

# TANet 區網國外訊務傳輸品質之監測與分析

## The Transmission Quality Analysis of TANet's Internet Traffic

楊素秋 曾黎明

國立中央大學 資訊工程研究所 電子計算機中心

Email: [center7@cc.ncu.edu.tw](mailto:center7@cc.ncu.edu.tw)

Tel : 03-4227151 EXT 7505, Fax: 03-4252561

### 摘要

TANet 於 1990 年藉由接往美國的國外專線連上 Internet 後,其國外訊務交換量便持續成長. 由於目前由 TANet、中研院、國家高速電腦中心共享的 45 Mbps T3 國外頻寬已經飽和, 使用者普遍對其區網國外連網的傳輸品質感到好奇. 由於 TANet 15 個區網的國外 Internet 訊務均經由 Moe ATM Switch 下接之 Internet\_router 交換, 我們藉由 SNMP 網管應用程式擷取 Moe Switch 上各區網連往 Internet\_router 的 15 個 VC,動態地產生相對的 MRTG 設定檔;並週期性地驅動 MRTG 萃取 Per-VC 的 In/Out Cell 及 Cell\_Drop/EPD MIB, 持續更新各區網 Internet 國外訊務與傳輸封包遺失的統計 WebPages,供各區使用者監測.

我們也統計出 Per -VC 之單日 CDR(Cell Drop Ratio),做為衡量各區網國外訊務的傳輸品質指標,分析各區網國外訊務量與相對 Daily CDR 傳輸品質的變化狀況.我們也依據 T3 國外專線 clock shift 期間實測之 Per-VC 訊務傳輸資料, 分析劣化實體傳輸線路對各區網國外傳訊品質的影響. 由於各區網 router statistic

multiplexing 轉送的連網使用者及 IP 訊務量均相當龐大且 bursty. Per-VC 實際發生高 CDR 的時段相當 burst 且短暫,總體而言,絕大部份時段的 TANet 區網國外訊務品質尚能維持.

Key words : In/Out Cell MIB, Cell Drop MIB, Cell\_Drop\_Ratio , Transmission Quality Monitoring .

### 1.研究動機

自 1970 年代 ARPANET 的實驗性網路,到遍及全球的 Internet; 網際網路不僅日漸擴張,也不斷增加新的用途,為人與人之間創造新連繫.人們不僅透過 Email 電子郵遞互通信息與廣泛交友; 散佈在網路上的各類大型資料庫也備受歡迎.1990 年創造的 WWW 多媒體全球網際網路更讓上網變得非常簡單. 由於網路頻寬資源的大量擴充; 二十一世紀,更人性化的 Video/Audio 網路應用必將蔚為風潮,吸引更多的 Internet 使用群與創造更大量的網路資訊交流.

隨著 IP 訊務量持續成長的驅勢未變, IP-only backbone 將繼續轉送龐大的 Internet 訊務. Akimaru (1997) 便曾預測: 為因應 Internet 頻寬資源的大量需求,日

益延展的 Internet 資訊交流連線,將會是架於 ATM 層上的 TCP/IP 通訊網路模式.如今,這種非真正 connection-based 的 IP/ATM data 網路已廣佈世界各地. TANet ATM 骨幹網路即是以 Fully meshed SPVCC 連接分處不同地理區域之連網 Router (Fig 1), 並藉由 PNNI Routing 及 SPVC links ,完成動態的連線封包轉送及 EPD (Early Packet Discard) 管理 [Dykeman and Cherukuri,1996].

由於目前 TANet、中研院、國家高速電腦中心共享的國外 45 Mbps 頻寬已經飽和, 擁塞的國外訊務自然引發使用者對區網國外傳訊狀況的好奇.本研究利用 MRTG SNMP 網管應用,顯示各區網連往 Internet\_router VC 的 In/Out Cell 及 Cell Drop 訊務統計網頁,供各區網使用者監測.我們也運用持續更新的訊務 MIB 記錄檔,統計 Per -VC 傳訊之單日 CDR (Cell Drop Ratio),做為衡量各區網國外訊務的傳輸品質指標,進而比較、分析各區網國外訊務量與相對 Daily CDR 傳輸品質的變化狀況.

