

Internet Streaming Media UDP-based 訊務的量測

楊素秋 陳應南 曾黎明

國立中央大學 電算中心 資訊工程學系

Email: center7@cc.ncu.edu.tw (corresponding author)

摘要

隨著電腦計算速度的提昇與 digital subscriber lines (DSL)寬頻存取網路的普及,親和的視音訊務已呈大幅的成長.為統計選用動態 UDP port 傳輸大量 audio/video 的 MediaPlayer 轉送訊務;我們實地追蹤大 packet size 的 router netflow 轉送訊務 logs,歸納 streaming media 傳輸的規律與特徵,提出適用於一般 WAN 連網的可行視音過境訊務統計方法.並以 TANet 桃園區網骨幹 router 的轉送訊務為例,統計承載的 streaming media 與 video game 等熱門 UDP 訊務.統計數據顯示: MediaPlayer 佔有最大的區網 UDP 輸入訊務比率(57.5%), MediaPlayer RTP media streams 的平均封包大小遠高於 RTCP control streams 及其餘的 UDP 應用協定.本文所提出的 streaming media 轉送訊務統計方法適用於廣泛的 WAN 連網,除了協助掌握 media 訊務量及 media 訊務成長趨勢外,也有助於熱門 content sites 的統計, media proxy server 及連網頻寬的規劃.

1. 研究動機

1970 年代 ARPANET 網路發展初期,人們便嘗試著透過資料網路傳輸 audio 訊務[1]. 1990 年代初期的 Mbone Video Conferencing 實驗的測試,仍囿於網路頻寬限制致 streaming media 品質無法為廣大用戶接受[2]. 隨著 Audio/Video 壓縮技術及網路頻寬的大

量提昇, Internet 用戶已能使用免費下載的 player 程式,在充滿 variable delay 的 Internet 網路收播近似 Constant Bit Rate (CBR)的音樂、新聞、影片及學習網站的視音訊務. 隨著 content sites 的快速增加及 digital subscriber lines (DSL)寬頻存取網路的普及,視音 UDP 訊務必將隨著改善的傳輸延遲呈更大幅成長 [3]; 然由於大量 UDP 訊務容易造成網路資源分配不均,影響 TCP 應用的延遲,產生 traffic congestion [4]; 有必要實做 WAN 承載的 streaming media 訊務量測,掌握骨幹網路轉送 streaming media 傳訊特徵,統計與分析 media 訊務的成長趨勢,協助 media proxy servers 及連網頻寬的規劃.

1.1 存在的 Streaming Media 訊務統計問題

為避免大量 streaming media 訊務過度壅塞過境網路, Apple QuickTime, RealNetwork RealMedia, Microsoft MediaPlayer, 均依循 Internet Engineering Task Force (IETF) 的 Real Time Streaming Protocol (RTSP)及 RTP 標準協定以傳輸視音訊封包. RTSP 定義 VCR-like 的 media streaming 控制方法及需維持的 RTSP session state, 允許 media client 選擇播放介面的 PLAY, PAUSE, TEARDOWN 等選項,遠端控制 server 的 audio/video streams 播放. RTP 則定義 end-to-end 的 real-time 資料傳輸格式及 Real-Time Control

Content site將media的 RTSP URLs顯示於節目網頁提供點選。client係於使用者點選media URL後送出SETUP要求及可用的RTP/RTCP UDP port pair給server。待server回應並建立RTSP連接後,再invoke end sides建立RTP及RTCP streams傳送視音訊及控制封包。其間,client除了持續buffer/播放視訊封包外,也依據Sender Report (SR)及時序等控制封包紀錄,計算end-to-end delay、jitter與packet loss,並將Quality of Service (QoS)參數透過RTCP stream回饋server做動態速率調整。RTSP server也會持續蒐集session members資訊及傳訊,delay, jitter及loss,適時redirect client與較接近或負荷低的server建立傳輸連接,減輕high-bandwidth media streaming對沿徑連網品質的影響[5]-[11]。

RTSP/RTP雖然定義了完全彈性的real-time訊務傳送機制,然而各streaming media commercial products: QuickTime, RealPlayer, MediaPlayer仍選擇更直接,有效率的方式實做media delivery。例如:選用固定的RTP service ports,或動態的RTP service ports。維持獨立的RTCP及RTP stream,或以單一RTP傳輸content與control封包等差異。streaming media多變化的傳輸方式也相對提高其訊務統計的困難。我們乃依據streaming media的大packet size傳訊特性,追蹤骨幹router轉送的media flow logs,歸納各vendor的視音訊傳輸特徵,協助streaming media flow logs的辨識、統計與分析。

