

The application of Multicast Beacon and Multicast Tester on the multicast performance measurement over TWAREN

張宜正 古立其 徐嘉宏 楊哲男

財團法人國家實驗研究院國家高速網路與計算中心

{andy, lku, chhsu, cnyang}@nchc.org.tw

摘要

多點群播 (Multicast) 是新一代網路協定中極重要的一環，但相對於傳統網路管理工具的成熟，網管人員往往缺乏適當的工具來驗證使用者端的多點群播能力與監控網路上的多點群播效能。本論文旨在提供目前在高品質學術研究網路 (TWAREN) 上應用 Multicast Beacon 及 Multicast Tester 進行多點群播效能監測及多點群播能力偵測的經驗，並針對 TWAREN 目前設立的多點群播監測警示機制與多點群播訊源在 Multicast Tester 偵測上的應用進行討論。

關鍵詞：多點群播、高品質學術研究網路、效能監測。

Abstract

The purpose of this article is to demonstrate the application of Multicast Beacon and Multicast Tester on the multicast performance measurement and multicast capability test over the Taiwan Advanced Research and Education Network (TWAREN). In our design, Multicast Beacon was utilized to monitor the multicast performance among the 11 TWAREN GigaPOPs, and Multicast Tester was adopted and modified to test the multicast capability of the end user environment. Our result shows that with the combination of these two utilities a multicast-enabled network can be managed efficiently and easily.

Keywords: multicast, beacon, Multicast Tester, TWAREN, performance measurement.

1. 前言

多點群播 (Multicast) 是新一代網路協定中最

具代表性的技術之一。若與傳統點對點的 TCP 或 UDP 網路傳輸方式相較，傳統網路協定在面對將資料傳給多個接收者的需要時，僅能將資料複製多數分別傳給每一個接收者，造成頻寬及資料來源主機運算能力的重覆浪費。尤其當接收者的數量較多時，極易造成網路頻寬的飽和及傳輸品質的下降，不具擴充性 (Not scalable)。多點群播技術則由廣播路徑上的路由器將資料複製傳送給提出接收需求的下游，因此使用多點群播將資料傳給多個接收者時，在任一段傳播路徑上均只產生一份資料的頻寬需求，大大提高了廣播的效率和實用性 (圖 1)。

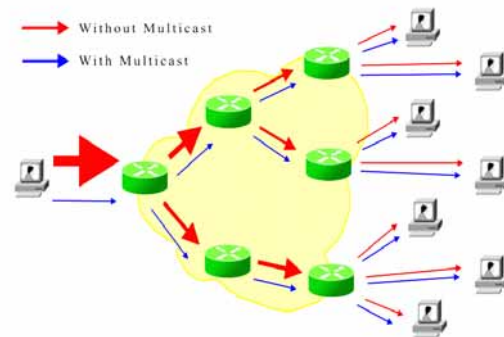


圖 1 使用 Multicast 技術與否對頻寬及設備負載的影響

然而在實際應用上，每個多點群播接收者需以 Internet Group Management Protocol (IGMP) 協定向上游的路由器註冊自己欲接收的多點群播群組 (Multicast Group)，而路由器收到這樣的 IGMP 請求後需以 Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM)、Multiprotocol Border Gateway Protocol (MBGP) 及 Multicast Source Discovery Protocol (MSDP) 協定循接收端 (Receiver) 至來源

端 (Source) 的反向方向建立多點群播信息的傳送路徑，來源端的資料才能以多點群播的方式傳輸至各接收端手中。這個過程的順利達成不但仰賴接收端 (亦即一般使用者端) 作業系統對 IGMP 的支援、亦依賴群播信息所經路徑上的路由器對 PIM-SM、MBGP 及 MSDP 協定的支援。由於涉入的因子眾多，而且使用者端及網路的環境均能影響多點群播的成敗，因此對網管人員來說，建立適當的使用者端多點群播能力偵測及網路骨幹多點群播效能監控機制便非常重要。

目前在高品質學術研究網路 (TWAREN) 中使用 Multicast Beacon 及 Multicast Tester 分別做為骨幹 GigaPOPs 間多點群播效能監控及使用者端多點群播能力偵測的工具。以下分別加以介紹。

