

計畫名稱: 寬頻網際網路服務品質保證(II)子計畫三: 支援寬頻網際網路「負載控制服務」以量測為基礎的允諾控制與擁塞避免機制

Measurement-based Admission Control and Congestion Avoidance Schemes for Controlled-Load Service in Broadband Internet

計畫編號: NSC89-2219-E-002-024

主持人: 孫雅麗 台灣大學資訊管理學系 副教授

E-mail: sunny@im.ntu.edu.tw Fax:02-3621327

中文摘要:(關鍵詞:無壅塞、封包遺失率、流量量測、量測窗、頻寬分配、緩衝區管理)

目前網際網路所提供的「盡力服務」,由於無法保證服務品質,所以並不能給予即時應用程式有效的支援。為了解決這問題,目前已經發展出一些即時媒體應用能夠視封包遭遇到的延遲而動態地調整資料的傳送。這些應用並不需要絕對可靠的封包延遲上限,但必須盡可能避免封包在傳輸過程中被丟棄。本研究即針對這類應用程式提供『無壅塞服務』,我們將其定義為『保證聚合資料流的最大封包遺失率為 ϵ 』,希望將來可以應用於 IETF 整合服務架構下的負載控制服務。本研究首先對台大校園骨幹網路做實際流量的量測及趨勢分析,以瞭解網路資料流的特性。初步結果顯示網路負載具有近似常態分配的特性,可進一步用於網路流量的預測以及網路資源的規劃與控制。此外,我們針對『無壅塞服務』的提供,提出一個動態頻寬與緩衝區分配的方法。實驗結果也顯示避免頻寬使用率太高及動態分配頻寬可以有效抑制壅塞的發生。為了進行更精確的量測以及效能評估,我們發展了一套量測工具。藉著這套工具的使用,我們可以獲得網路中流動封包對應到每一層通訊協定的相關資料;量測的基本單位可以細分至每個資料流。不但讓預測更精準,也便於 off-line 效能分析。

英文摘要: (Keyword: congestion-free, packet loss rate, traffic measurement, measurement window, bandwidth allocation, buffer management)

Many real-time applications are capable of adapting their transmission to the network state and can as well tolerate occasional delay bound violations in the presence of transient network congestion. For this type of applications, an absolutely reliable bound on packet delivery times is not required. Moreover, many non-real-time applications such as on-line transaction processing and distributed simulation would desire a congestion-free packet delivery service from the network. This new type of service is called "Congestion-Free Service" with the guarantee of a maximum packet loss rate.

This work considers resource allocation in the support of "Congestion-Free Service" in Broadband Internet. First, we studied traffic characterization under different measurement models via analyzing traffic traces collected from National Taiwan University campus network. The preliminary results show that traffic load can be approximated by the Normal distribution. In the second part of the work, we proposed a dynamic bandwidth and queue management scheme to support

“Congestion-Free Service.” To better understand the characteristics of the broadband Internet, we have developed a tool called *AppMeasure* which provides three sets of service: *IPFlow*, *AnyTrace*, and *AppFlow*. *IPFlow* provides on-line tracking and reporting of individual IP flows. In *AnyTrace*, user can specify the *number of bytes* of a packet to trace. It serves as a measurement base to enable *all-layer* traffic accounting and analysis, and differentiated charging based on Quality of Service. *Appflow* tracks and reports any *type of traffic* specified by the user. It aims to integrate with policy-based QoS service

一、研究動機與目的

為了因應即時媒體應用對傳輸服務品質(QoS, quality of service)的需求，IETF 制訂了兩個可提供傳輸服務品質的架構，分別是整合服務(Integrated Service)[8] 以及差異化服務(Differentiated Service) [1]。傳統的即時媒體服務研究主張對每個封包提供絕對(absolute)的延遲上限(delay bound)，而且不允許有任何封包在排隊(queueing)時被丟棄，這樣的服務被稱為保證服務(Guaranteed Service)[3] [7]，但並不是所有即時媒體應用都需要這麼高水準的服務品質，目前已經發展出一些應用程式如 *vat*、*nv*、*vic* 等，能夠視封包遭遇到的延遲動態調整資料的傳送，對這些應用程式而言，並不需要絕對可靠的封包延遲上限，盡可能避免封包在傳輸過程中被丟棄而順利抵達目的地，反而是較為必要的傳輸服務品質。