1.2 相關研究

隨著content sites及streaming media訊務的快速增加, Mena A.曾運用Tcpdump蒐集位於Broadcast.com區域網段上5部RealAudio servers的訊務headers,統計RealAudio servers的輸出與輸入media訊務特性[12]。其量測數據顯示:絕大部分的RealAudio Servers訊務為單向的大量傳送,RealAudio封包長度也明顯大於一般UDP flows封包。

由於目前尚未發現有效的streaming media過境訊務統計方法,本研究擬透過WAN router streaming media轉送訊務紀錄的追蹤,歸納各視音訊傳輸commercial products的傳輸特徵與規律,實作WAN網路的high-bandwidth streaming media訊務統計與分析。由於WAN連網均賴骨幹router轉送,router得以高效率地暫存各介面轉送的封包header資訊,將過境的flow-based traffic logs週期性地送往接收的UNIX主機。flow logs訊務log記錄了詳細的:flow identifier (protocol identifier, source IP address, source port, destination IP address, destination port), packet count, byte count, source及destination routing interface identifier [13]-[14]。不僅提供light-weight的過境訊務統計,及轉送訊務特性的追蹤,透過protocol identifier, application port的比對與分析,則可統計及熱門UDP應用訊務分布。

論文將於第二節簡述實測的區域網路及backbone router轉送flow紀錄的追蹤,陳述歸納的streaming media訊務傳輸特徵與規律。於第三節說明提出的media streaming轉送訊務統計方法,及統計得的MediaPlayer單日訊務分布及Top-10 content sites。第四節分析網

路承載的 streaming media, video game, VoIP, DNS 等 UDP 應用訊務分布. 最後於第五節做成結論.

2. Streaming Media 傳訊模式

2.1 Streaming Media logs 的追蹤

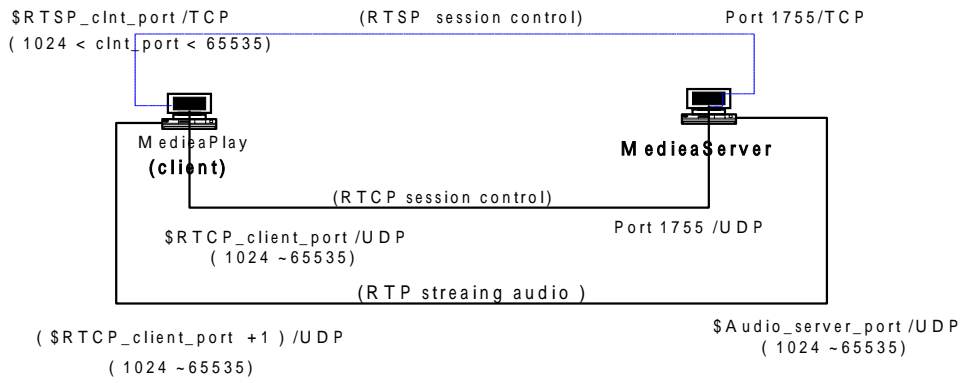
TANet的階層式網路架構先透過 GbE 骨幹連接主要區域網路中心,再以各區網 router 連接端點學校的校園網路.桃園區網除了透過 T1/E1 (1.544 Mbps/ 2.048 Mbps)及 Gigabit Ethernet 數據專線界接區域內的 15 個大學,30 高中職與數百個國中小學外,也透過專用的 GbE 線路與國內 Internet Service Providers (ISP)互連. 由於區域各級學校連外訊務均依賴區網 router 轉送,我們首先建置一 Collecting FreeBSD PC, 週期地執行 flow-tools shareware 程式[15],接收 router 的 netflow logs,儲存 per-10-min 的 flow-based 轉送訊務 log 檔.