2. Multicast Beacon 系統

Multicast Beacon 是由 NLANR/DAST [1] 所開發的一套多點群播網路診斷工具。其可依據一個多點網路群組互連的特性，來做多點群播的統計及診斷資訊。在 Multicast Beacon 系統中利用 IP 封包 (IP Packet) 發送的特性，當有一個群組之內的機器想要接收 Multicast 封包，只要將群組都加入一個特定的群組位址，這樣就可達到接收資料的目的。而 Multicast Beacon 就是根據這種行為模式的網路環境，量身訂做的一套測量診斷工具，判斷網路上的 Multicast 行為是否有封包遺失而造成網路品質不佳的情形發生。

2.1 Multicast Beacon 架構

Multicast Beacon 運作原理是以 RTP(RFC3550,Real-time Transport Protocol)[2]來做為基礎的通訊協定，其架構是由一個 Beacon Server 以及多個欲接收 Multicast 封包資訊的 Beacon Clients 所構成。Beacon Server 功能主要在接收各 Beacon Clients 主機的回傳資訊；Beacon Clients 為多點群播群組下的主機，其安裝了 Multicast Beacon 量測軟

體，Beacon Clients 主機會不斷地送出探測用小封包進入 Multicast Beacon 群組，同時也自這個群播群組接收其他人送出的探測封包。藉由互相傳遞的封包並交換彼此資訊而測定各點間的群播效能。當各 Beacon Clients 收集到有用資訊後，藉由 TCP Unicast 的方式傳回至 Central (Beacon) Server。所以在 Beacon Server 中，可得到各 Beacon Clients 間多點群播封包遺失情形 (Multicast Loss)、往返時間 (RTT, Round Trip Time)、時基誤差 (Jitter) 等有用交換資訊。圖 2、圖 3 及圖 4 分別為 Central Server 蒐集各 Clients 回傳資訊後產生的圖表。

[Central Loss](#) | [Local Loss](#) | [Fract Loss](#) | [Central RTT](#) | [Local RTT](#) | [Central Jitter](#) | [History](#)

#	Hostname	IP Address	RRs	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
R0	asocm.twaren.net	211.79.48.13	286	0	0	0	0	0	0	0
R1	ccum.twaren.net	211.79.57.13	312	0	0	0	0	0	0	0
R2	hcm.twaren.net	211.79.59.250	288	9	0	0	0	0	0	0
R3	measurement.twaren.net	211.79.59.244	260	9	0	0	0	0	0	0
R4	nckum.twaren.net	211.79.56.13	312	0	0	0	0	0	0	0
R5	nctum.twaren.net	211.79.53.13	338	10	0	0	0	0	0	0
R6	ndhum.twaren.net	211.79.50.13	288	0	0	0	0	0	0	0
R7	nsysum.twaren.net	211.79.58.13	312	0	0	0	0	0	0	0
R8	ntum.twaren.net	211.79.49.13	312	0	0	0	0	0	0	0
R9	tom.twaren.net	211.79.60.138	288	0	0	0	0	0	0	0

圖 2 Central Server 蒐集 Beacon Clients 回傳的 Central Loss 資訊

[Central Loss](#) | [Local Loss](#) | [Fract Loss](#) | [Central RTT](#) | [Local RTT](#) | [Central Jitter](#) | [Local Jitter](#) | [Beacon Info](#) | [History](#)

#	Hostname	IP Address	RRs	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
R0	asocm.twaren.net	211.79.48.13	286	0	54	68	283	114	52	26	64	118	*	R0
R1	ccum.twaren.net	211.79.57.13	312	55	1	82	298	69	39	138	638	125	*	R1
R2	hcm.twaren.net	211.79.59.250	264	*	*	1	*	*	*	*	223	*	*	R2
R3	measurement.twaren.net	211.79.59.244	312	475	303	898	1	385	309	208	**	264	216	R3
R4	nckum.twaren.net	211.79.56.13	312	62	27	60	298	1	32	145	694	141	*	R4
R5	nctum.twaren.net	211.79.53.13	338	189	39	83	282	141	NA	116	620	337	*	R5
R6	ndhum.twaren.net	211.79.50.13	312	*	*	570	207	*	*	1	474	87	*	R6
R7	nsysum.twaren.net	211.79.58.13	312	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	R7
R8	ntum.twaren.net	211.79.49.13	286	*	*	85	197	*	*	*	474	1	*	R8

圖 3 Central Server 蒐集 Beacon Clients 回傳的 Central RTT 資訊

Central Loss | Local Loss | Fract Loss | Central RTT | Local RTT | Central Jitter | Local Jitter | Beacon Info | History

