

建構網際網路協定為主的數位監視系統的 Java 自由軟體平台

王德智* 劉建廷 劉宇舜 陳致嵩 王家輝 張瑞益*
 銘傳大學資訊工程學系 台灣大學工程科學與海洋工程學系*
 {s4450165/s4450131/s2361023@ss24., wangch@}mcu.edu.tw
 {d95525010, rayichang}@ntu.edu.tw

摘要

建構以網際網路協定為主的數位監視系統主要是能夠讓個人、學校、政府及企業等使用者能夠藉由已普及與無遠弗屆的網際網路連線進行遠端視訊監控的保全服務,也就是提供 U 化的監視服務(Ubiquitous Surveillance Service)。我們選擇了系統相容性高與視訊程式庫支援豐富的 Java 作為此數位監視系統自由軟體的開發工具。

本監視系統的 Java 自由軟體平台¹除了提供檢視即時現場與備份監視視訊的基本功能,以及透過視訊群播來有效降低即時視訊串流所消耗的網路頻寬,更進一步提出利用群播轉送代理人(Multicast Agent)與超級代理人(Super Agent)來有效串連整合現有各自獨立在公用與私用網段上的監視視訊串流。透過此 Java 自由軟體平台,將可以有效創造衍生出更多的視訊監視加值服務。

本論文中除了介紹本監視系統自由軟體平台中的六個主要子系統的設計與實作,並且透過實際在網際網路上建置本系統平台的實驗數據量測,藉以有效驗證本系統在網際網路不同網段上的實際執行監視視訊服務的效能。

關鍵詞：自由軟體、U 化監視服務、群播轉送代理人、超級代理人。

1. 前言

監視系統在現在社會的地位日益提高,傳統攝、錄影器材成本高,VHS 錄影帶又是每經過數次的磁頭讀取之後,儲存效果會越來越差;且錄影帶所佔空間甚大,造成很多無謂的成本;每當在調閱時都將需要到架子上去尋找錄影帶,因為錄影帶為一循序存取的儲存裝置,需要花掉很多時間在尋找位置之上,無法馬上提供某一個時間點或者是某一個地點的錄影帶。所以將監視系統數位化,提供迅速的搜尋,可以馬上找到所需要的影像。隨著視訊壓縮技術的進步,而且硬碟容量越來越大,使得儲存空間不必過度的增大就可以增加監視點、增加影

像保存期限,甚至可以儲存影像品質更好的監視畫面。

結合網際網路可以有效增加監視視訊服務的便利性,也就是由 Web Server 與網頁上的介面,使用者可以透過網際網路在任意的地點進行監看視訊畫面,也可以建構出不同權限的監看服務。也就是整個監視系統服務也不必侷限於警衛室或者是某一個地點的電視牆,透過網頁的管理平台,提高了監視服務的無所不在可行性與監視服務的效率。下圖為網際網路數位監視系統服務示意圖:

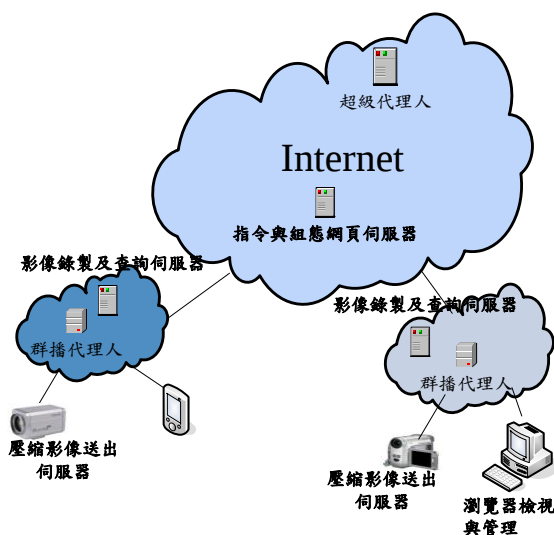


圖1. 網際網路數位監視系統服務示意圖

建構網際網路協定為基礎的數位監視系統的 Java 自由軟體平台的主要目的就是供各個人、家庭、機關、公司行號與企業等能藉由有線與無線網路連線設備,經由無遠弗屆的網際網路進行無所不在的遠端視訊保全服務(i.e. Ubiquitous Surveillance Service)。