寬鬆的傳輸服務品質保證對於網路

資源的管理提供了更大的彈性，也為路由器在允諾控制(admission control)、封包排程(packet scheduling)及緩衝區管理(buffer management)等各項功能設計上提供了一個新的思考面向。我們認為提供低封包遺失率且有最小傳輸率保證的無壅塞服務，對現存以及將來可能出現的應用，應會具有相當的實用性。而透過以量測為基礎的方法即時了網路流量特性，以從事允諾控制及動態配置資源，相信將非常有助於促成無壅塞服務的實現。

為了讓預測更精確，我們發展了一套稱為 *AppMeasure* 的量測工具。這套工具可以被動地接收所有網路上流動的封包，辨識出此封包所屬的資料流，並更新此資料流的的相關資料。因此，我們可以獲得網路上目前所有的資料流的相關資訊，不但可以提升預測的準確度，也方便效能評估。

二、相關研究

NetFlow 是目前 Cisco 公司所研發的網路流量分析系統，在 Cisco 公司所生產的路由器和交換器中都可以見到其蹤影。而我們自行開發的工具也是一套類似的網路流量擷取分析的系統。由於目前已經許多應用可以用來分析 *NetFlow* 的輸出資料，為了相容性，我們特地將 *AppMeasure* 的輸出報告格式設計成和 *NetFlow* 相容。

NetFlow 中是以 IP 來源位址、IP 目的位址、IP 來源埠號、IP 目的埠號、IP 協定類別以及 TOS 欄位來定義出一個資料流。而 *AppMeasure* 不僅可以檢查上述封包傳輸層的標頭(header)資訊，藉此取得 IP 資料流；還可以由使用者設定封包內容擷取長度，檢查封包所攜帶的資料內容(content)，因而提供了更精確的封包

分類，取得應用流（Application flow）的資訊。

三、AppMeasure 的功能及架構

AppMeasure 主要提供了三項功能：

（1）IPFlow：類似 NetFlow，針對每一個網路 IP 資料流紀錄成檔，且檔案格式和 NetFlow 相容，故可使用現成分析 Cisco NetFlow 的工具程式來分析所得資料。

（2）AnyTrace：使用者可以自行設定封包擷取的資料長度。因此，我們可以獲得封包所攜帶的內容，藉此將封包做更精細的分類。

（3）AppFlow：使用者可以任意指定想要監測的網路應用類別，如：FTP，TELNET，WWW 等等。目前是使用埠號來代表想要監測的 application。

AppMeasure 系統架構圖如圖(一)所示，分成 AppMeasure 和 AppCollect 兩部分；如果機器的運算能力足夠，這兩部分也可以在同一部機器上。AppCollect 位於某個量測路徑上，所有流經此路徑的封包都被它攔截並送往 AppMeasure 記錄。藉由這些網路資料流相關資訊，我們可以對網路特性作更精確的預測，也可以清楚瞭解某特定資料流所受的待遇，進而校調系統相關參數，讓整個網路的效能更加提升。

此外，藉由 AppMeasure 所提供的資訊，我們可以運用深度網路分析技巧和資料探勘（Data Mining）技術來瞭解網路的一些特性，讓網路規劃和服務品質管理做得更好。而 AppMeasure 也可以擔任網路監視器（Monitor）的角色，使得網路也可以提供使用者計費的功能，讓網路管理更為方便。

四、計畫進行進度及狀態

為了增進 AppMeasure 的整體系統效率，目前的測試環境是將 AppMeasure 和 AppCollect 這兩支程式放在不同的兩部機器上。AppMeasure 和 AppCollect 目前都是實作在使用者層（user level）的應用。如此的實作的方式是為了要能夠跨平台使用。為了更加提升效率，將來我們會將它們實作在作業系統核心層（kernel level）AppCollect 目前的實作方式是使用 Pcap 這個函式庫。整個系統實作架構圖請參考圖（二）。Pcap 會將抓到的封包傳送至位於使用者層的 AppCollect，而 AppCollect 會定期（一秒鐘）或是緩衝區滿載時，將這些擷取的封包以資料報（datagram）透過網路傳給 AppMeasure。

我們對 AppMeasure 進行了一些初步測試，以觀察在不同封包大小的情況之下，啟動 AppMeasure 對原本作業系統的額外負擔（overhead）有多大。測試環境請參閱圖（三）。測試結果如圖（四）。由實驗結果可知，在小封包為主的網路中，啟動 AppMeasure 還是會對系統效能造成一定程度的影響。所以在下個版本中，AppMeasure 將實作在核心層，以提昇效率。此外，我們也將會增加 AppMeasure 所能夠辨識的應用程式數目。