根據 streaming media 的大 packet size 及其依循的 RTSP/RTP 傳輸特徵,比對 packet size 大於 500 bytes/packets 的 UDP flows 紀錄. 可以初步萃取得可能的 streaming media flow logs. 再依據 media 連接的 IP address pair: source IP, destination IP; 重複追縱包含各 IP address pair 的 flows 紀錄. 可以明顯發現 prevalent commercial products 的 RTP/RTCP 並行連接 flow logs 群. 包括: 使用 7070/TCP RTSP service port 的 RealPlayer RTSP/RTP flow log 群, 554/TCP RTSP service port 的

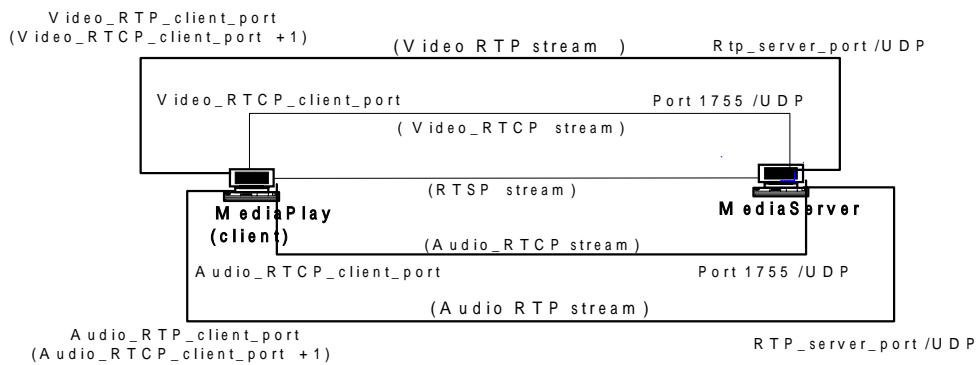
Quick Time Player flow logs 群,及 1755/TCP RTSP service port 的 MediaServer RTSP/RTP flow logs. 最後,再歸納各 vendors product 的 media 傳訊特徵.

由於 vendor products 大都採取由 client 端處理傳訊 QoS 參數的估算,以提昇 server 能同時提供的 media 存取連接數目 [7]-[8]. RealVideo 與 Quick Time server 均選擇與 client side 的 6970 UDP port (range 6970 到 7170),建立 RTP 連接,除了供 server 傳送 media 封包往 client 接收/播放外, client 也依據 RTP 視訊封包的接收狀況,定時估算 end-to-end 的傳訊 delay 與 packet loss,並將 QoS 參數透過 RTCP stream 回報 server. 供 Server 動態調整傳輸品質或速率.

Fig. 1a. 顯示了基本的 MediaPlayer audio 傳訊模式. 用戶點選 media channel 後,client 隨即送出 SETUP 要求,與 server 的 1755/TCP service port 建立 RTSP 連接. 同時,Client 也要求與 server 的 1755/UDP RTCP service port 建立控制連接. Server 再以 client piggybacked 送回的 UDP port 與 client 建立 RTP media 連接. Fig. 1b 則顯示涵括視音訊的 MediaPlayer 傳輸: 除了 RTSP session 連接外,尚包括傳輸 audio 訊務的 RTP/RTCP 並行傳輸 streams, 與傳輸 video 訊務的 RTP/RTCP streams. 顯然 MediaPlayer 的傳訊特徵: (1) 選用 1755/UDP RTCP service pots, (2) client RTP/RTCP port 為連續整數. 可以協助其 RTCP/RTP flow logs 的辨識.



(a) audio 傳訊



(b) audio/video 傳訊

Fig. 1. MediaPlayer streaming media 傳訊模式

2.2 Video Game 訊務特徵

在追蹤骨幹 router 的 netflow 過境訊務 logs 過程,可以明顯發現:絕大半的 UDP flow 為承載小量訊務的 DNS 及 Video Game 同步 (synchronization) 連接. 我們乃先依據 flow log 的 source 與 destination port 比對,統計 UDP 應用的 flow count 分布 (Table 1). 除了連接建立最頻繁的 DNS 應用外,尚包括:使用 27015, 27020 service port 的 Counter_Strike game flows, 使用 4665 port 的 eDonkey_Msg, 使用 27960 port 的 Quake_3, Windows Netbios-ns 的 137 service port, 使用 1755 port 的 MediaPlayer RTCP stream, 及使用 6112 port

的 StarCraft [16].