本論文將於第二節說明 TANet 骨幹連網架構及各區網國外訊務 Per-VC In/Out Cell 及 Cell\_Drop/EPD 監測界面之實現方法; 第三節說明 Per-VC CDR 傳輸品質之定義,並比較各區網國外訊務與實際頻寬資源之關係. 第四節以 TANet 國外 ATM 實體連線時脈偏移 (Clock Shifting) 期間,系統實測之各區網國外訊務資料為例; 分析實體連線傳訊劣化對 Per-VC 國外訊務量與 CDR 的影響. 最後於第五節做出結論.

## 2. TANet ATM 骨幹訊務與封包遺失量之監測

TANet 骨幹以 Moe 及 Nchc 兩中心 star 延展的 Fully meshed SPVC 網路,轉送來自 16 個區網下接學校及研究機構之 IP 訊務. 由於所有 TANet 國外 Internet 訊務均在北部 Moe switch 交換. 而 Moe ATM Switch 採 Per-Flow Queueing 封包傳輸管理策略, 因此,所界接的每一 router pair 均擁有各自暫存 VC 封包的 Buffer queue 空間;允許我們藉由 SNMP 網管應用程式擷取 Per-Internet-VC 的 In\_Cell / Out\_Cell 與 Cell\_Drop/EPD MIB [McCloghrie,1999], 顯示各區網連往 Internet\_router VC 的訊務品質統計網頁.

我們擷取 Moe Switch 上之 VCC-Cross-Connection MIB 參數 [Tesink,1999],產生各區網與 Internet\_route 間的動態虛擬連線編號,並據以產生 In/Out Cell 與 Cell\_Drop/ EPD 相對之 MRTG (Multi Router Traffic Grapher) Configuration.

週期性被驅動的 MRTG 網管程式會自動地更新、顯示: 各區網國外 Internet 訊務統計圖供 TANet 管理與使用者隨時 Access,觀察訊務的實際傳輸變化量;或做長期 Per-VC 的訊務量成長觀測. 參照 Figs.2 & 3 以 Ntu 節點的國外訊務與封包遺失統計圖為例,我們可以發現: 在國外專線頻寬資源已飽和使用的狀況下,區網 router 轉送的國外訊務非常 bursty.當資訊交換量太大時,會出現相對數量的 cell drop,甚至引發 ATM Switch 的管理性 EPD 封包丟棄.

## 3. TANet 各區網國外訊務傳輸品質分析

TANet 於 1997 年將國外專線頻寬由

兩條 T1 ( 2 \* 1.544 Mbps) 擴增為 T3 45 Mbps 後, 國外訊務交換量便緊迫著連線頻寬成長. 巨量的訊務雖立刻佔滿了實體 T3 連線頻寬, 然而專線頻寬上限並未降低各區網國外連網的需求. 為觀查 TANet 國外傳訊品質的變化, 我們運用持續更新之 Per-VC 訊務 MIB 記錄, 計算各 VC 之單日封包遺失率 CDR (cell\_drop\_ratio = drop\_cells / total\_cells). 做為分析各區網國外傳訊品質的觀測指標.

由 Fig 4 各區網的單日 Internet 訊務統計圖可以看出, 除了幾個 IP 訊務交換量本就較小的區網節點 (Isp, Nchc, Nhltc, Ndh, Nttc) 外, 與 Internet\_router 同接於 Moe ATM switch 上的 Moe Router, 其國外訊務明顯高於其它區網, 且因擁有足夠的連網頻寬, 並未出現 Cell Drop (Figs.4 and 5, Table 1). 而位於最南部之 Nsysu 區網的單日 CDR 量, 則因訊務量大於其他區網, 其單日 CDR 統計量則最高, 高於可被一般 data 傳輸可接受的  $10^{-5}$  [Ginsburg, 1999].

由於 data 網路與 Voice/Video 網路在傳輸本質上存在著相當大的差異: 絕大部份的 data 通訊可以容忍少許的延遲, 卻不允許有傳輸封包的遺失; 因此 TCP/IP 會依實際的傳輸訊務忙碌狀況, slow-start 地控制 end-to-end 的 data stream 傳輸速率, 並重送遺失的封包 [Stevens, 1994]. 加上 Internet 使用者對網路傳輸高 delay 各異的忍受程度, 也會適度地轉移找尋替代資源. 由於國外頻寬已飽和使用, 多數區網的單日訊務量差異不大, 而單日 CDR 統計量也都接近於 data 傳輸可接受的  $10^{-5}$  臨界邊緣 ( Table 1). 由各區網一星期內的單日訊務統計也可發現: 假日與非假日之單日國外 Internet 訊務量並無明顯的差異.