五、結論

近來許多網路上的即時媒體應用對於傳輸服務品質的要求較為寬鬆，針對不需嚴格封包延遲、但需避免封包遺失的應用，我們認為有必要提供可保障封包遺失率的無壅塞傳輸服務。本研究首先實地量測台大校園網路的流量，確認流量負載具有常態分配的特性，利用此特性及量測窗方式，我們設計了一套動態頻寬分配與緩衝區管理模型，可有效降低封包遺失率。為了提升預測的精確度以及瞭解實際的

成效，我們實作了 AppMeasure 來作為研究的輔助 AppMeasure。初步結果令人滿意，我們將持續發展以增進其效能。

參考文獻

- [1] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", IETF RFC 2475, Dec. 1998
- [2] C.S. Chang and J.A. Thomas, "Effective Bandwidth in High-Speed Digital Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 13, No. 6, pp. 1091-1100, August, 1995
- [3] D. D. Clark, S. Shenker, L. Zhang, "Supporting Real-Time Applications in an Integrated Services Packet Network: Architecture and Mechanism", SIGCOMM'92, 1992
- [4] S. Floyd, "Comments on Measurement-Based Admissions Control for Controlled-Load Services", Technical Report, 1996 <http://www.aciri.org/floyd/admit.html>
- [5] R. Guerin, H. Ahmadi, M. Naghshineh, "Equivalent Capacity and Its Application to Bandwidth Allocation in High-Speed Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 9, No. 7, pp.968-981, Sep. 1991
- [6] S. Jamin, P. B. Danzig, S. J. Shenker, L. Zhang, "A Measurement- Based Admission Control Algorithm for Integrated Service Packet Networks", IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 5, No. 1, pp.56-70, Feb. 1997
- [7] S. Shenker, C. Partridge, R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service", IETF RFC2212, Sep. 1997
- [8] J. Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services", IETF RFC 2210, Sep. 1997
- [9] "Cisco IOS NetFlow Technical Documents", http://www.cisco.com/warp/public/732/Tech/netflow/netflow_techdoc.shtml

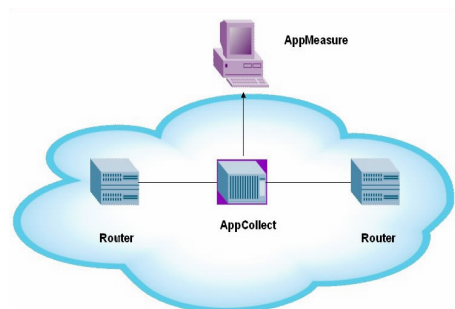


圖 (一) . AppMeasure 的架構圖。

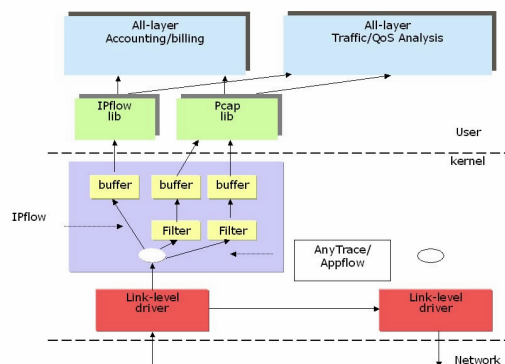


圖 (二) . AppMeasure 程式流程圖。

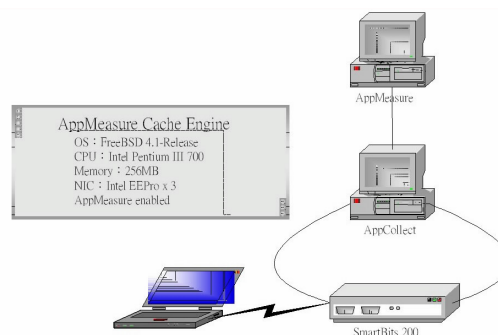


圖 (三) .測試環境

Frame size (bytes)	AppCollect	AppMeasure enabled (10 sec)	AppMeasure enabled (100 sec)
64	48.28	36.92	35
80	-	43.29	-
100	-	50.63	-
128	80	60.78	60.04
150	-	69.53	-
200	-	82.55	-
256	98.75	95.67	95.67
512	99.44	99.44	99.44
1024	99.38	99.38	99.38
1280	99.4	100	99.4
1518	100	100	99.39

圖 (四) .測試結果