我們也進而比對 service ports,統計熱門 video game 封包大小的分布(Table 2),數據顯示:相當高比率的 Video Gaming flows 僅承載小於 20 packets 的訊務量.包括: 98.3% 的 Counter_Strike flows, 90% 的 Quake_3 flows 及 83.6% 的 StarCraft flows. 若再比對封包數大於 50 packets 的 game flows, 可以發現:大訊務量的 game flows 均對應於特殊應用 port; 包括: 93.4% 的 27015 – 27005 CS flows, 100% 的 27960–27960 Quake_3 flows, 及 95% 的 6112-6112 StarCraft flows. 顯然: video game flow 的小訊務量特徵有助於新 game flow 的辨識與訊務量統計.

Table 1. TYC 連網的高連結 UDP 訊務 flow count 分布

| UDP Port | | Flow_cnt |
|----------|---------------------|----------|
| 1 | DNS (53) | 1817451 |
| 2 | CS_game (27015) | 248018 |
| 3 | EdonkeyMsg (4665) | 20780 |
| 4 | NTP (123) | 14827 |
| 5 | Quake_3 (27960) | 14540 |
| 6 | Netbios-ns (130) | 10496 |
| 7 | Snmp (161) | 6711 |
| 8 | Mplayer RTCP (1755) | 6036 |
| 9 | MSNmessenger (6257) | 1792 |
| 10 | StarCraft (6112) | 1764 |

Table 2. TYC 連網的 Video Game 的封包大小分布

| pkts/flow | CS flows | | Quake flows | | StarCraft flows | | |
|-----------|------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|----------------------|
| 1 | 54672 (22.032 %) | | 492 (57.143 %) | | 6293 (43.091 %) | | |
| 2 ~ 10 | 189312 (76.291%) | | 252 (29.268 %) | | 3834 (26.253 %) | | |
| 11 ~ 20 | 81 (0.033 %) | | 30 (3.484 %) | | 647 (4.430 %) | | |
| 21 ~ 30 | 13 (0.005 %) | | 11 (1.278 %) | | 317 (2.171 %) | | |
| 31 ~ 40 | 154 (0.062 %) | | 1 (0.116 %) | | 255 (1.746 %) | | |
| 41 ~ 50 | 65 (0.026 %) | | 1 (0.116 %) | | 167 (1.144 %) | | |
| > 50 | 3846 (1.55%) | 27005 -27015 others | 93.4 % (8.59%) | 74 27960- 27960 others | 100% 0.0 % | 3091 (21.16%) 6112- 6112 others | 94.6 % % 5.4 % |

3. Streaming Media 訊務統計

由於 RealPlayer 與 Quick Time Player 使用自 6970 到 7170 的 UDP port range 傳輸 media 訊務,因此,可直接比對使用該 port range 的 media flow log, 加總其 media UDP 訊務量.但對於 MediaPlayer: 選用 1024 到 65535 RTP service port,則需依據其傳訊特徵,辨識/萃取 MediaPlayer RTP/RTCP flow log 統計,據以統計 MediaPlayer 轉送訊務與 Top-10 content sites 的分布.

3.1 Streaming Media 訊務統計方法

由於 MediaServer 選用 1755/UDP RTCP

service port, 及 client piggyback 的連續 RTP/RTCP ports 與 client 建立控制與資料連接.我們藉由歸納的 media delivery clues,逐次比對 per 10-min 的 router 轉送訊務 flow logs 的 client transport 位址,萃取 MediaPlayer RTP

flow logs 及 加總 media 訊務.提出 MediaPlayer 訊務統計方法如下:

- (1) Parse flow log file,藉由 1755/UDP service port 的比對,萃取 RTCP flow logs. 並依據 RTCP client ports,估算 RTP client port:

$$\{RTP_client_port\} = \{RTCP_client_port\} + 1.$$
- (2) Parse flow log file,比對估算的每一 client transportation address: IP address 與 RTP port,萃取 RTP media flow logs.
- (3) Parse 步驟(1)(2) 萃取的 RTP 及 RTCP flow log, 過濾掉 video game flow log,加總得 per-10-min MediaPlayer 的 RTP media 與 RTCP control 訊務量.

