

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

總計畫(1/2)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-002-085-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

計畫主持人：蔡志宏

計畫參與人員：孫雅麗 林宗男

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 6 月 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
多媒體內容傳遞網路前瞻技術之研究-總計畫(1/2)

計畫編號：NSC 93-2213-E-002-085

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：蔡志宏 國立台灣大學電機工程學系暨研究所教授

一、前言

隨著近年來多媒體應用及內容在網際網路上的日益盛行，多媒體內容傳遞服務 (Multi-media Content Delivery) 已經成為網際網路服務型態最具成長潛力的服務之一，目前多媒體內容的種類，已不再是以一般 Web 網頁內容為主，而以充滿了各種格式的視訊(如 MPEG2, MPEG4, MJPEG) 以及各式音訊(如 MP3, etc.)等資訊量龐大的數位內容，對網路頻寬及伺服器處理容量需求均形成極大壓力。而為配合使用者互動互換多媒體訊息的風氣以及技術趨勢，多媒體內容傳遞的方式不再是標準的 Server-Client 模式，反之，每一個使用多媒體內容傳遞服務的使用者，也常可以同時扮演內容提供者的角色。換言之，每個 Terminal 同時可以是 Client 以及 Server，經由網路的連絡，所有 Terminal 共同提供巨量的內容，其總合可以遠超過任何單一伺服器的內容提供能力(含內容種類、總頻寬及總容量)。

若嚴格劃分，Multimedia Content Delivery 所發展形式可再細分為包含 Directory Service 的 P2P 對等網路架構，以及不含 Directory Service 的非結構式對等網路架構。前者最有名的案例便是 Napster 提供 MP3 交換的服務架構，後者則是近年網際網路學術研究及技術研發的最新趨勢；而最受歡

迎的 Gnutella 就是採用非結構式之網路拓樸。注意由於許多內容是以 Streaming 方式傳遞，對於網路封包遺失率、頻寬穩定度等 QoS 及內容可獲得的難易度也就十分敏感。

本研究群了解多媒體內容傳遞技術的成長仍有極大的空間，也預見此一領域市場的需求殷切。因此決定基於本研究團隊過去累積的研究及實作經驗，投入多媒體內容傳遞網路關鍵技術的研究。

二、背景、目的及研究方法

Internet 最初在設計只提供 best effort 服務時，最主要考量是終端系統的連接性(host connectivity)。在此理念下，Internet 所有的通訊協定、架構皆是以「簡單」(simple) 與「堅固」(robust)為原則。然而今天 Internet 的使用者已經跟二十幾年前完全不一樣；使用習性與要求也全然不同於以往。這些使用者最新的網路需求是「有時間性」的網際網路傳輸 (timely delivery)以符合新的應用之需要。一方面 Internet 已經轉型成今天最重要的世界商業服務網路；可是另一方面因為既有 IP 位址的架構、命名方式；IP 路由選擇方式、協定架構；以及各種歷史的因素，目前的 Internet 已經無法滿足以上所述之新內容傳輸服務品質保證的要求。

因應這些新的挑戰，各種覆蓋網路(overlay networks)在近一、二年被熱

烈地提出與討論；也有幾個實作在 Internet 的系統與網路；例如，建構在目前 Internet 上的商業內容傳輸 (content delivery) 服務業者之私有 (proprietary) 服務網路，就是利用覆蓋網路的觀念提供網路使用者更快速地內容存取。另一個普遍的例子是 peer-to-peer networks 網路使用者自動地將自有的內容在網際網路上提供給所有其它的使用者下載。

在現今多變的網路環境裡，端點之間可靠而動態的通訊需求將日益增加，然而通訊型態卻愈來愈難以預測。在許多狀況下，使用者無法描述網路端點間的流量負載，更遑論點對點 (point-to-point) 的服務品質 (QoS) 需求；此外，目前對網路計價與計費模式希望使用者只需對使用的頻寬支付費用。這樣的模式下，新議題是：網路管理者必須要能具有更積極地依據流量負載與服務協定 (service level agreement) 介入網路頻寬的分配與管理。在我們所欲研究的 Q-overlay network model, 使用者不必再為沒有使用到的頻寬付費，網路提供者也可以更妥善地規劃網路資源及利用頻寬。可擴充性 (scalability) 是在這個新的服務模式下很重要的議題之一，尤其是在有著成千上萬各有不同服務品質需求的資料流 (flow) 的高速骨幹網路上。因此，在下一代 IP 網路，彈性的容量管理及資源分配將成為網路服務提供者確保每個通道的服務協定的一項挑戰。對等式網路不同於傳統主從式觀念中伺服器及用戶端的架構，對網路中的電腦一視同仁，可同時扮演著伺服器及用戶端的角色。在這樣的架構中，沒有主從角色的限制，同時

al 不存在熱門伺服器擁塞造成的網路瓶頸，網路效能因此大幅提升。在資訊分享交換的應用上，對等式網路架構受到廣大使用者的歡迎。本計畫目標即針對此對等式多媒體內容傳遞網路的問題作研究，提出改善的具體方案及創新關鍵技術，並對創新關鍵技術方案作網路系統效能改善的評估/模擬/實作。