#	Hostname	IP Address	RRs	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
R0	ascom.twaren.net	211.79.48.13	296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R0 0
R1	com.twaren.net	211.79.57.13	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R1 0
R2	hcm.twaren.net	211.79.59.250	264	0	0	NA	0	0	0	0	0	0	0	R2 0
R3	measurement.twaren.net	211.79.59.244	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R3 0
R4	uckun.twaren.net	211.79.56.13	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R4 0
R5	nctun.twaren.net	211.79.53.13	338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R5 0
R6	sdhcm.twaren.net	211.79.50.13	312	0	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	R6 0
R7	toyun.twaren.net	211.79.58.13	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R7 0
R8	ntun.twaren.net	211.79.49.13	296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R8 0
R9	com.twaren.net	211.79.60.138	312	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R9 0
#	Hostname	IP Address	RRs	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
R10	tpm.twaren.net	211.79.59.90	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R10 0

圖 4 Central Server 蒐集 Beacon Clients 回傳的 Central Jitter 資訊

2.2 Multicast Beacon 運用在 TWAREN

圖 5 為 Multicast Beacon 在 TWAREN 上的架構。以各 GigaPOP 作為 Multicast Beacon Clients，並在各點設定相同的多點群播組位址(Multicast Group IP Address)、接收埠(port)、Beacon Server Address，如此一來，TWAREN 下各連線單位便自成一多點群播組，Multicast Beacon 便可依據其運作方式，回報各 GigaPOP 點間 Multicast 的環境資訊至 Central Server。

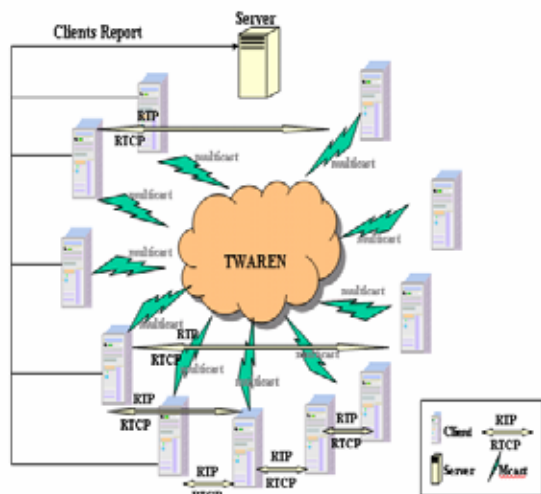


圖 5 Multicast Beacon 在 TWAREN 上的架構

2.3 Multicast Beacon 警示系統

我們依據 TWAREN Central Server 主機

(Measurement.twaren.net [3]) 所得到各 Beacon Clients 回傳的資訊，可以明瞭目前 Multicast 在各 Clients 間接收的品質狀況，下圖 6 為 TWAREN 網路品質效能量測(Performance Measurement)的主機所顯示 Multicast Beacon 的監控網頁。

#	Hostname	IP Address	RRs	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
R0	ascom.twaren.net	211.79.48.13	296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R1	com.twaren.net	211.79.57.13	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	hcm.twaren.net	211.79.59.250	264	0	0	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	measurement.twaren.net	211.79.59.244	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R4	uckun.twaren.net	211.79.56.13	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R5	nctun.twaren.net	211.79.53.13	338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R6	sdhcm.twaren.net	211.79.50.13	312	0	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0	0
R7	toyun.twaren.net	211.79.58.13	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R8	ntun.twaren.net	211.79.49.13	296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R9	com.twaren.net	211.79.60.138	312	NA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#	Hostname	IP Address	RRs	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
R10	tpm.twaren.net	211.79.59.90	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R11	ajlinc.edu.tw	40.116.12.153	312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R12	com.mactel.org.tw	140.110.171.2	296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

圖 6 TWAREN Measurement 網頁對各 GigaPOPs 的 Multicast Beacon 效能監控

另外，由於網路的品質好壞，關係到應用程式或是使用者的操作及運作。然而要網路管理者 24hr 監控 Beacon Server 所回報的網頁來檢視目前的網路狀況是不切實際的，我們開發兩套針對 Multicast Beacon Loss 的即時回報系統，讓網路管理者可以更輕鬆的得知 Multicast 網路環境是否產生任何異常狀況。

2.3.1 以 E-mail 即時通知

利用 Script 程式判斷是否有連續分鐘的 Beacon Loss 出現，並同時紀錄發生 Loss 的 Beacon 來源端位址(source address)及目的端位址(destination address)，最後再根據 Beacon Clients 的個別主機管理者資訊，發送即時的 E-mail 信件給網路管理使用者，做即時的網路處理。網路管理者可以很容易的看到發生的 Beacon Loss 情形。Beacon Loss 警告通知信的內容如下圖 7 所示。