3.2 MediaPlayer 訊務分析

Fig.2 所示為依據 streaming media 統計方法,比對 router 轉送訊務 log transport address,統計的 MediaPlayer Streaming 輸入/輸出訊務分布.明顯地,絕大部分的 MediaPlayer 訊務為外部網路輸入區網的單向傳訊. media 訊務低峰落於清晨時段 (4:00-8:00). 午休時段 (12:00-12:30) 出現最高的 streaming media 訊

務量. 單日 5740.82 Mbytes 的 MediaPlayer RTP 視音訊務量為 RTCP 傳訊控制訊務量(30.31 MBytes) 的 189 倍. 平均的 RTP 封包大小為 1155 Bytes/packet, 也遠高於 RTCP 控制 streams 的 60 Bytes/packet.

我們也依據 萃取得的單日 RTP flow logs, source IP address 為 index, 累計區網的 Top-10

content sites 排行(Table 3). 可以發現: 大半的 content sites 來自與區網互連頻寬充裕的 ISP (Internet Service Provider)網站; 90% 以上的 MediaPlayer 訊務量來自: 和信超媒體 (giga.net.tw), 東森 (et.net.tw), 中華電信 Hinet.net..顯然,商業 content sites 的成長相當快速.

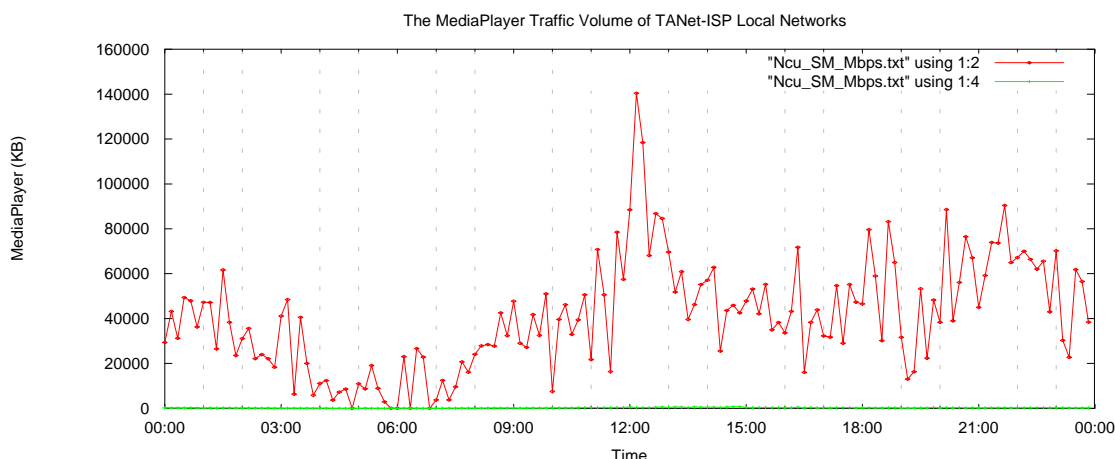


Fig.2. TANet 桃園區網單日 MediaPlayer 訊務分布

Table 3. 桃園區網的 Top-10 Content Sites 排行

| Id | IP Address | Hosts | Traffic (Mbytes) |
|----|----------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 203.187.31.130 | From .giga.net.tw | 1108.190 |
| 2 | 202.39.43.241 | From .HINET-IP.hinet.net | 611.629 |
| 3 | 202.39.43.243 | From .HINET-IP.hinet.net | 590.591 |
| 4 | 61.219.53.133 | 61-219-53-133.HINET-IP.hinet.net | 323.279 |
| 5 | 210.58.102.73 | 73.c102.etcenter.net | 105.744 |
| 6 | 203.187.31.162 | From .giga.net.tw | 62.811 |
| 7 | 192.192.40.2 | www2.vit.edu.tw | 48.616 |
| 8 | 211.20.186.5 | From HINET-IP.hinet.net | 47.731 |
| 9 | 203.187.31.191 | From .giga.net.tw | 44.563 |
| 10 | 140.115.11.117 | Center3-3.dd.ncu.edu.tw | 43.65 |

4. UDP 應用訊務分布

藉由區網 router 轉送 flow logs 的比對,可以發現: 除了傳統 DNS flows 外, streaming media 及 video game 也採用 UDP 協定傳輸大訊務量的 media 訊務.包括: 使用 6970 - 7170 service ports 的 RealPlayer, 使用 27015 service ports 的 Counter_Strike flows, 使用 49601 - 49609 service ports 的 Netmeeting Voice over IP (VoIP) flows. 綜合各熱門 UDP application ports 及先前統計得的 MediaPlayer 訊務數據, 我們得以統計區網的 UDP 應用訊務分布 (Fig.3). 數據顯示: MediaPlayer 佔有最大的