此外，在多媒體內容傳輸網 (multimedia content delivery networks)，經常一個傳輸連線 (session) 包含多個有不同的服務品質需求的不同應用。例如一個醫學網路會診傳輸連線 就裡有可能有一個視訊資料流 一個聲音資料流以及一個 X 光影像資料流。若沒有服務品質控管的支援，這些應用與即時連續媒體 (real-time continuous media) 的表現將很容易受到影響。如何保障虛擬私有網路通道間的絕對服務品質變得非常重要。

孫雅麗子計畫的目標是設計一個創新的 Q-overlay network 以提供彈性地、快速地有服務品質保證的內容傳輸。詳細地說，我們將探討在既有的 Internet 架構下建置 Q-overly network. 我們將針對能支援動態路徑選擇、資源分配與多條平行傳輸 (parallel download) 新的路由選擇演算法 與通訊協定進行新的研究。目的是達到提供有效率與有彈性的多媒體內容傳輸網之建置與服務的提供。這樣的目標可能需要有在進入點 Q node, (又稱為 Overlay Node) 之資料分流與出去點 Q node 之資料重組相關機制的配合。我們所設計與將實作的 Q nodes 系統將同時支援點對點與一點對多點的通

訊。

今年的基礎研究方面，我們專注於支援多媒體內容傳輸網的 Q-overlay network 之設計。這包含初始 Q-overlay network 的拓樸(topology)設計與容量規劃(capacity assignment); 動態路徑選擇、資源分配與多條平行傳輸新的路由選擇演算法與通訊協定之研究; Q node 系統架構之設計。在本計畫的基礎研究方面，我們已經探討以下幾個議題：a)如何規劃設計 Q-overlay network 以期能有效率、有彈性地支援多媒體內容傳輸網所需的效能目標(如頻寬、延遲與封包遺失率); b) 如何進行在 Q nodes 間積極、主動的網路傳輸品質狀態訊息的交換; c) 動態路徑選擇、資源分配與多條平行傳輸新的路由選擇演算法。本計畫的第二部份將以 Linux 為平台實作 Q nodes 的雛型系統(prototype)，我們預計將第一年動態動態路徑選擇、資源分配與多條平行傳輸新的路由選擇演算法之研究成果實作在雛型系統上。這部分已經部份實作在 Linux kernel。

在應用層協定方面之研究是由林宗男教授負責。由於對等式網路依搜尋及遞送的方式，可對中央伺服器存在與否及網路拓樸結構化與否作不同的分類。其中，網路的中央伺服器可做為使用者搜尋檔案資料的詢問者，達到網路搜尋的功能。若不使用中央伺服器，可透過結構化的網路拓樸，達到內容搜尋及遞送的功能。若亦不使用結構化之網路拓樸，內容的搜尋就須透過特定的演算法達成。目前最受歡迎的 Gnutella 就是採用非結構式之網路拓樸，並且使用「廣播」的方

式，作為搜尋的原則。這樣搜尋的方式，會產生大量的搜尋訊息，佔用大幅的頻寬，降低網路使用效能，而目前主要有兩種改善效能的搜尋傳遞演算法。一為環狀擴張(Expanding Ring)，另一為隨機漫步(Random Walk)，但兩者皆有其缺點，無法同時到達高搜尋效率及低訊息產生量的目標。另一方面，「廣播」式的搜尋法，也容易造成類似網站會受到的拒絕服務式的攻擊，對於使用者及整個網路造成很大的安全問題。

因此林宗男教授對非結構式對等網路搜尋之演算法已開始深入研究，設計一搜尋法，能減少搜尋所需之訊息量並維持快速的搜尋效能。同時考慮提出具高效能之結構化網路架構，加速搜尋效能，減低網路負擔並維持系統的延展性。此部分已有部分論文等級之成果。

多媒體內容傳遞網路的建構方式本計畫所採用者稱為 overlay approach。此架構中核心網路上的路由器和交換機(Core Router / Core Switch)，本身並不一定扮演重要角色、甚至連服務品質保證也不一定全數提供。相對的，本計畫重點在於研發 Edge Router 上的 Classification 及 Scheduling 演算法有效控制由 P2P Multimedia User 至 Overlay network 間的網路封包遺失率、延遲、頻寬穩定度等 QoS，並過濾不受歡迎封包。由於這個架構不需要去更動現行的核心網路架構，所以實作上較為容易；對 ISP 業者或 Campus 網管人員來說管理也比較方便，因為只要 Overlay Network 節點之間的核心網路頻寬暢通，網管人員便只要專心設定 rule 的