本系統模組化後分成了六個子系統,這六個子系統包含了最重要的即時視訊影像壓縮後傳送網路與錄存的功能,接著由另一個子系統可以進行接收封包後解壓縮並提供使用者瀏覽監看;但是一般網頁技術沒有辦法直接接收影像封包並且作即時的播放,所以我們提供了指令與組態伺服器子系統,網頁可以從這個伺服器下載了隨插即用(Plug-In)模組之後,就可以透過此模組順利的播放影像;然而一般人是不擅長長期處在警戒的狀態下,可能常

¹本論文研究由國科會推動自由軟體研發專案之經費補助,計畫編號 NSC95-2218-E-130-002.

常會錯過在即時監視畫面上的重要事件，所以本子系統會提供影像錄製與查詢伺服器子系統，以利往後的影像調閱檢視。

為了有效減少當有多個使用者監看某一地點的視訊畫面時，對於當地區域網路頻寬與視訊伺服器系統的負擔，壓縮後監視視訊影像是採用群播(multicast)進行播放。但是，由於網際網路上很多路由器和並未全面開啟群播這項功能，使得群播封包大都只能在同一個網域下傳送，所以本系統也實做了群播轉送代理人(Multicast Agent, MA)子系統來進行有效轉送監視系統服務所欲連通的群播孤島。

本系統還有一項重要的子系統功能就是提供網際網路上串連的虛擬私人網路(Virtual Private Network)也可以有效地連接本系統的視訊監視服務。也就是透過設計了超級代理人(Super Agent)子系統來解決這個問題，透過超級代理人，虛擬私人網路上的監視視訊也可以有效地傳送到網際網路的公開網段，甚至可以傳送到另一個虛擬私人網路。

本論文將在第2節接著詳細介紹本監視系統的六個主要子系統的設計與實作，在第3節中透過實際在網際網路上建置本系統平台的實驗數據量測來有效驗證本系統在網際網路不同網段上的實際執行監視視訊服務的效能。最後一節是本論文的結論與未來工作。

2. 網際網路協定為基礎的數位監視系統 (IVS)

如圖1所示，本論文實做的網際網路協定為基礎的數位監視(Internet Video Surveillance, IVS)系統的六個子系統是壓縮影像送出伺服器子系統(Compress Video Pumping Server)、瀏覽器檢視與管理子系統(Web Browser View and Management, WBVM)、指令與組態網頁伺服器子系統(Script and Configuration Web Server, SCWS)、影像錄製及查詢伺服器子系統(Video Recording and Querying Server, VRQS)、群播轉送代理人子系統(Multicast Agent, MA)與超級代理人子系統(Super Agent Subsystem, SA)，詳細各子系統的介紹如下：

2.1 壓縮影像送出伺服器子系統(CVPS)

在壓縮影像送出伺服器子系統(CVPS)中(如圖2)，將需要監視的重要地點，裝上各種不同的攝影設備，傳統攝影機的訊號會透過同軸電纜線接到CVPS主機上的影像擷取卡上，經由CVPS上面所安裝的壓縮軟體編碼壓縮成一個一個的視訊框架(coded video frames)。接著將視訊框架送到網路上，用群播的方式從網際網路送出。

使用者可以透過電腦或是PDA等行動裝置來接收CVPS送出的群播封包，並觀看監視的畫面。；送出的影像同時也送到影像查詢錄製伺服器

(VRQS)，以做為未來要調閱時候的來源；群播代理人伺服器(MA)也會收下這些影像，並改用unicast Tunneling的方式送給其他的MA，該MA會再度把影像封包用群播的方式送出到該網域上。