**Table 1.** Mean daily traffic & CDR account

	Nomal		With Clock_shift problem	
	Traffic(Kcell)	CDR (*10 <sup>-3</sup> )	Traffic (K cell)	CDR (* 10 <sup>-3</sup> )
Moe	2833022.033	0	1734873.96	0
Isp	301114.307	0	692939.509	0
Nchc	34841.368	0	23842.730	0
Ntu	1488944.683	0.0151	1501184.317	1.0453
Nctu	1205844.744	0.0071	970121.096	0.0014
Nthu	370699.283	0.0003	326399.896	0.003
Ncu	1540350.554	0.1428	1190610.462	0.0603
Ncku	997807.459	0.0376	790030.205	0.0094
Nsysu	1963250.015	3.967	1519417.170	0.0859
Nccu	543194.632	0.41	537249.305	16.5244
Nchu	1314437.288	0.2331	1063964.167	0.0078
Ccu	867639.143	0.5796	586110.270	0.0404
Nhltc	171668.119	0.0206	111671.386	0.0003
Ndh	167489.599	0.00446	104078.799	0
Nttc	62936.471	0	70998.035	0

#### 4. 國外專線傳輸劣化對各區網傳輸品質之影響

TANet 國外 T3 專線連接了教育部的 ATM switch/router 與 AT&T 位於舊金山的 ATM switch/router. 分別建有 TANet、國家高速電腦中心、中研院三個單位連網國外 Internet 的 PVC (Permanent Virtual Circuit); 所有的 TANet 區網國外訊務均會 routing 到教育部電算中心之 Internet\_R 出國 (Fig. 6).

在我們藉由 SNMP 網管程式擷取 ATM switch In/Out Cell, Cell\_Drop/EPD MIB, 統計國外連網訊務品質期間; 曾因承載國外訊務之 Switch 界面傳輸時脈偏移 (clock shift), 導致連線傳輸錯誤率偏高; 我們應用實測之訊務品質資料, 分析此專線傳輸劣化對各區網國外傳訊品質的影響.

由 Per-VC 單日 CDR 觀測得：絕大部份區網由於國外訊務量的明顯減少，未出現明顯的 CDR。而 Ntu, Nccu 節點則因維持原有的訊務量，其單日 CDR 統計量則呈明顯增加 (Figs.9 and 10)。Nccu 更因其 T3 實體連線頻寬瓶頸而呈現最高的傳輸品質劣化情況，明顯高於 data 傳輸可接受的  $10^{-5}$  臨界邊緣。

## 5. 結論

在寬頻網路與易用網路應用軟體的交互影響下，網際網路的擴展相當快速。TANet IP 訊務量的急速成長，不僅快速地耗盡一再擴充的連網頻寬；大量的區網訊務交換，也經常帶來網段擁塞與高延遲的困擾。由於目前 TANet、中研院、國家高速電腦中心共享的國外 45 Mbps 頻寬已經飽和，擁塞的國外訊務自然引發使用者對各區網國外傳訊狀況的好奇。本研究藉由 SNMP 協定擷取 VCC-Cross-Connection MIB，動態地找出各區網連往 Internet\_router 的 VC 辨識資訊：{Interface\_id / VPI / VCI}，動態地建立 MRTG 設定，驅動其網管及繪圖程式顯示國外連網的 Per-VC In/Out Cell 及 Cell\_Drop/EPD 量，供使用者監測其連線訊務變化。

我們也依據國外連網 Per-VC 的 In/Out Cell, Cell Drop 實測記錄值，統計 IP/ATM 骨幹連網 Per-VC 之 Daily CDR，分析各區網國外訊務傳輸品質與其網段頻寬資源間之關係。藉由實測之訊務傳輸統計數據可發現：Moe 節點的國外訊務明顯高於其它區網，且因擁有足夠頻寬資源，未出現 cell drop。而南部 Nsysu 區網則因訊務量大於其他區網，其單日 CDR 統計