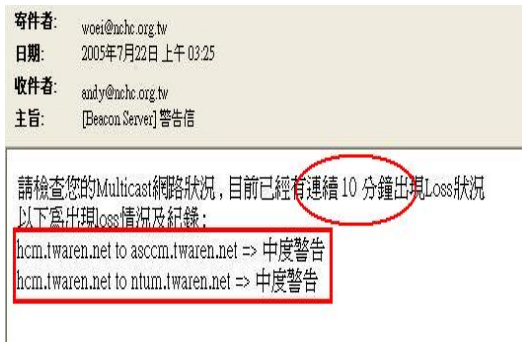


圖 7 連續時間偵測警告信

2.3.2 以 MSN 即時通知

另外我們開發一套 Expect 交談式語言程式所寫的 text-based MSN 警告系統。由於 MSN 已經是大眾普遍的網路交談工具，對於即時訊息的傳遞有一定的效果，對網管操作者也可以省去一直瀏覽網頁的枯燥管理方法。圖 8 為即時 MSN 警告系統運作的情形。

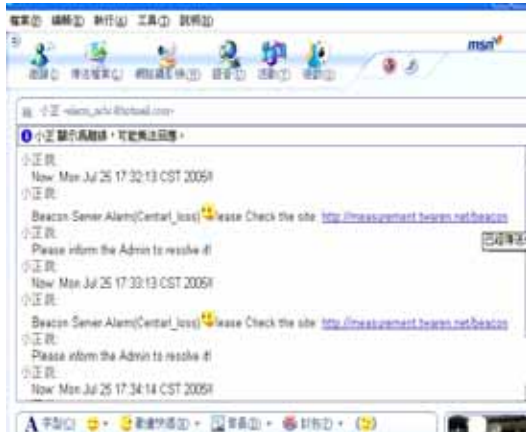


圖 8 MSN 即時警告系統

3. Multicast Tester

Multicast Tester 是由 Multicast Technologies 公司開發的一套使用者端網路 multicast 能力的測定工具 [4]。主體由一個 Java Applet 及回應偵測結果的 HTML webpage 構成。Multicast Tester 簡便易用、架設容易，能有效的提供使用者偵測本身環境是否具備多點群播條件的能力。

3.1 Multicast Tester 運作方式

當使用者瀏覽 Multicast Tester 網頁時，Multicast Tester 的 Java Applet 就會下載至使用者的電腦執行。Java Applet 會在使用者端嘗試註冊成為 Multicast Beacon Group 的接收者，並接收來自這個 Group 的多點群播封包 [5]。若 Java Applet 能順利收到 Multicast Beacon Group 的多點群播封包，代表使用者端的作業系統及上游的路由器均具備多點群播相關協定的支援，即以網頁顯示判定的結果。Multicast Tester 在建置時亦可設定改以其他多點群播的 Group 做為判定依據的訊號源。由於 Multicast Tester 的測試是從使用者的環境進行，因此能夠準確的判定使用者端環境的多點群播能力。

3.2 Multicast Tester 目前在 TWAREN 上的應用

TWAREN 的 Multicast Tester 已將顯示訊息中文化，並在原有的 NLANR Multicast Beacon 群組之外新增兩個 TWAREN 內部的測試用多點群播訊號源。目前共提供以下三種多點群播訊號源供使用者測試 [6]：

- ◆ TWAREN Multicast Beacon 群組
- ◆ NLANR Multicast Beacon 群組
- ◆ TWAREN VLC Multicast source

其中 TWAREN Multicast Beacon 群組封包源自 TWAREN 各 GigaPOPs，可以供使用者驗證本身環境與 TWAREN 骨幹間的多點群播能力；NLANR Multicast Beacon 群組封包則主要來自美國、英國、加拿大、澳洲等地 [7]，可供使用者驗證本身環境與國際網路間的多點群播能力；TWAREN VLC Multicast source 則為 TWAREN 上視訊的多點群播測試訊號源，提供使用者以實際多點群播應用的訊號進行測試。

Multicast Tester 以 step by step 的方式引導使用者進行測試，對使用者來說完全不需要學習，簡便易用。TWAREN Multicast Tester 在第一個畫面中提供三個測試訊號源供使用者選擇（圖 9），使用者選擇其中之一後進入第二畫面啟動 Java Applet 開始測試（圖 10）。