收集，便可提供更好的 multimedia content delivery service。

在提出解決架構以前，蔡志宏教授子計畫首先著手了解網路上的各種資料流 traffic 的特性，以針對不同的資料流做出不同的對策。一般而言，我們對於多媒體內容傳遞的網路上之封包流(Packet Stream)大致上可以分為三類：具有即時性、對封包遺失率、頻寬穩定度、延遲時間有所要求的多媒體內容之交通等級，稱之菁英級 (Premium class)、一般的傳統的 Web、Email，稱之普通級 (Best Effort Class)，以及令人討厭且具干擾性質的封包流，稱之不歡迎級 (Unsolicited class)。

不過傳統分類演算法常以標準的 5-tuple match (source IP address, Destination IP address, Source port, destination port, Protocol)為基礎。傳統分類演算法在面對以內容為基礎的分類時，我們發現多數演算法若以 Multi-field Best Match 為目標，代價則是高計算複雜度 (Complexity)，而且計算量即使在標準的 5-tuple match (source IP address, Destination IP address, Source port, destination port, Protocol)時已經十分驚人，常超過 CPU Capacity。然而面對型態隨時變化 Multimedia Content，病毒封包及潛在攻擊，5-tuple match 是可能更是不足的。

此外，若忽視 CPU 容量之上限即使 Rule 完整，也會造成封包因分類不足而遺失的現象，反而得不償失。如何有效地將 Router CPU 處理能力分配於交通量計算，封包分類及封包排程三者之間，達成最佳 Trade-off，則是

此子計畫目前之重點。本計畫已 completed 在視訊頭端負載平衡器，防火牆/匣道器，等之可行封包分類規則簡化及處理方法。

總計畫則負責收集研讀相關文獻，收集產業資訊及 Freeware 並定期討論；已著手整合測試平台規劃之設計。

為完成整合測試架構，總計畫並已開始利用台灣大學新設之「資訊電子科技整合研究中心」所設實驗空間，架設共同測試環境。本研究群將沿用過去所累積之各項實驗設備，如 WLAN Analyzer (含應用層分析)、Smartbit Protocol Tester /Analyzer 等協助協定開發及整合測試。為了達到並驗證無線使用的情境，也就是所謂 Wireless Multimedia Content Delivery，我們也已經擴展至具有無線功能的 Tablet PC、Notebook 上，以達成本計畫關鍵技術的整合與展示。

本群體計畫的執行中，本研究群已經開始共同研讀技術文獻一段時間，共同規劃網路架構與未來應用，加速對等式多媒體內容傳遞網路的問題改善創新關鍵技術的研究進度。

三、完成中之工作項目及進度

孫雅麗子計畫工作項目及進度
第一年

1. 多媒體內容傳遞技術及網路架構相關文獻之收集與研讀
2. Overlay network 架構及交通工程文獻收集研讀
3. 路由訊息交換協定及演算法設計
4. 完成其中 Q 節點(overlay node)軟體架構之設計
5. 實作 Q 節點之交通分流及重組功

能。

整體進度：42%。(以二年為期)

林宗男子計畫工作項目及進度

第一年

- 1.深入研究現有非結構式對等網路搜尋及傳遞之演算法。
- 2.分析各演算法之特性及優劣得失,定出改進目標。
- 3.設計一搜尋法,滿足設定目標,改進搜尋及傳遞之效能。
- 4.基於非結構式網路的研究成果,提出具高效能之結構化網路架構。

整體進度：42%。(以二年為期)

蔡志宏子計畫工作項目及進度

第一年

- 1.收集研讀相關文獻,並了解目前 Multimedia 對等應用之內容封包格式與控制封包格式。
- 2.推導收集多媒體內容封包之 Classification Rule
- 3.收集分析病毒封包格式及其交通模式,推導其 Classification Rule(同時含封包及 Traffic Pattern matching Rule)
- 4.推導 Classification 及 Scheduling 演算法預估其 Complexity,試作其中部份程式。

整體進度：42%。(以二年為期)

總計畫工作項目及進度

第一年

- 1.收集研讀相關文獻,收集產業資訊及 Freeware 並定期討論
- 2.完成整合測試平台規劃設計、部分建置及測試方法建立。
- 3.初步測試各子計畫界面互通性。

整體進度：35%。(以二年為期)

其中總計畫進度落後主要原因與原申請之研究群中有一子計畫未獲通過而需重新整合有關,今年內將加速趕上進度。