UDP 輸入訊務 (57.5 %), 其次為 Counter_Strike 網路遊戲訊務(12.8 %), Quick TimePlayer & RealPlayer 視音訊務 (9.2 %), DNS IP 位址查詢訊務(4.1 %). NetMeeting, Voice chat 等 Voice over IP 訊務所佔的比率不大.UDP 輸出訊務分布則於下列應用訊務: Counter_Strike (53.4%), DNS (13.1 %), Quick TimePlayer, StarCraft (4.0 %), VoIP (3.0 %).

統計的 UDP 應用封包大小數據也顯示 (Table 4): MediaPlayer, Quick TimePlayer 與 RealPlayer 視音訊務的輸入封包大小,明顯高於其他 Video Game 與 DNS 等應用訊務

(Table 4). MediaPlayer 與 RealPlayer 平均輸入/輸出量與封包大小數據也顯示區網 streaming

media 訊務的不對稱性. 反觀雙向通訊的 Netmeeting VoIP 訊務則較對稱.

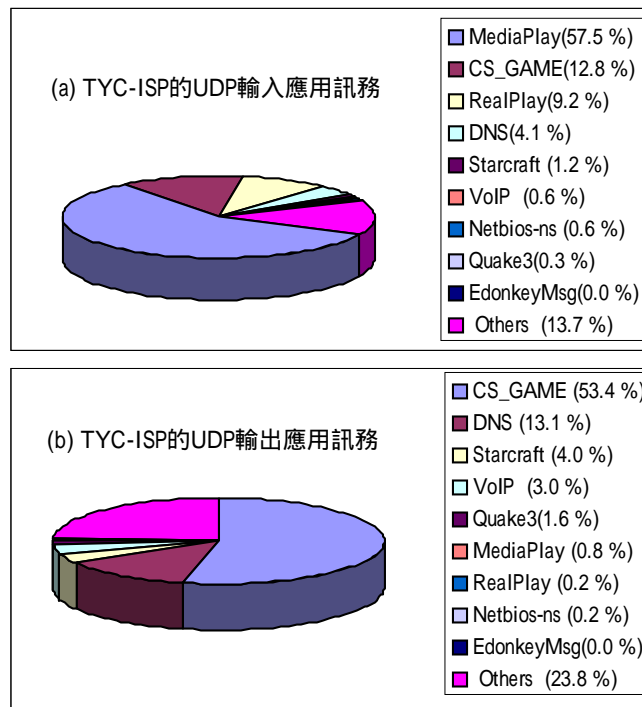


Fig.3. TAnet 桃園區網的單日 UDP 應用訊務分布(Nov-28-2001)

Table 4. 桃園區網 UDP 應用訊務的封包大小分布

| UDP_Services | UDP_Input Mean_Pkt_Size | UDP_Output Mean_Pkt_Size |
|--------------|-------------------------|--------------------------|
| CS_GAME | 86 Bytes/Pkt | 115 Bytes/Pkt |
| MediaPlayer | 1001 Bytes/Pkt | 60 Bytes/Pkt |
| RealPlay | 813 Bytes/Pkt | 49 Bytes/Pkt |
| DNS | 118 Bytes/Pkt | 72 Bytes/Pkt |
| Starcraft | 51 Bytes/Pkt | 51 Bytes/Pkt |
| VoIP | 114 Bytes/Pkt | 205 Bytes/Pkt |
| Netbios-ns | 102 Bytes/Pkt | 91 Bytes/Pkt |
| Quake3 | 214 Bytes/Pkt | 68 Bytes/Pkt |
| EdonkeyMsg | 91 Bytes/Pkt | 40 Bytes/Pkt |
| Others | 124 Bytes/Pkt | 68 Bytes/Pkt |

5. 結論

隨著 DSL 寬頻存取網路的快速擴展及 Media 服務往站的快速增加, 視音 UDP 訊務必將隨著改善的傳輸延遲呈更大幅成長. 為統計 MediaPlayer 動態 UDP service port 傳送耗頻寬的 CBR-like audio/video 訊務, 本研究首先依據 streaming media 的 high-bandwidth 特性, 重複追蹤區網 router 轉送訊務 logs, 歸納各 vendor products 的 media 傳送規律. 並應用所提的 streaming media 訊務統計方法, 估算 TAnet 桃

園區網 router 單日轉送的 MediaPlayer streaming 與熱門 UDP 應用訊務分布.