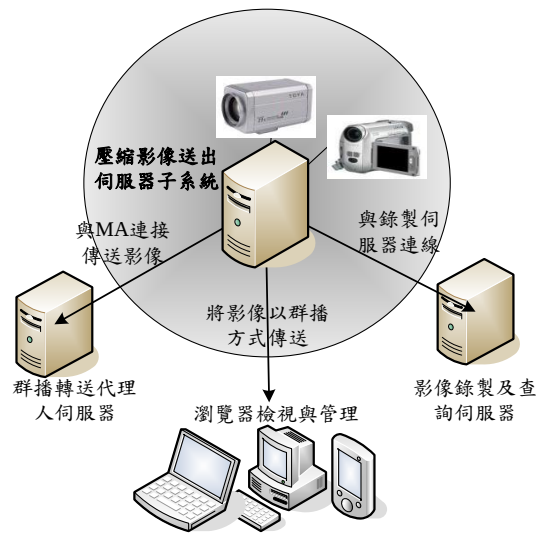


圖2. 壓縮影像送出伺服器子系統(CVPS)

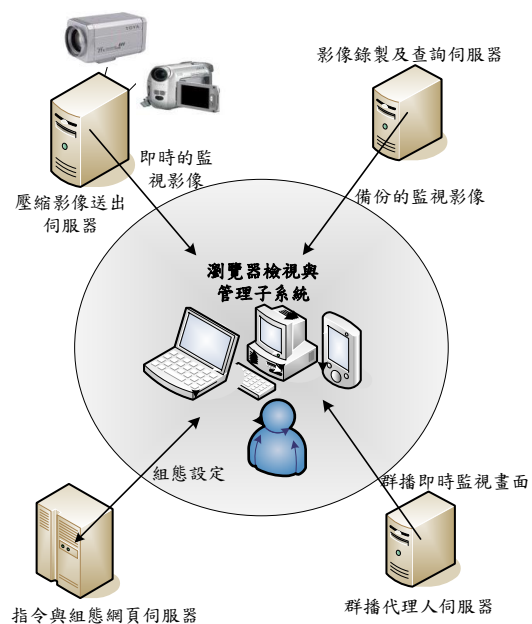


圖3. 瀏覽器檢視與管理子系統(WBVM)

2.2 瀏覽器檢視與管理子系統(WBVM)

在瀏覽器檢視與管理子系統(WBVM)中(如圖3)，提供系統管理者一個完善的介面，可以讓管理者設定各項參數與環境組態，還可以讓一般使用者透過網頁瀏覽器進行即時與錄存監視畫面的監看檢視。WBVM也提供了使用者對之前錄影下來的備份畫面做瀏覽。WBVM的隨插即用模組可以提供瀏覽器進行群播連線與即時檢視監視視訊的功

能，還可以提供與監視系統相關的特定使用者介面(可以顯示的像電視牆一般的四分割介面)。

另外，WBVM 會把 CVPS 送來的壓縮影像解壓縮之後再把監視視訊影像顯示給用戶看，本子系統中也有監視視訊影像物體移動偵測的功能，在播放時，如果檢查到有可疑的物體移動，可以顯示出警告的標語或圖案。WBVM 也提供了可以對系統進行組態設定的功能，它可以從指令與組態網頁伺服器(SCWS)接收目前系統的設定狀態，或是對組態作修改之後再將組態設定傳回給 SCWS。

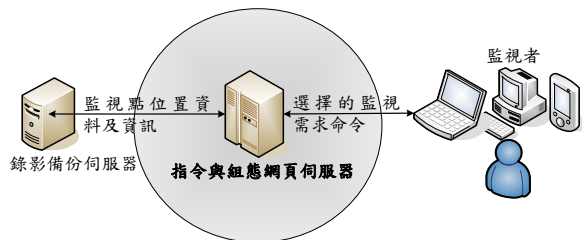


圖4. 指令與組態網頁伺服器子系統(SCWS)

2.3 指令與組態網頁伺服器子系統(SCWS)

指令與組態伺服器(SCWS)(如圖 4)是在一個網頁伺服器上面執行如 CGI 或 JSP 的程式模組。SCWS 也為 WBVM 提供了 Plug-In 模組的下載、外在介面讓網頁伺服器與各式各樣的應用軟體得以結合及溝通，他也提供了其他的功能：

- 可以讓使用者選擇要看某一個或是某幾個畫面，或是要觀看以前備份的資料
- 回答由客戶端所送出有關在 SCWS 內有關監控系統內建資料庫相關資料的命令。

為了系統的擴充性、管理及維護的目的，在 SCWS 的內建資料庫包含正在運作的自動化監控系統的資訊，它包含了：

- 可以設定攝影機的位址、描述、識別碼，和對應的群播群組
- 可以管理使用者的權限、避免不相干的用戶存取或是瀏覽影像。

2.4 影像錄製及查詢伺服器子系統(VRQS)

