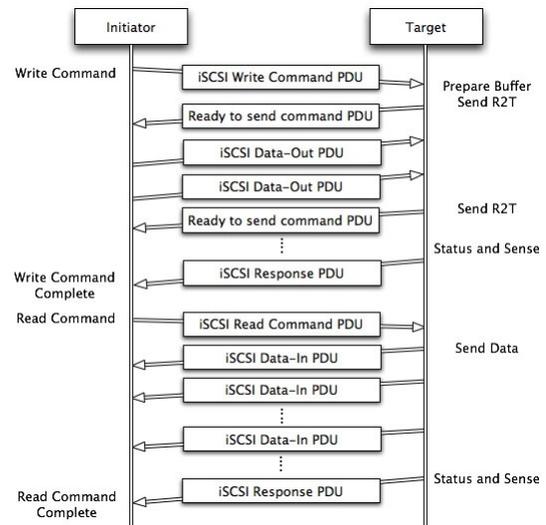


圖 1. iSCSI 之讀寫操作

3. iSCSI-based Wireless Remote Video Storage system (iWRVS)

本研究實作 iWRVS 系統，修改及研究大量的開放原碼套件，並發展自己的應用程式進行系統管理。本系統主要由三套裝置所構成：

(1) iWRVS 錄影客戶端

為具備錄影功能之行動裝置，在錄影的同時透過本系統，即時將影像以區塊等級的資料傳輸，存放到 iWRVS 伺服器端。

(2) iWRVS 伺服器端

提供大量的儲存空間，供行動裝置(DV，錄影手機，數位像機等等)錄製影像，此伺服器可以是業者提供的大型伺服器，也可直接利用個人電腦建構。

(3) iWRVS 播放客戶端

播放端由本系統提供的介面，選擇播放的影片，接著掛載 iSCSI 虛擬光碟後，便可直覺性地利用播放本機光碟機影像的方式播放選擇的影片。

下面將詳細介紹 iWRVS 系統架構、實作套件及操作方式：

3.1 iWRVS 系統架構

圖 2 為本研究所提出的 iWRVS 系統之示意圖。圖片左側為錄影客戶端，具錄影及無線網路功能的行動裝置，利用 iSCSI 通訊協定透過無線網路對遠端儲存伺服器上的儲存裝置做存取。而右側的播放端也是類似的連線架構，不過不同的是播放端是透過 iSCSI 模擬光碟機的方式做區塊式的資料傳輸，提供使用者更直覺的操作方式。

iWRVS 伺服器接受授權使用該伺服器之使用者利用 iWRVS 客戶端程式登入，且本系統是以 iSCSI 作為基本連線方式，故使用者可以猶如使用本機 SCSI 裝置般，做影像存取的操作。iWRVS 系

統提供以下兩樣主要功能：

(1) 影像寫入：

當行動錄影裝置啟動錄影功能後，影像資料便透過 iSCSI 通訊協定存放到遠端伺服器提供的儲存空間，由於 iSCSI 的特性，資料是以邊錄影邊傳送的方式進行存放，且有著相當良好的效能。而資料處理的封裝以及伺服器對於影像資料庫的管理，可參考圖 3，錄影客戶端分為兩個子套件，iWRVS Media Recorder 以及 iWRVS Client Manager (iCM)，前者負責進行錄影與檔案系統的寫入，後者則進行與伺服器資料管理的溝通及協調。而伺服器端對應於錄影客戶端則為 iWRVS Media Convertor 以及 iWRVS Server Manager (iSM)，前者負責影像格式的轉換，iSM 則與錄影客戶端之管理者做溝通協調。

錄影流程請參考圖 4，待使用者登入伺服器並下達錄影指令，接著輸入影像檔案名稱後，即可開始錄影之操作。其中之所以將錄製完成的影像轉換為 DVD ISO 之檔案格式，為的是讓使用者認為每次的錄影都等同於燒錄一份影像光碟。

(2) 影像播放

參考圖 5 架構圖，在播放客戶端 iCM 提供使用者選擇欲播放的影像，選定後，向 iSM 發出影片播放要求，本系統便會透過 iSCSI 將影像以虛擬光碟的形式呈現給播放客戶端使用者，使用者便可透過播放軟體播放資料庫內的影片。