量最高；高於可被一般 data 傳輸可接受的  $10^{-5}$  [Ginsburg, 1999]。

國外 T3 專線 clock shift 期間實測之 Per-VC 國外訊務量與 Daily CDR 傳輸品質記錄則顯示：劣化的實體線路傳輸對各區網國外傳訊品質有明顯影響；維持原有訊務量的 Ntu, Nccu 節點，其單日 CDR 統計量明顯增加。Nccu 更因其 T3 頻寬瓶頸而呈現最高的傳輸品質劣化情況，明顯高於 data 傳輸可接受的  $10^{-5}$  臨界邊緣。

經持續地觀察區網國外訊務量及 CDR 監測界面，可發現：由於各區網 router statistic multiplexing 轉送的連網使用者及 IP 訊務量均相當龐大且 bursty。除了少部份區網有高的 CDR 傳輸狀況(如 Nccu, Nsysu 節點)，絕大多數區網實際發生高 CDR 的時段相當 burst 且短暫，總體而言，絕大部份時段的 TANet 國外訊務尚能維持。

## 參考文獻

- Akimaru, H. and Finley, M. R. (Jun, 1997), Elements of the Emerging Broadband Information Highway, IEEE Communication Magazine, pp 84-92.
- Casoni, M. and Turner J. S., On the Performance of Early Packet Discard, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol 15, No 5, June 1997, pp 892 – 902.
- Dykeman, D. and Cherukuri, R.(1996), Private Network-Network Interface Specification. Version 1.0 . AF-PNNI-0055.000, ATM Forum Technical Committee.
- Ginsburg, D. (1999), ATM solutions for enterprise internetworking, Addison-Wesley



