

# 國立交通大學

資訊學院 資訊學程

碩士論文

一個傳送大量多媒體電子廣告資料的方法

--- 使用多重路徑及多種子的傳送機制



A method for delivering multimedia e-advertisement data base  
on use multi-path and multi-seed approach

研究生：黃偉龍

指導教授：陳登吉 博士

中華民國九十六年一月

# 一個傳送大量多媒體電子廣告資料的方法

學生：黃偉龍

指導教授：陳登吉 博士

國立交通大學

資訊學院

資訊學程碩士班

## 摘要

因為電子看板有著多彩多姿的多媒體影音表現，且具有多元性、地理性、即時性、分眾性及存在性等等的優點，使其在各項調查中，被預告為未來廣告的主要趨勢。而針對多媒體電子廣告經由網路傳播的特性，將會有傳送大量資料、依地區派送不同的電子廣告等等的特性，針對這些需求，我們提出一種以多重路徑，多種子的傳送方法來適用於多媒體電子廣告的傳送。

在多媒體播放端點所構成的網路拓樸中，首先依據區域性形成網路叢集，這樣就可以依據各叢集的地區特性，決定要分送到該叢集內的電子廣告；我們再利用 BitTorrent 生成種子的觀念，將整體多媒體電子廣告分割成眾多的種子。

同時，本論文採用Guoliang Xue 所提出的最佳多重路徑選擇演算法(Optimal multi-path routing)，設計一個具有多個多重路徑的peer-to-peer-like 架構；再把眾多的種子分散到叢集內的各個端點上，以期利用各端點的頻寬，來完成種子的再次傳送，以達成各個端點上都有整體的多媒體電子廣告之目的。

本論文所建構的方法實作於一個商用系統的子系統中，以實際的環境來驗證可行性；並且利用國立交通大學的網路與系統實驗室所開發出來的 NCTUns(網路模擬器)來模擬不同端點數目、資料量時的傳輸情況，以期驗證本論文所提出方法之可使用於不同建構參數和傳送情況。

# A method for delivering multimedia e-Advertisement data base on use multi-path and multi-seed approach

student : Wei Lung Huang

Advisors : Dr. Deng Jyi Chen

Degree Program of Computer Science  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

The logo of National Chiao Tung University is a circular emblem. It features a central shield with a book and a torch, surrounded by the letters 'NCTU' and the year '1896'. The shield is set against a background of a gear-like border.

With the fact that digital signage are characterized for the variable and abundant multimedia visual and audio expressions and exhibit advantages of multiplicity, locality, real-time, segmentation, and existence, they have been predicted to emerge as the major trend in the future advertising in various surveys. Focused on the characteristics of disseminating the multimedia electronic advertisements through the network, there will be an enormous amount of data transmitted and various electronic advertising distributed in accordance with the regions. To specifically address these needs, we will propose a multi-path, multi-seed dissemination approach suitable for the delivery of the multimedia electronic advertisements.

Within a peer-to-peer network structure, the network cluster will be first formed in accordance with the locality. Based on each cluster' s locality, the electronic advertisements designated for dissemination into a specific cluster can then be determined. We then apply the seed concept formed by BitTorrent to segment the entire multimedia electronic advertisement into myriad seeds. At the same time, this thesis adopts the Optimal Multi-Path Routing proposed by Guoliang Xue to design a peer-to-peer-like multiple multi-path framework, followed by the

distribution of myriad seeds into each node within the cluster. Each node' s bandwidth will also be utilized to complete the re-transmission of the multimedia electronic advertisement for achieving the objective of establishing multimedia electronic advertisement on each node.

The approach established in this thesis will be factually applied in the sub-system of a commercial system for verifying the feasibility under the real environment. Further, the NCTUns developed by National Chiao Tung University' s network and system laboratory will then be utilized to simulate the transmission status for variable number of node , in the hope of verifying that the approach proposed by this thesis can be applied to different set-up parameters and data volume.