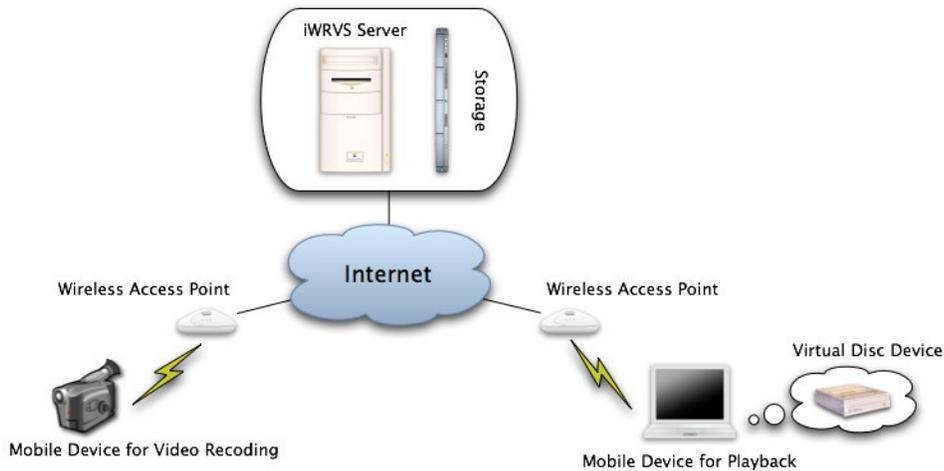


圖 2. iWRVS 系統示意圖

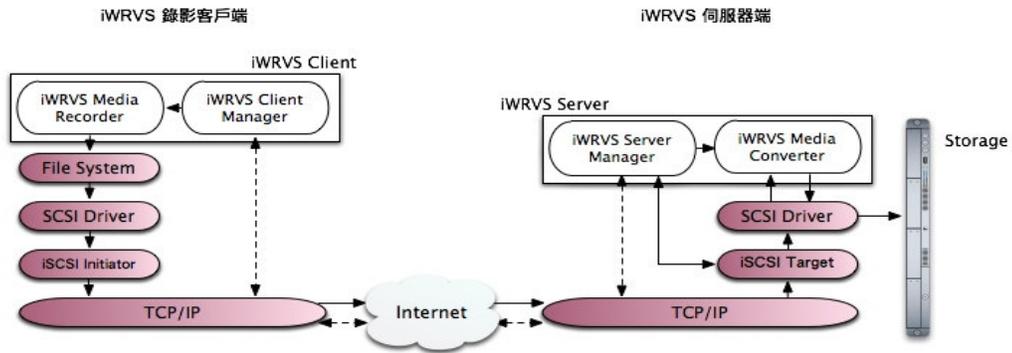


圖 3. 影像寫入之架構圖

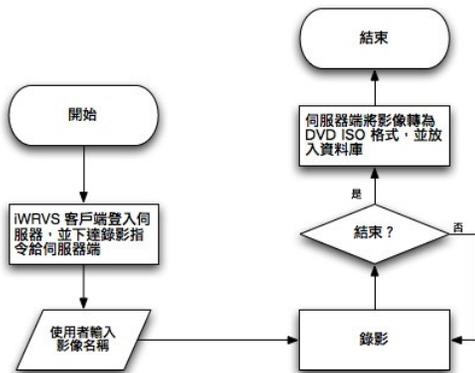


圖 4. 影像寫入之流程圖

圖 6 則說明影像播放之流程，播放客戶端登入伺服器後，iCM 會列出資料庫內的影像清單，待使用者選定欲播放的影像後，伺服器播放時為提高使用的方便性及直覺性，直接以影像光碟的方式播放遠端影像資料庫內的影片，這都歸功於 iSCSI 提供虛擬 SCSI 光碟機的特性。