如圖 5，影像錄製及查詢伺服器子系統(VRQS)會接收在同一個網段的 CVPS 送過來的監視影像，並把收到的影像存成一個接一個的檔案，往後使用者有需要的話就可以從 VRQS 調閱監視畫面。VRQS 也可以提供偵測物體移動的功能，在錄存畫面的同時可以檢查是不是有可疑的事件發生，如果有檢查到可疑的事件發生了，馬上透過其他通訊應用介面通知負責管理的安全人員的手機或是 VOIP 話機。VRQS 也可以透過設定，自動檢查硬碟空間的存量，當硬碟的剩餘空間過小了，就會把建立時間最早的監視影像自動刪除或搬移到其他儲存設

備，以省下空間給最新也應該是比較重要的監視視訊畫面作儲存。

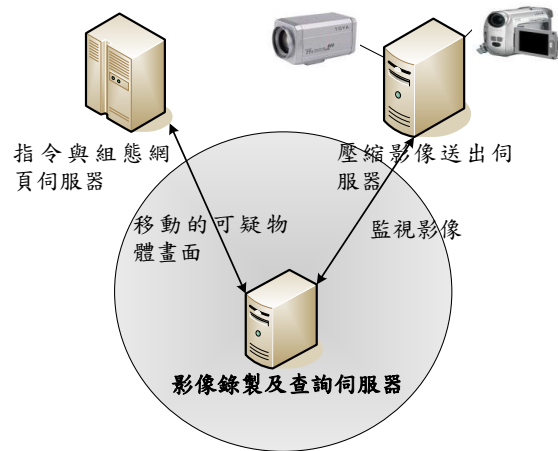


圖5. 影像錄製及查詢子系統(VRQS)

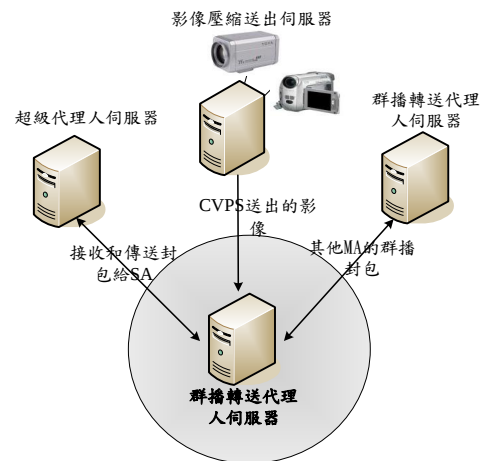


圖6. 群播轉送代理人子系統(MA)

2.5 群播轉送代理人子系統(MA)

群播轉送代理人伺服器(MA) (如圖 6)負責轉送在不同網域的群播封包，因為在目前的網路下，有許多的路由器都不提供群播的服務，所以在本監視系統服務使用群播傳送視訊封包的架構下，無法提供服務給不同網域的使用者，所以這時候就需要 MA 來進行轉送。群播代理人伺服器收到群播的影像時，將影像封包以單播通道(unicast Tunneling)的方式送到其他網域下的 MA，其他網域下的 MA 會接收送來的 unicast 封包，並將收到的封包，以群播的方式發送到同一網段的監視服務使用者。

為了讓監視服務可以擴展到虛擬私人網路的用戶，中 MA 還要可以接收來自超級代理人子系統(SA)的群播封包，或將群播封包送給 SA。MA 也需要有能力偵測是否在同一個網域下面還存在著其他為了負載分享(Load Sharing)的 MA 正在執行，避

免重複轉送視訊封包。還有很重要的是：避免由各個 MA 所建構的網路拓模(topology)有迴圈(loop)產生，如果有迴圈產生，將會對傳送效能產生嚴重影響並且消耗更多不必要的頻寬。

