



# 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

## 網際網路服務品質量測及用量統計之促成工具

### Enablers for Internet QoS Measurement and Usage Summarization

計畫編號：NSC 89-2213-E-002-078

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：蔡志宏 國立臺灣大學電信工程研究所教授

#### 一、摘要

近來網際網路上影像、語音等多媒體應用日益增加，而關係此類多媒體應用及其變更性最主要之網路特性為網路單向延遲。但目前存在的商用網路單向延遲量測工具定位於偵錯儀器過於昂貴，無法普及應用於網路上大規模量測，因此本研究以過去服務品質查詢系統為基本架構，整合網路單向延遲量測功能，發展出具有網路單向延遲量測功能之分散式量測系統。

由於網路單向延遲之量測必須先達成時間同步，本研究利用 GPS 接收器做為時間同步之來源。提出以 PC 為基礎之網路單向延遲之量測技巧與驗證之方法，利用實驗室之儀器設備模仿一具有延遲之網路，進行量測測試。網路分析儀之量測則用以佐證本量測技巧之準確度。本研究最後並提出實際之量測數據。

**關鍵詞:**網路單向延遲、服務品質查詢系統、GPS 接收器、網路單向延遲量測功能之分散式量測系統。

#### Abstract

Recently, the increases in demands of Internet video and voice application have been significant, and the major network performance metric affecting such multimedia application is one-way delay and jitter.

However, most commercial available tools are designed to be special-purpose measurement equipment and are very expensive. Thus, it is almost impossible to employ them for large scale network QoS measurement.

This project aims to develop a distributed one-way delay measurement system, based on previous work – the QoS Query System.

For time synchronization, we adopt the GPS receiver as the clock source. We then implement and verify the proposed one-way delay measurement approach over the PC platform. A network device is then used to emulate the network behavior, when the validation experiment is conducted. A commercial network protocol analyzer is then used to verify the accuracy of our measurement. Numerical results are also provided.

**Keywords:** One-Way delay, QoS Query System, GPS receiver, Distributed one-way delay measurement system.

## 二、計畫背景及目的

近年來 VoIP、VoD 等多媒體應用出現在網際網路上的比例大量增加，且在服務品質分級的需求下，網路延遲的特性越來越受重視，然而網路延遲卻是一個複雜的時變變數，單純的網路規劃與管理很難滿足服務品質分級的要求，尤其是當網路要支援動態設定時，要掌握確切的網路延遲以有效率的使用網路資源僅能依靠量測的方式。然而傳統的作法是以量測網路來回延遲 (Round Trip Delay) 來代表網路延遲，但是在現行網際網路中，上行路徑與下行路徑之網路特性並非對稱，而影響此類多媒體應用最大的網路特性只是下行路徑的網路延遲，因此對此類多媒體應用而言，以網路

來回延遲來評估點對點之間的行為是不合宜的。檢視目前量測網路單向延遲之工具，大多是昂貴的網路儀器如 SmartBit 等，由於成本過高，使得網路單向延遲量測工具之普遍化有極大的困難，這會提高網路多媒體應用之服務品質分級的障礙。因此本文提出簡單、成本較低且精準度足以滿足網路多媒體應用的方法量測網路單向延遲，以利多媒體應用在網際網路上發展分級服務。

## 三、研究方法及結果

### 1. 網路單向延遲之量測

網路延遲 (Network Delay) 可定義為以下三種組成：封包傳送時間 (Packet Transmission Time)、傳播延遲 (Propagation Delay) 與節點延遲 (Node Delay)。傳送時間是因為網路傳送封包有固定的速率，此與傳送封包之大小、傳送協定等因素相關。造成傳播延遲的原因是由於網路傳播電子訊號或光訊號所產生之延遲。節點延遲產生的原因是因為網路節點 (如路由器等) 在傳送封包時，因必須同時傳送多個封包而在網路節點的緩衝區 (Buffer) 上發生排隊現象，甚至於在排隊的封包數量大於緩衝空間的大小時 (或因其他緩衝空間管理機制如 RED 等)，網路節點將封包丟棄使得網路傳遞延遲時間變為無限大。而本文的量測目標則定義為傳播延遲與節點延遲 (Node Delay) 之加總，然而一般的量測方法所獲得的除了上述之

量測目標外，尚包括封包傳送時間與主機內部之處理時間，此二項則定義為量測偏移量 ( Measurement Offset)，將量測所得之結果扣除量測偏移量即可獲得本文定義的量測目標。

在量測網路單向延遲之前必須先將來源主機 (Source Host) 與目標主機 (Destination Host) 之時鐘同步，為避免同步準度受量測目標所影響，在此提出以 GPS (Global Positioning System)[2]之方法進行電腦主機之時鐘同步。當兩主機時間同步完成後，則可由來源主機送出量測封包，封包並貼上送出封包時之時間戳記 (Timestamp)，當目標主機接獲此量測封包後，立即記錄封包之抵達時間，如此，網路單向延遲便可由公式一求得。

One-way Delay =

$$\begin{aligned} & \text{Timestamp(Measurement Packet Received)} \\ & - \text{Timestamp(Measurement Packet Sent)} \\ & - \text{Measurement Offset} \dots\dots\dots (\text{公式一}) \end{aligned}$$

其中量測偏移量 (measurement offset) 可將兩電腦主機背對背 (back-to-back) 連接，此時所測得的網路單向延遲即為量測偏移量。

## 2. 網路單向延遲量測與網際網路服務品質查詢系統之整合

由於既有之網際網路服務品質查詢系統缺乏網路單向延遲之量測功能，故本文將前述之量測技巧加以整合。整合後之服務品質查詢伺服器[1]中，資訊交換模組與效能評估及解釋

模組經過修改並且增加同步模組，圖一為服務品質查詢伺服器之內部模組。同步模組是利用 GPS 接收器所送出之 NMEA-0183[2]協定與 PPS (Pulse Per Second) [2]來維持電腦主機之時鐘同步，資訊交換模組整合前述之網路單向延遲之量測技巧，而效能評估及解釋模組則整合了解讀量測結果之功能。