3.2 系統實做

本章節詳細介紹本系統實作時所使用的套件，以及設計撰寫的程式。

3.2.1 系統套件介紹

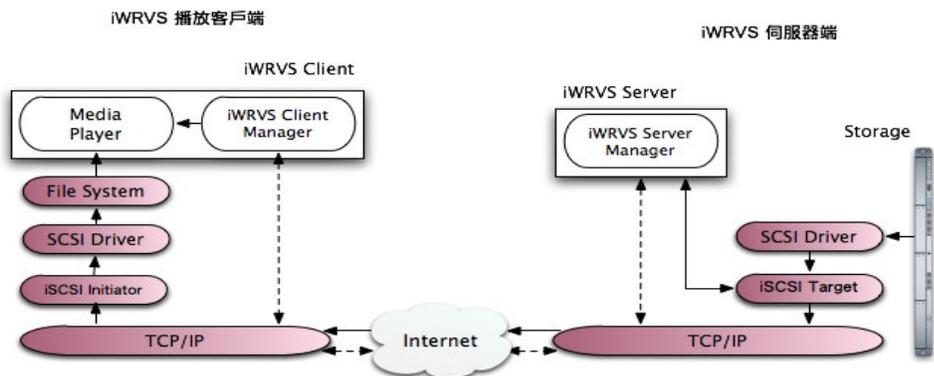


圖 5. 影像播放之架構圖

在這分別針對本系統的三套裝置所使用的套件做詳細的介紹，圖 7 為系統套件關係圖：

(1) iWRVS 伺服器端

本研究模擬時，伺服器端的作業環境為 Linux Ubuntu 7.04，在安裝好一切套件後，僅需啟動 iWRVS Server 即可。

■ iWRVS Server

本研究架構的 iWRVS Server，具有以下功能：

- ◆ 提供客戶端影像存放或讀取之服務。
- ◆ 管理影像資料庫。
- ◆ 清除 iWRVS 影像資料庫。

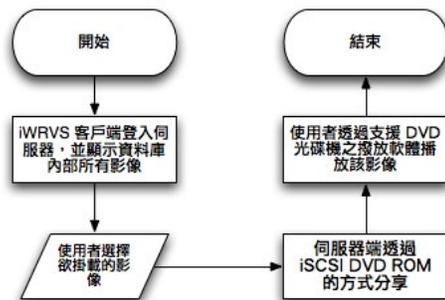


圖 6. 影像播放之流程圖

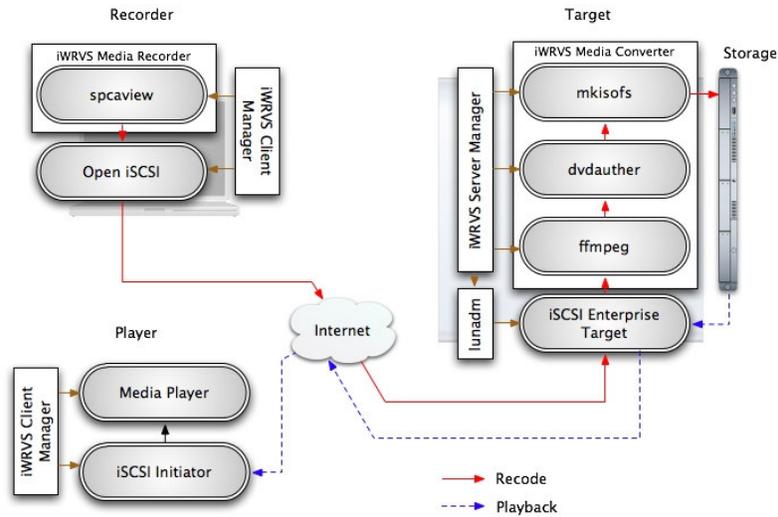


圖 7. 套件關係圖

■ iSCSI Enterprise Target(IET)

iSCSI Target (server)在 Linux 主要有兩種實做：UNH-iSCSI 以及 IET。iSCSI Target 可以提供給使用者將檔案視為虛擬裝置，或是將真實的磁碟分享出去的功能。我們之所以選擇 IET 其主要原因有三：

- ◆ 相較於 UNH-iSCSI，IET 具有相對簡易的設定以及穩定的功能。
- ◆ IET 支援即時動態的控制程式所有的設定以及分享出去的磁碟數量
- ◆ UNH-iSCSI 之套件，程式內容繁雜，使用錯誤的寫作技巧，使得大部分功能實做在核心部份，造成使用及修改彈性降低，且難以設定。