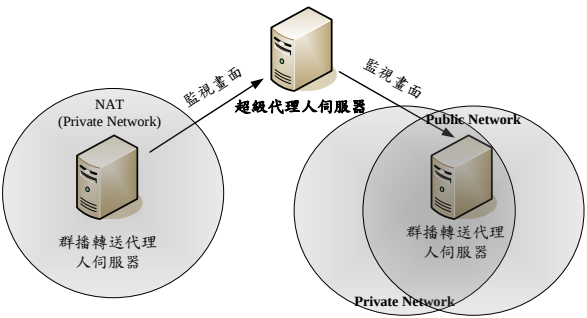


圖 7. 超級代理人子系統(SA)

2.6 超級代理人子系統

在一般的想法之下，只需要有 MA 建成一個網路拓模就可以建構出一個監視系統，但是這個計畫中，考慮到了如果群播代理人在虛擬私人的網路中，無法由外界向虛擬的私人網路建立連線之限制，所以加入了超級代理人子系統(如圖 7)。透過超級代理人的伺服器，即使是 MA 在虛擬私人的 IP 中，也可以接收來自其他網路的封包，察看其他網路的監視畫面。

為了兼顧方便管理與 SA 連線之 MA 與使用者操作的便利性，在 MA 執行之後會與 SA 進行註冊，藉由此註冊程序可得知該 MA 目前是否處於虛擬私人網路環境。當 MA 需察看其他 MA 之監視畫面時，即可根據被請求端之 MA，即監視畫面端之 MA 是否處於虛擬私人網路環境來決定是否需經由 SA 轉送監視畫面封包。

3. IVS 系統成果與實驗數據

本節要分別展示系統開發成果與驗證監視系統在實際網際網路上執行的效能數據：

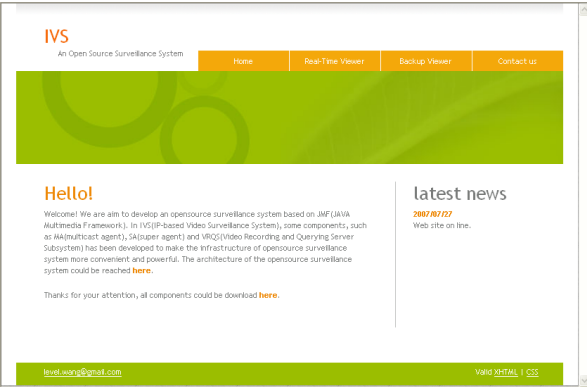


圖 8. IVS 入口網頁

3.1 系統成果

所建置開發出的 IVS 系統入口網頁如圖 8 (http://163.25.148.69/OpenSurv/)，該系統使用了 Eclipse 作為程式碼開發環境，並搭配 JDK 1.5.0.10。此外，與播放、擷取相關之子系統，是採用了 JMF 2.1.1e 的 API。本系統中亦加入了 MySQL 資料庫以方便維護各子系統之基本資料。因此，各子系統於執行時所需之元件如下表 1 所示。

表 1. 各子系統與其所需元件

子系統	所需元件
CVPS	JDK 1.5.0.10、JMF 2.1.1e
WBVM	JDK 1.5.0.10、JMF 2.1.1e、mysql-connector-java-3.0.17-ga-bin.jar
VRQS	JDK 1.5.0.10、JMF 2.1.1e、mysql-connector-java-3.0.17-ga-bin.jar
MA	JDK 1.5.0.10、mysql-connector-java-3.0.17-ga-bin.jar
SA	JDK 1.5.0.10、mysql-connector-java-3.0.17-ga-bin.jar