## 誌 謝

感謝我的恩師—指導教授陳登吉博士，三年多以來的提攜與指導。

對在職進修的研究生而言，同時有著工作與課業的雙重壓力，有幸得到恩師的體諒和鼓勵，並且在研究方向上給予明確的指引，同時在研究問題上耐心的指正與教導，在研究時程上不斷的寬容，使我得以順利完成本篇論文，中間經過了許多的困難與問題，也受到許多人的幫助，在此一一感謝。首先要感謝的是我的指導教授—陳登吉博士，給予許多方面的指導及鼓勵，讓我可以堅持而完成論文；而他的身體力行和學者風範，為我們樹立了模範，更令我受益良多。同時，也非常感謝口試委員周賜福教授、蕭嘉宏教授所給予的指正及建議，使本論文得以更加完善。

再者，要感謝我的家人一直給我無限的支持和支援，讓我能夠專心學習，而無後顧之憂。接著要感謝軟體工程613實驗室的明志學長，整賢，桂盟，浚恩及眾學長姐、學弟妹們，在這段期間，大家一起奮鬥、學習，互相幫忙，讓我一路上不致於迷茫，並且成長許多。

另外，在網路模擬實驗中，王協源教授所率領的網路與系統實驗室團隊，給予許多的支援和協助，尤其是許登偉君在百忙之中抽空幫忙，這些事務遠超出他們的責任和負擔，十分謝謝他們的熱心幫助。

而這一路上幫助的人太多了，有看得到的，或是默默地付出的，如研究所的同學，國中好友等等，在此以感恩的心，感謝他們在我最需要幫忙或需要有人陪時，他們都能即時給我意見與支持，謝謝他們。最後，感謝女友卓平一直與我同在。

# 目 錄

|       |                                 |     |
|-------|---------------------------------|-----|
| 中文提要  | .....                           | i   |
| 英文提要  | .....                           | ii  |
| 誌謝    | .....                           | vi  |
| 目錄    | .....                           | vii |
| 表目錄   | .....                           | ix  |
| 圖目錄   | .....                           | x   |
| 一、    | 緒論                              | 1   |
| 1.1   | 電子看板已成為未來趨勢                     | 1   |
| 1.1.1 | 統計資料                            | 1   |
| 1.2   | 電子看板的特性及優勢                      | 2   |
| 1.3   | 研究動機和目的                         | 4   |
| 1.4   | 論文架構                            | 6   |
| 二、    | 背景知識                            | 7   |
| 2.1   | 網路圖形定義                          | 7   |
| 2.2   | 網路傳送的相關因素                       | 8   |
| 2.3   | 相關的研究                           | 9   |
| 2.3.1 | 單一路徑法                           | 10  |
| 2.3.2 | 多重路徑法                           | 11  |
| 2.4   | 簡單的範例                           | 12  |
| 2.4.1 | 單路徑傳送                           | 13  |
| 2.4.2 | 多重路徑傳送                          | 16  |
| 2.4.3 | 單一路徑法和多重路徑法的比較                  | 18  |
| 2.5   | 點對點應用(Peer to Peer Application) | 19  |
| 2.5.1 | 主從式傳輸(Client and Server) 架構     | 19  |
| 2.5.2 | 第一代點對點傳輸架構                      | 20  |
| 2.5.3 | 第二代點對點傳輸架構                      | 21  |
| 2.5.4 | 第三代點對點傳輸架構                      | 23  |
| 2.5.5 | Bittorrent 點對點網路傳輸架構            | 25  |
| 2.6   | 小結                              | 28  |
| 三、    | 利用多重路徑、多種子傳送大量多媒體電子廣告的方法        | 29  |
| 3.1   | 系統概觀                            | 29  |
| 3.2   | 邏輯拓樸                            | 30  |
| 3.3.1 | 多重路徑的拓樸設計                       | 31  |
| 3.3   | 系統架構                            | 32  |
| 3.3.1 | 分享檔案管理元件( Share Data Manager)   | 32  |
| 3.3.2 | 資料傳輸管理元件(Transmission Manager)  | 34  |
| 3.3.3 | 訊息管理元件(Message Manager)         | 34  |

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 3.3.4 | 一個範例.....              | 35 |
| 3.4   | 分割種子.....              | 40 |
| 3.4.1 | 資料內容大小.....            | 40 |
| 3.4.2 | 單一路徑派送.....            | 40 |
| 3.4.3 | 多重路徑派送.....            | 40 |
| 四、    | 實驗.....                | 42 |
| 4.1   | 模擬計劃.....              | 43 |
| 4.1.2 | 使用 NCTUns 建立拓樸.....    | 43 |
| 4.2   | 模擬結果.....              | 44 |
| 4.2.1 | 單一路徑傳送模擬結果.....        | 44 |
| 4.2.2 | 多重路徑、多種子方法傳送的模擬結果..... | 46 |
| 4.2.3 | 結果分析.....              | 48 |
| 五、    | 結論及未來研究方向.....         | 50 |
| 5.1   | 結論.....                | 50 |
| 5.2   | 未來研究方向.....            | 51 |
| 六、    | 參考文獻.....              | 52 |