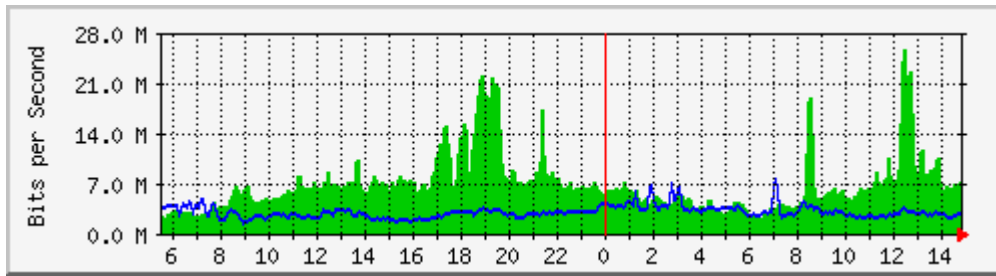


Fig. 2. Ntu-Internet In\_Cell/Out\_Cell 訊務 webpage 統計圖

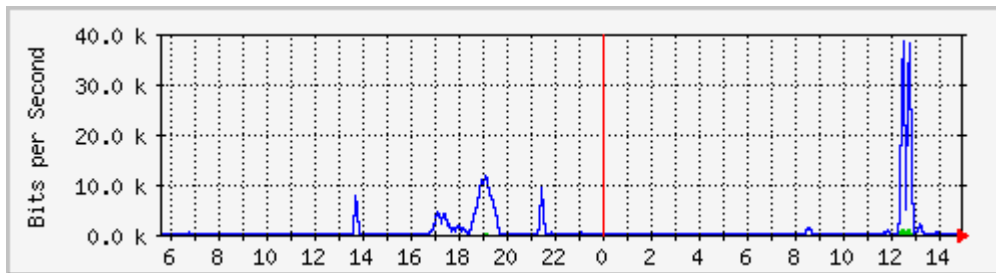


Fig. 3. Ntu-Internet EPD/Cell\_Drop webpage 統計圖

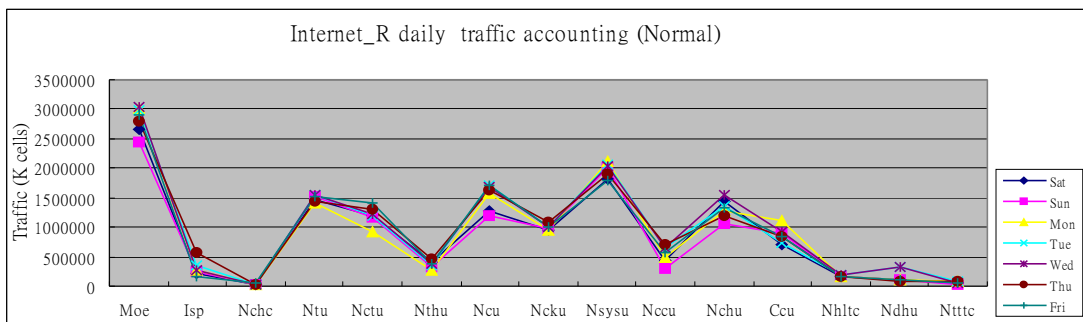


Fig.4 TANet 各區網國外連網之單日訊務量統計圖

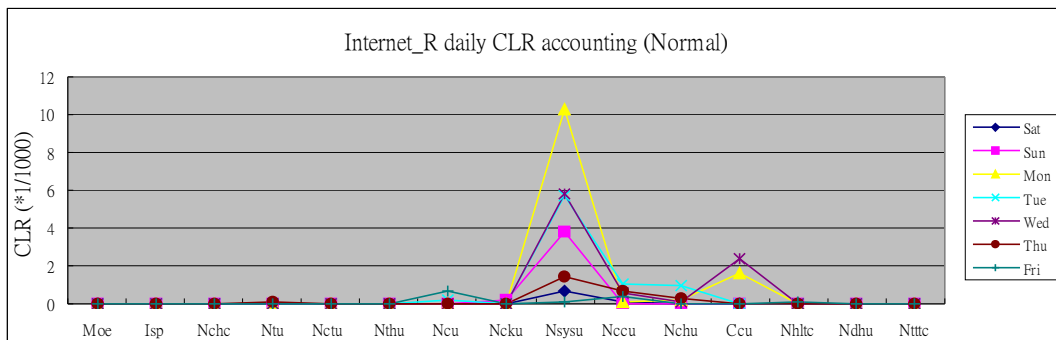


Fig.5 TANet 各區網國外連網之單日 Cell Drop Ratio 統計圖

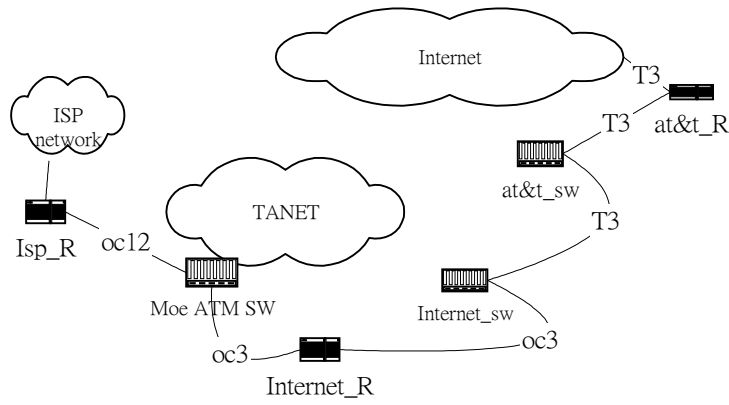


Fig. 6 TANet 國外連網架構圖

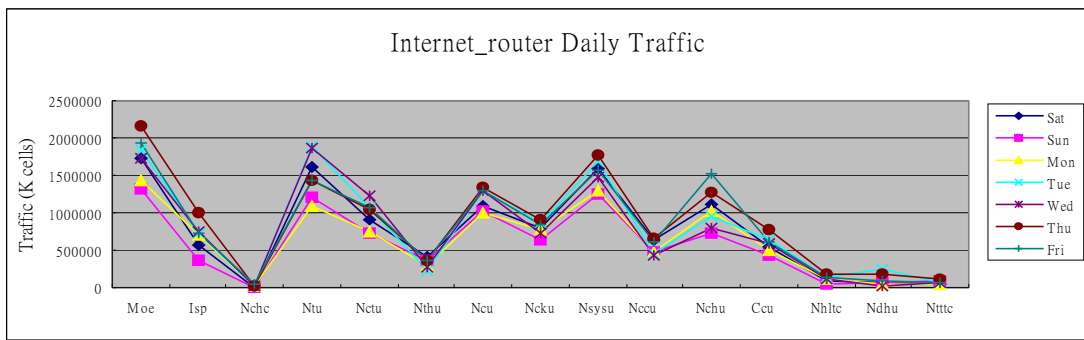


Fig.7 TANet 各區網國外連網之單日訊務統計圖(Clock\_shift)