而 IVS 中具有操作介面的子系統，其實際操作介面如圖 9 至圖 12，其中傳輸的視訊格式為 H.263：

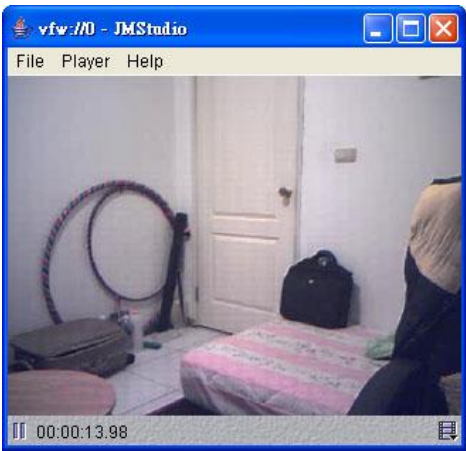


圖 9. CVPS 操作介面

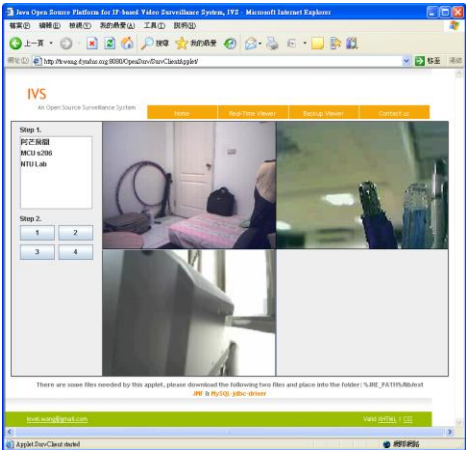


圖 10. WBVM 操作介面

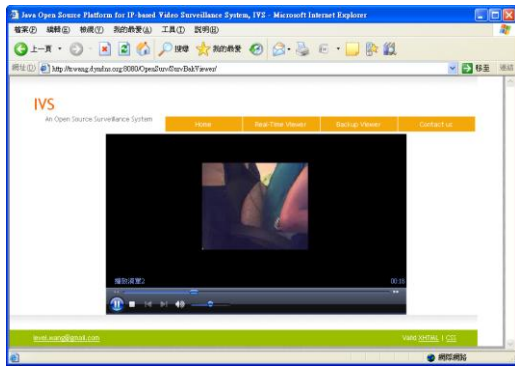


圖 11. VRQS 操作介面

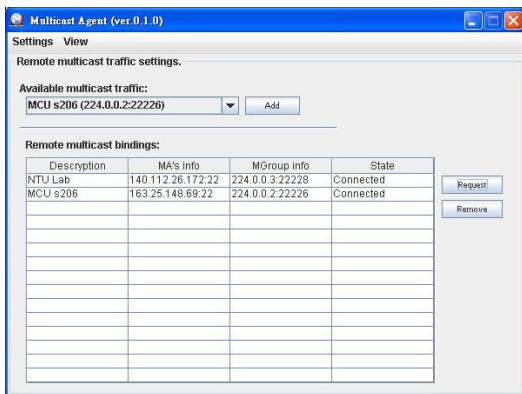


圖 12. MA 操作介面

3.2 實驗數據

我們接著對實做出的 IVS 系統作以下的實驗，藉以驗證本系統在實際網際網路上的執行成效：系統構方面，我們分別在銘傳大學資工系實驗室、台灣大學工科系實驗室與個人 ADSL 三個不同網段上架設 IVS 監視系統(如圖 13)。而個人 ADSL 網段由於使用了 IP 分享器，所以形成了虛擬私人網路，因此可以證明我們的系統是可以在虛擬私人網路下進行運作。

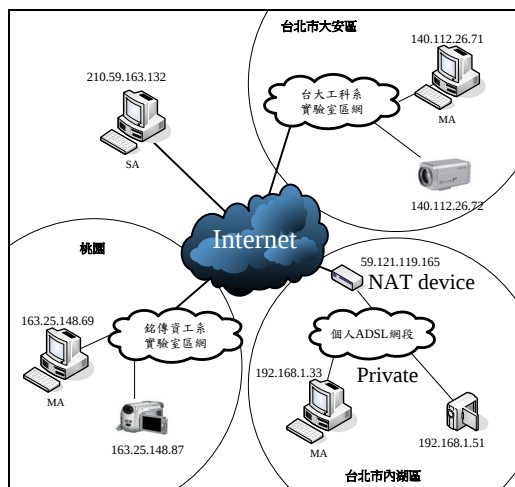


圖 13. IVS 網際網路實驗架構圖

接著，我們透過網頁瀏覽器，連上伺服器，下載並安裝一個軟體模組，接著就可以點選以上所說的監視點，進行監看，也可以將某一個監視畫面放大(如圖 10 所示)。

為了能實際瞭解 IVS 系統在實際網際網路上的服務品質與效能，我們記錄了 CVPS 子系統送出的每秒封包送出量(packet rate)，也同時紀錄 WBVM 子系統每秒接收到的封包量，另外還記錄使用者點選某監視點畫面時，一直到第一個完整畫面的完全顯示延遲時間，藉以瞭解使用者使用瀏覽即時監視視訊畫面時所得到的服務品質。