■ 轉檔套件

這裡介紹在伺服器端主要對影像做處理，以及製作分享裝置所需要的幾項套件：

- ◆ **dvdauthor**
此套件主要的工作，是將 mpeg 檔案製作成 DVD 的格式，作為分享主要的格式。
- ◆ **ffmpeg**
ffmpeg 是在多媒體影像格式轉換上面十分具有代表性的一套軟體。使用這套軟體可以將攝影機所拍攝下來的影像輕鬆轉換成製作成 DVD ISO 所需要的 mpeg 檔案格式。
- ◆ **mkisofs**

這項套件把 dvdauthor 所製作出來的格式包裝成標準的 ISO 檔案格式，然後再所分享出去。經由對 IET 的修改，使得使用者端可以在裝置上面以光碟機的形式顯現。這種作法相較起將檔案以磁碟機呈現的方式要來的直覺，也易於播放軟體使用。

(2) iWRVS 錄影客戶端

錄影端的作業環境為 Linux Ubuntu 7.04，在啟動連線軟體前，需先建立與伺服器端的 iSCSI 磁碟連線。

■ iWRVS Client

本研究實做的 iWRVS 錄影兼管理程式，可在錄影前與 iWRVS Server 做溝通，建立 iSCSI 連線，自動傳送影片以及更新資料庫。

■ Spcaview

spcaview 是在 Linux 底下使用 WebCam 的套件。我們使用這像套件作為錄影端擷取影像的來源。

■ Open-iSCSI Initiator

我們選擇 Open-iSCSI Initiator 作為錄影端將影像檔案傳送至伺服器端的 Initiator 軟體。雖然說這個套件依然有些 iSCSI 的功能並沒有實際上被實做出來，但因為這一項套件是在 Linux 普遍被廣泛使用。同時，絕大多數的 Target 套件都會以這個套件作為搭配開發的對象，所以，這裡使用這個套件以減低製作系統的時候有可能會發生問題的機

會。

(3) iWRVS 播放客戶端

本系統模擬時，將播放端環境設為 WINDOWS XP SP2。

■ iWRVS Client

本研究實做的播放端應用程式，可以連接上伺服器端，顯示資料庫並選擇欲播放的影片，配合 Microsoft iSCSI Initiator 連上掛載 iSCSI 光碟機後便可如同一般 DVD 影片播放，參考圖 7 之執行畫面。

■ Microsoft iSCSI Initiator

於 Windows 下面的 Initiator 軟體並沒有太多的選擇空間，所以這裡我們使用了微軟為自己作業系統所提供的 Initiator 軟體。這套軟體除了內建於最新版本的 Windows Vista 之外，也提供了 Windows 2000，XP，以及 2003 server 使用。

3.2.2 系統操作

本章節介紹，本研究所架設的模擬環境之系統操作：

(1) 系統初始化

■ iWRVS 伺服器端

首先啟動 iSCSI Target 套件，接著清空影像資料庫，接著啟動 iWRVS Server 即可。

■ iWRVS 錄影客戶端

僅需建立與伺服器端 iSCSI 磁碟連線，便完成系統初始化的工作。

(2) 錄影

錄影客戶端軟體已將儲存空間設為遠端伺服器之 iSCSI 磁碟空間，僅需在需入影像檔案名稱

後，錄影即可。

(3) 播放

執行 iWRVS Client 後，首先輸入伺服器端 IP 位址。按下 List，會列出可播放的影片檔，選好後，按下 Select，如圖 9。將 Microsoft iSCSI Initiator 執行路徑設定好後，按下 Execute，便可操作該軟體連上伺服器端掛載該 iSCSI 裝置，如圖 8。Microsoft iSCSI Initiator 使用方式請參考微軟提供之相關教學。