統計數據顯示: MediaPlayer, RealPlayer 及 Quick Time Player 視音訊務已佔有 2/3 的區網 UDP 輸入訊務, RTP 平均封包大小也遠高於 RTCP 封包及其他 UDP 應用. 而 Top-10 content sites 排行也顯示: 商業 ISP content sites 的成長快速.

video game flow 的統計數據則顯示:相當高比率的 video gaming flows 承載小於 20 packets 的訊務量. 而承載大封包數的 game flows 則均對應於特殊 server ports. Video game 的大量連接數與小訊務量傳訊特徵是協助掌握新 video game 及新網路應用傳輸模式的可行途徑.未來,我們將持續統計與分析隨著網路頻寬擴展而大幅成長的 streaming media, VoIP, 與 Tftp 等 competitive UDP 訊務,並進而分析 media 訊務與 TCP 傳訊品質的相關.

參考文獻

- (1) Postel J., User Datagram Protocol, RFC 768, August 1980.
- (2) Concalves M;Niles K., IP Multicasting: Concepts and Applications, MsGraw-Hill, 1999.
- (3) Pieper J., Dom B., Streaming-Media Knowledge Discovery, Computer, Sep 2001, Pages: 63-74.
- (4) Hong, D.P.; Albuquerque, C.; Oliveira, C.; Suda, T., Evaluating the impact of emerging streaming media applications on TCP/IP performance, IEEE Communications Magazine , Volume: 39 Issue: 4 , April 2001 Pages: 76 –82
- (5) Schulzrinne H. et al., Real Time Streaming Protocol (RTSP), RFC 2326, April 1998.
- (6) Schulzrinne H. et al., RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, RFC 1889, April 1996.
- (7) Hodson, O.; Varakliotis, S.; Hardman, V., **A software platform for multiway audio distribution over the Internet**, Audio and Music Technology: The Challenge of Creative DSP (Ref. No. 1998/470), IEE Colloquium on, 1998, Page(s): 4/1 -4/6
- (8) Conklin, G.J.; Greenbaum, G.S.; Lillevold, K.O.; Lippman, A.F.; Reznik, Y.A., **Video coding for streaming media delivery on the Internet**, Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on , Volume: 11 Issue: 3, March 2001, Page(s): 269 –281
- (9) El-Marakby,R. & Hutchison,D., Towards Managed Rreal-Time Communications in the Internet Environment, The Fourth IEEE Workshop on High-Performance Communication Systems, 1997, Pages: 21 –29.
- (10) Makofske D.B., Almeroth K.C., From Broadcast Television to Internet Audio/Video: Technique and Tools for VCR-style Interactivity, Software Practice and Experience, vol. 31, 2001. Pages: 781-801.
- (11) Bommaiah, E.; Guo, K.; Hofmann, M.; Paul, S., *Design and Implementation of a Caching System for Streaming Media over the Internet*, Real-Time Technology and Applications Symposium, 2000. RTAS 2000. Proceedings. Sixth IEEE, 2000 Page(s): 111 –121
- (12) Mena A., Heidemann J., *An Empirical Study of Real Audio Traffic*”, IEEE INFOCOM 2000, Pages:101-110.
- (13) Cisco IOS Netflow Technology, http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/iosw/prodlit/iosnf_ds.htm.
- (14) Quittek, J.; Zseby, T.; Carle, G.; Zander, S., **Traffic flow measurements within IP networks: requirements, technologies, and standardization**, Applications and the Internet (SAINT) Workshops, 2002. Proceedings. 2002 Symposium on , 2002, Page(s): 97 –98
- (15) flow-tools: Tool set for working with NetFlow data, <http://www.splintered.net/sw/flow-tools>.
- (16) Thompson, K., Miller, G. J., Wilder R., *Wide-Area Internet Traffic Patterns and Characteristics*, IEEE Network, Nov/Dec, 1997, Pages: 10-23.
- (17) DoorStop Port List, <http://www.opendoor.com/doorstop/ports.html>.