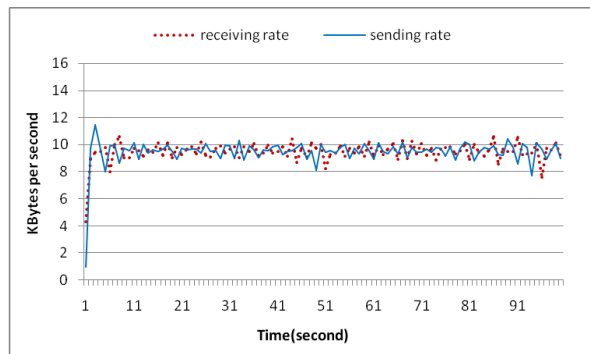


圖 14. 銘傳資工實驗室所測得 IVS 系統的封包 sending 和 receiving rate

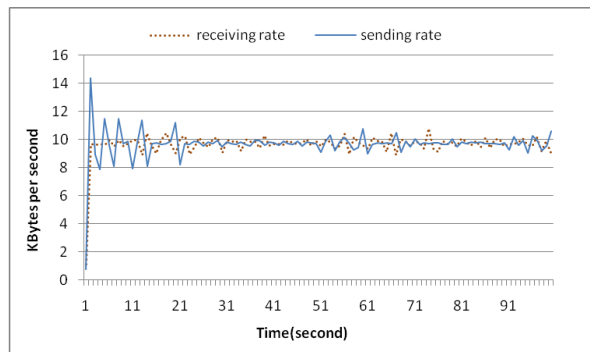


圖 15. 台大工科系實驗室所測得 IVS 系統的封包 sending 和 receiving rate

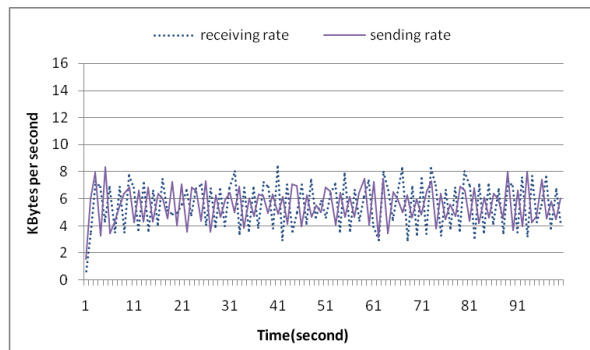


圖 16. 個人 ADSL 網段所測得 IVS 系統的封包 sending 和 receiving rate

實驗結果數據如圖 14 至圖 16 與表 2 及表 3 所示。實驗中，紀錄了開始傳送與播放前 100 秒的 packet rate，由此數據可看出，本論文所建構之 IVS

監視系統，在瀏覽即時監視畫面時所測得的 packet rate 皆與 CVPS 子系統中所送出的 packet rate 相若(如表 2)，由此可得知此 IVS 監視系統的群播監視視訊封包在經由 MA 子系統有效轉送到另一個子網路上的 MA 子系統，使得該子網路上的使用者得以觀看遠端監視視訊畫面外，並且可以有效地提供遠端使用者檢視即時視訊畫面的服務品質。

表 2. 各監視點之平均 sending/receiving rate

	平均 sending rate (byte/s)	平均 receiving rate (byte/s)
銘傳資工實驗室	9465.93	9477.59
台大工科系實驗室	9671.02	9640.32
個人 ADSL 網段	5562.04	5563.1

另外，在畫面完整顯示之延遲時間的實驗中，針對不同監視點進行 20 次點閱服務品質的計時，由完整畫面的完全顯示延遲時間的實驗數據看來(如表 3)，除了台大工科系實驗室之外，其餘測試地點皆可在 1 秒左右完成整個監視畫面的顯示，透過 IVS 系統不會影響使用者瀏覽遠端即時監視視訊畫面的服務品質。