## 3. 實作與驗證結果

本研究利用兩電腦主機進行量測實作，其主要配備規格如表一所示，並各連接一 GPS 接收器以做為時間同步之參考時鐘。圖二為量測偏移量估算之結果，在獲得量測偏移量後，本文使用 Linux 做為路由器，加重其 CPU 負載用以模擬網路延遲，並以 SmartBit 所量測之數據做為本文量測系統之驗證，如圖三所示。圖四則為本文量測系統與 SmartBit 量測結果之比較，表二則計算出兩組數據之平均值與信心區間等統計結果。

與既有之服務品質查詢系統整合後，本研究在台大校園網路進行實測，以驗證整合後之服務品質查詢系統之可行性。下一階段之測試則將在國家實驗網路上與其他大學進行互連測試。

## 四、結論與討論

由於多媒體應用等對網路單向延遲敏感之交通在網際網路上所佔之比重日益增加，然而過去網際網路量測工具之開發過度著重於對封包遺失率

敏感之交通，故本文同時開發網路單向延遲之量測技巧以及整合既有的量測系統，目的在於以減少量測封包造成網路資源的浪費的前提下，開發一套簡單、低成本、高精度且具有即時量測功能之網路單向延遲量測工具。由實作結果顯示，本文所設計之網際網路單向延遲量測系統之精準度可達數十個微秒 (Microseconds)，如此高之精準度足以滿足網路多媒體應用之要求，並且可以達到我們所要求之目標。

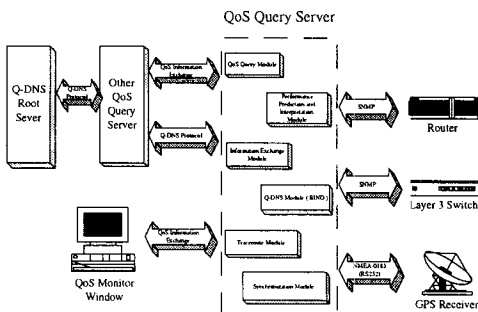
## 五、參考文獻

- [1] 吳潮銘, 蔡建良, 黃金維, 蔡志宏, “網際網路服務品質查詢系統之設計與實作”,

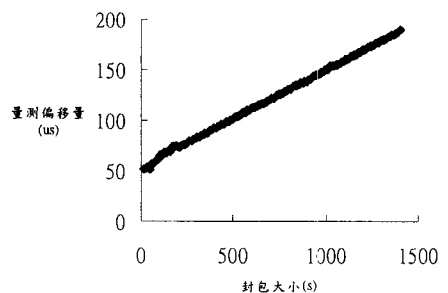
TANET'99, October 1999.

- [2] GARMIN Corporation, *GPS 25—LVS Technical Specification*, 1998.
- [3] G. Almes, S. Kalidindi, M. Zekauskas, “A One-way Delay Metric for IPPM,” RFC 2679, September 1999.
- [4] D. Mills, “A Kernel Model for Precision Timekeeping,” RFC 1589, March 1994.
- [5] J. Mogul, D. Mills, J. Brittonson, J. Stone, U. Windl, “Pulse-Per-Second API for UNIX-like Operating Systems, Version 1.0,” RFC 2783, March 2000.

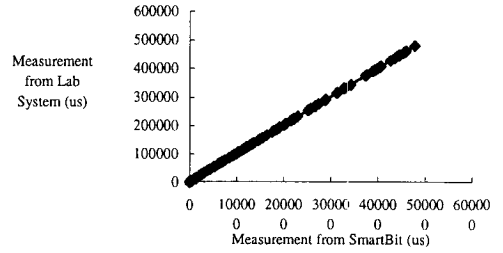
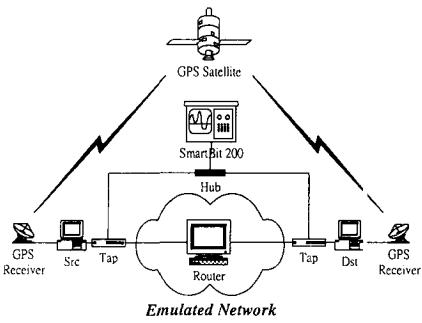
## 六、圖表



圖一 整合後之服務品質查詢伺服器內部架構



圖二 量測偏移量



圖三 驗證網路單向延遲之模仿網路

圖四 模仿網路中本量測系統量測結果與 SmartBit 之比較

	Source	Destination
CPU	Pentium II 500	Pentium II 500
RAM	64M SDRAM	64M SDRAM
Mother Board	MicroStar 6163 Pro	MicroStar 6163 Pro
VGA Card	SiS 6326	SiS 6326
Hard Disk	IBM DJNA-371350	IBM DJNA-371350
Floppy Disk	None	None
CDROM	None	None
NIC	3Com 905C	3Com 905C
OS	FreeBSD 3-3 Release	FreeBSD 3-3 Release

表一 實作所使用之電腦主機主要配備

	Mean( $\mu s$ )	Variance( $\mu s^2$ )	95% Confidence Interval( $\mu s$ )	99% Confidence Interval( $\mu s$ )
From SmartBit	119.845810	6.341434	$\pm 0.327595$	$\pm 0.388768$
From Our Measurement	117.352425	67.954857	$\pm 1.072392$	$\pm 1.272644$

表二 量測之統計結果