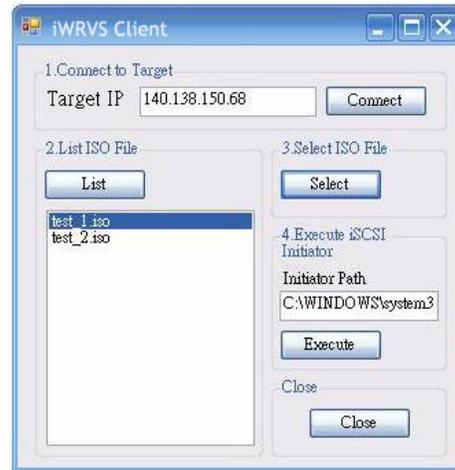


圖 8. iWRVS Client

3.2.3 實作討論

本系統實作遇到最大的困難除了各個套件為了與系統相容之修改與整合之外，現有開放原碼之 iSCSI 套件，並不支援以遠端 iSCSI 虛擬光碟機的方式播放，在百般嘗試後透過修改 IET 套件，完成了該項功能並與 IET 結合。

在實作的過程中發現，現有 iSCSI 通訊協定在播放影像檔案時，與播放一般檔案時無異，是以區



圖 9.以微軟 iSCSI Initiator 掛載光碟

塊層次的資料傳輸，如此方式，影像播放起始的延遲時間相當長，不適用於播放高畫質或檔案較大的影像。倘若 iSCSI 能結合 TCP 影像串流播放技術，將區塊層次的資料以影像串流方式傳輸，在播放端對記憶體做串流資料擷取的動作，如此播放起始延遲可大大減小，且可透過許多串流技術，如針對網路狀態調整影像播放品質，對 iSCSI 通訊協定在進行影像播放時提供更好的品質。

4. 結論與未來發展

本研究的主要貢獻為提出 iWRVS 架構之設計與系統實做，整合整套系統之相關套件的選擇等等。相較於現有行動裝置透過資料上傳，本系統更適用於資料量大的影像資料，且具有直覺性的操作方式。現有行動裝置多半透過記憶卡的方式擴充儲存空間，然而空間大小卻遠比不上硬碟，本系統可直接透過家中個人電腦作為伺服器，且因為 iSCSI 本身具有 IPSec 安全機制，使資料保密更加周全，不僅解決了 MDs 容量不足的問題，也不用再擔心 MDs 遺失而損失寶貴的資料。

在針對 iSCSI 因為架構於 TCP 通訊協定上，此通訊協定在設計時，是以有線網路作為基準，而在無線網路上的效能並沒有有線網路上來的理想。未來將朝向提升 iSCSI 透過 TCP 在無線網路傳輸的效能發展，使系統能夠更有效地運作。

5. 參考文獻

- [1] H.-S. Shin, J.-W. Seo and M.-S. Park, "Optimizing iSCSI Parameters for Improving the Performance of iSCSI based Mobile Appliance in Wireless Network," ICN/ICONS/MCL '06, April, 2006.
- [2] J.H. Kang, M.-S. Park, W. Choi, "Efficient Load Balancing Method for Mobile Applicable iSCSI-based Remote Storage Service," Software Engineering Research, Management and Applications, Aug. 2006.
- [3] J. Satran et al, "Internet small computer systems interface (iSCSI)," Technical Report RFC3720, Internet Engineering Task Force (IETF), April 2004.
- [4] J. Satran and K. Z. Meth, "Design of the iSCSI Protocol," MSST, April, 2003.
- [5] J. Satran and K. Z. Meth, "Features of the iSCSI Protocol," IEEE Communications Magazine, Vol. 41, Aug. 2003.
- [6] M. Ok, and M. -S. Park and D. Kim, "An Intermediate Target for Quick-Relay of Remote Storage to Mobile Devices," Proc of ICCSA, May, 2005.
- [7] K. Xu, N. Ansari and Y. Tian, "TCP in Wireless Environments : Problems and Solutions," Communication Magazine, IEEE, Vol. 43, Issue3, pp. S27 – S32, March, 2005
- [8] A. Illaramendi, E. Pitoura, and Y. Villate, "Keep Your Data Safe and Available While Roaming," Mobile Networks and Applications, Vol. 7, no. 4, Aug. 2002.
- [9] I. Radovanovic, J. Lukkien, and R. Verhoeven, "Improving TCP/IP Performance over Last-hop Wireless Networks for streaming Video Delivery," ICCE, Jan. 2007.
- [10] G. A. AL-Suhail, N. Wakamiya, and R. S. Fyath, "Error-Resilience of TCP-Friendly Video Transmission over Wireless Channel," ICARCV, Dec. 2006.