表 3. 各監視畫面完整顯示的平均延遲時間

	平均延遲時間(s)
銘傳資工實驗室	0.858
台大工科系實驗室	4.894
個人 ADSL 網段	1.233

然而在台大工科系實驗室會有比較大的完整畫面完全顯示延遲時間，我們認為原因是由於位於台大工科系實驗室的 MA 子系統是由舊型的 10Mbps 集線器(Hub)所串接，稍微大量封包流量就會容易發生所謂的碰撞(collision)，使得封包較易遺失，也造成較長的第一個完整畫面的完全顯示延遲時間。

4. 結論與未來工作

本論文建構出一個 U 化監視系統的自由軟體服務平台，透過群播傳輸、群播轉送代理人及超級代理人可以有效整合原本不管是在公域或私域網段上各自獨立監視系統。在所建置規劃的實際網際網路連線的實驗環境中，也獲致了不錯的實際執行效能數據。相信 IVS 系統可以衍生出的保全加值服務將可進一步有效提供個人、社區、學校、政府機關與企業在人身、治安與財產的安全防護。

也就是說，本論文希望透過分享建置監視系統自由軟體平台的實作經驗，讓其他相關領域的專家繼續開發出更多更有效的視訊監控相關的加值服務，大大地提升擴展監視服務的廣度與技術的深

度。舉例來說：VRQS 子系統可以針對客戶的要求，有效提供可疑的移動物體的畫面片段可影像處理專家做更多的影像分析與辨識。

還有由於網際網路是公開與共享的網路，許多監視視訊是具有私密與敏感性的，所以如何有效的在網際網路上提供監視視訊傳輸的安全防護，將是本論文未來要持續進行的重要研究與開發。

參考文獻

- [1] 洪肇奎, 郭耀煌, 李允中, "Light-Weight Capability Maturity Model Integration(CMMI) for National Science Council (NSC) Open Source Project," CSIE Program, Department of Engineering and Applied Science, NSC, 2004.
- [2] Eclipse 開放 Java 程式發展環境, <http://www.eclipse.org/>.
- [3] Java JMF 多媒體程式開發元件, <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/index.jsp>.
- [4] 王家輝, "數位媒體之協同商務平台設計-以 Surveillance Video 為例," 國科會計畫結案報告, NSC92-2213-E-424-002-.
- [5] 莊孝安, 潘彥廷, 翁瑞鴻, 陳維正, 林俊良, 王家輝, "數位監視系統視訊伺服器與即時瀏覽客戶端模組的實作," 銘傳大學資工系 94 學年度大學部專題研究.
- [6] 趙悅君, 蔡依倫, 王健丞, 林思慧, 楊清驊, 王家輝, "數位監控系統的備份與自動瀏覽模組製作," 銘傳大學 94 學年度資工系大學部專題研究.
- [7] 唐定堯, 王家輝, 張瑞益, "一個可自動搜尋檢視備份監視視訊中可疑移動畫面的系統實做," 93 年度國科會大專學生參與專題研究計畫.
- [8] Geoff Thiel, "Automatic CCTV surveillance-Towards the VIRTUAL GUARD," IEEE AES System Magazine, July 2000.
- [9] Elena S., Carlo S. R., "Real-time Video-Shot detection for Scene Surveillance Applications," IEEE Transactions on Image Processing, Vol.9, No.1, Jan. 2000. pp. 69-79.
- [10] Chia-Hui Wang, Ray-I Chang, Jan-Ming Ho, "An Effective Communication Model for Collaborative Commerce of Web-based Surveillance Services," E-Commerce, 2003. CEC 2003. IEEE International Conference on, 24-27 June 2003, Page(s): 40 -44. NSC92-2213-E-424-002.
- [11] J. M. Ho, R. I. Chang, J. Y. Juang, C. H. Wang, "Design and Implementation of a Web-Based Surveillance System using Internet Multicast Communications," SoftCOM 2000, IEEE.
- [12] Y. S. Sun, C. F. Ku, Y. C. Pan, C. H. Wang and J. M. Ho, "Performance Analysis of Application-Level Traffic Shaping in a Real-Time Multimedia Conferencing System on Ethernets," Proceedings of the 21st IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN '96).
- [13] Archives of [JMF-INTEREST@JAVA.SUN.COM](http://swjscmail1.java.sun.com/jmf-interest.html), <http://swjscmail1.java.sun.com/jmf-interest.html>.