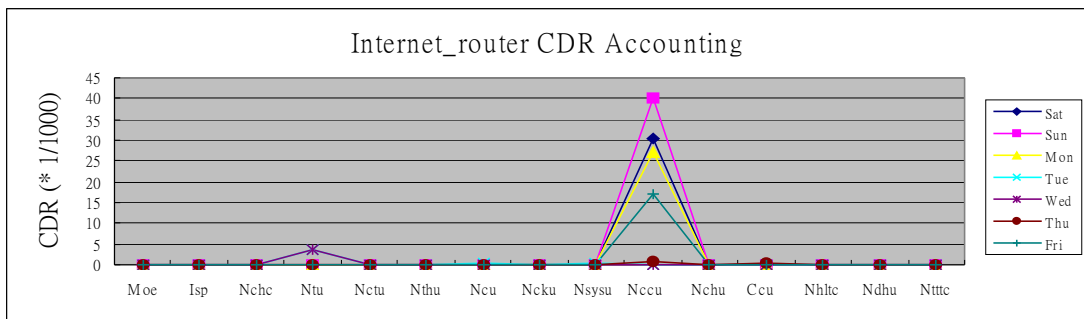


Fig.8 TANet 各區網國外連網之單日 CDR 統計圖 (Clock\_shift)

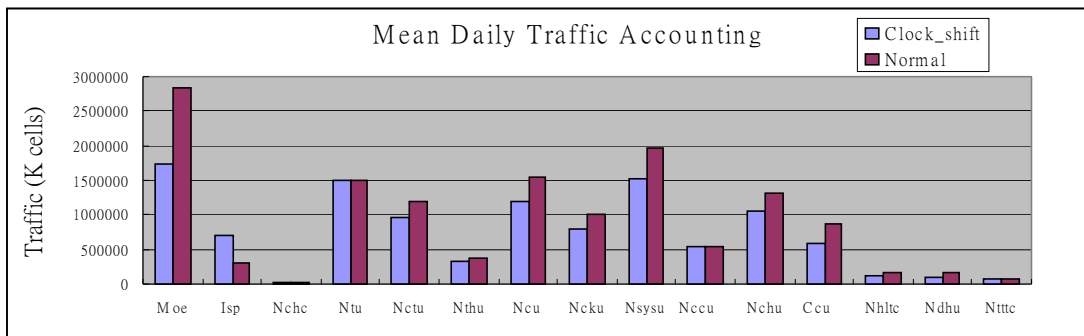


Fig.9 TANet 各區網國外連網 Per-VC 之平均訊務成長量(Clock\_shift)

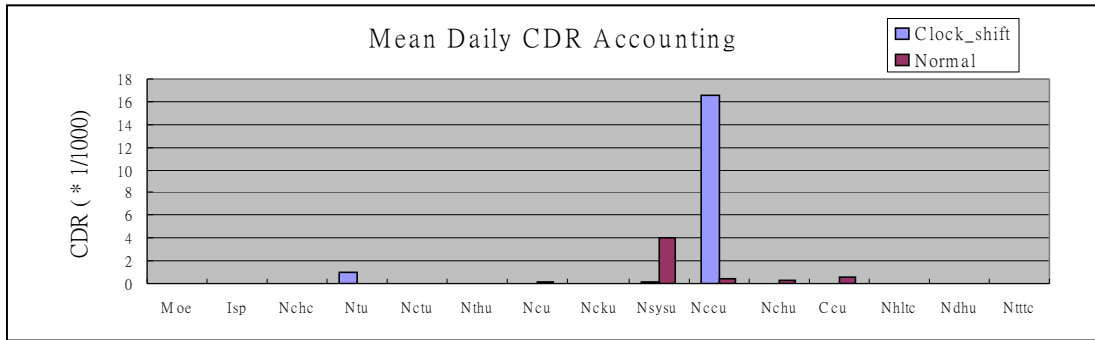


Fig.10 TAnet 各區網國外連網 Per-VC 之平均 CDR 變化量(Clock\_shift)