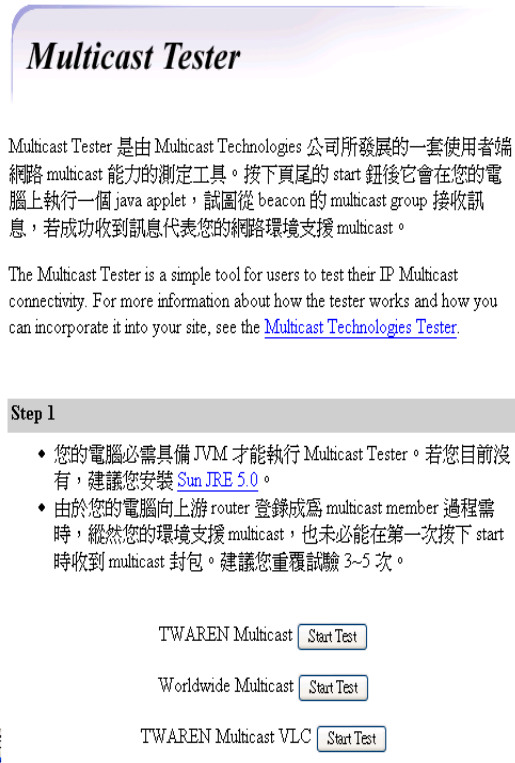


圖 9 在第一步中 TWAREN Multicast Tester 提供三個不同的多點群播源供使用者測試



圖 10 第二步即啟動 Java Applet 並嘗試接收 Multicast Beacon 群組的封包

若 Java Applet 成功接收到訊號源的多點群播封包，即將頁面 Redirect 至成功訊息頁面，如圖 11 所示。



圖 11 若測試成功 Multicast Tester 即顯示成功訊息頁面

若 Java Applet 並未成功收到多點群播封包，則顯示失敗訊息頁面（圖 12）。由於路由器層層向上至國外的 Multicast Beacon Group 建立路徑較為費時，因此若使用者在第一畫面中選取的是“Worldwide Multicast”選項，使用者有時需連續重試兩、三次才能驗證成功。

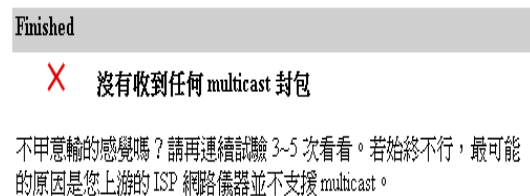


圖 12 若測試失敗則顯示失敗頁面

4. 結論與未來研究方向

對網管人員來說，在骨幹網路佈設 Multicast

Beacon Clients 即可有效監控骨幹網路各點間的多點群播效能，搭配警示系統的建立更可隨時掌握異常狀況的發生，確保骨幹的多點群播品質。而當使用者需要使用多點群播功能時，只要連上預先準備好的 Multicast Tester 網頁即可迅速驗證本身環境對多點群播的支援能力，進而排除可能的網路障礙。若使用者安裝 Beacon Client 更能清楚的測知自己與骨幹各點間的多點群播品質。因此搭配 Multicast Beacon 及 Multicast Tester 兩套軟體即可有效減輕管理多點群播網路的困難。

未來我們希望進一步建立 IPv6 Multicast 的測試及監控能力，並提供即時的多點群播視訊影像，供使用者以 vlc 或 media player 工具檢視多點群播服務的品質，進行應用層面的實地驗證。未來亦希望與其他學術單位或產業合作，提供更廣泛的多點群播應用服務。

參考文獻

- [1]NLANR/DAST's Multicast Beacon , <http://dast.nlanr.net/projects/beacon/>
- [2]RFC 2236 - Internet Group Management Protocol (IGMP), Version 2 , <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2236.html>
- [3]TWAREN Measurement Web Site : <http://measurement.twaren.net/beacon/>
- [4] Multicast Tester, <http://www.multicasttech.com/?main=mt/index2002.php3> , Last modified: Nov 2002, Last viewed: Jul 2005.
- [5]The mechanism underneath and the installation procedure of Multicast Tester, <http://www.multicasttech.com/mt/about.html> , Last viewed: Jul 2005.
- [6]TWAREN Multicast Tester page, <http://211.79.59.247/mtester/> , Last modified: Jun 2005, Last viewed: Jul 2005.
- [7]The NLANR central Beacon server page, <http://beacon.dast.nlanr.net/> , Last viewed: Jul 2005.
- [8]NLANR/DAST Multicast Beacon v0.9 FAQ, <http://dast.nlanr.net/projects/beacon/beaconfaq.html>