## 表 目 錄

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 表 2-1 單、多重路徑法傳送結果的比較.....      | 18 |
| 表 3-1 批次傳送法 和多重路徑，多種子法作比較..... | 41 |
| 表 4-1 以單一路徑來模擬批次傳送方式的結果.....   | 44 |
| 表 4-2 以多重路徑、多種子方法的模擬結果.....    | 46 |
| 表 4-3 單一路徑和多重路徑、多種子方法的比較.....  | 48 |



## 圖目錄

|        |                                  |    |
|--------|----------------------------------|----|
| 圖 1-1  | 電子看板的概念圖.....                    | 2  |
| 圖 1-2  | 將兩個多媒體影音傳送到同樓面的不同電漿電視.....       | 3  |
| 圖 2-1  | 電腦網路的簡單圖形.....                   | 7  |
| 圖 2-2  | 電腦網路的簡單範例.....                   | 12 |
| 圖 2-3  | 單路徑傳送的簡單範例 $\pi 1$ .....         | 13 |
| 圖 2-4  | 單路徑傳送的簡單範例 $\pi 2$ .....         | 14 |
| 圖 2-5  | 單路徑傳送的簡單範例 $\pi 3$ .....         | 15 |
| 圖 2-6  | 多重路徑中的 $\pi 1$ .....             | 16 |
| 圖 2-7  | 多重路徑中的 $\pi 2$ .....             | 16 |
| 圖 2-8  | 多重路徑中的 $\pi 3$ .....             | 17 |
| 圖 2-9  | 主從傳輸架構.....                      | 19 |
| 圖 2-10 | 第一代點對點傳輸架構.....                  | 21 |
| 圖 2-11 | 第二代點對點網路傳輸架構.....                | 20 |
| 圖 2-12 | Gnutella 搜尋邏輯.....               | 22 |
| 圖 2-13 | 第三代點對點網路傳輸架構.....                | 24 |
| 圖 2-14 | BitTorrent的架構圖.....              | 25 |
| 圖 2-15 | BitTorrent的資料取得.....             | 27 |
| 圖 3-1  | 多媒體電子廣告系統的系統概觀.....              | 29 |
| 圖 3-2  | 派送系統的邏輯拓樸.....                   | 30 |
| 圖 3-3  | 多重路徑的邏輯拓樸示.....                  | 31 |
| 圖 3-4  | 派送系統的元件架構.....                   | 32 |
| 圖 3-5  | 分享檔案管理元件的sequence diagram.....   | 33 |
| 圖 3-6  | 資料傳輸管理元件的sequence diagram.....   | 34 |
| 圖 3-7  | pass 1，散布種子示意圖.....              | 35 |
| 圖 3-8  | pass 1 結束時，各端點得到的種子.....         | 36 |
| 圖 3-9  | pass 2，各端點由多重路徑得到種子.....         | 37 |
| 圖 3-10 | pass 2 結束時，各端點得到的種子.....         | 38 |
| 圖 3-11 | final，所有的端點都得到所有種子.....          | 39 |
| 圖 4-1  | 相同資料量，不同node數目時，傳送時間的變化情形.....   | 44 |
| 圖 4-2  | 相同node數目，不同資料量時，傳送時間的變化情形.....   | 45 |
| 圖 4-3  | 相同資料量，不同 node 數目時，傳送時間的變化情形..... | 46 |
| 圖 4-4  | 相同 node 數目，不同資料量時，傳送時間的變化情形..... | 47 |
| 圖 4-5  | 單一路徑和多重路徑、多種子方法結果比較的圖示.....      | 48 |

# 第 1 章 緒論

## 1.1 電子看板已成為未來趨勢

當你走進捷運、公車、大樓電梯間、大賣場、量販店或速食店，不難發現各式電子看板已逐漸取代了傳統的跑馬燈或其他的廣告方式，這樣的產品展現方式，讓消費者瀏覽產品時，更加賞心悅目，也更可以將產品內容及特色做更靈活及多樣化的展現[1]，這項新領域的創舉，就是目前當紅的數位電子看板(Digital Signage)。而在美國，更被認為它與平面報章、電臺、電視和網際網路並列，稱之為「第五媒體」[2]。而數位電子看板並非創新技術下的產品，而是因應大眾傳播走向分眾傳播的趨勢下，為了適應資訊的新傳播方式和大眾生活習慣的轉變因而形成的創新媒體經營概念，因而在關鍵應用市場茁壯[3]。因此，被視為家外媒體新成員的數位電子看板系統，初期能夠吸引到看膩了傳統大眾媒體的群眾注意，確實滿足廣告主在選擇媒體上的新訴求。



### 1.1.1 統計資料

1. 中國廣告協會統計表明，2002 年全國戶外廣告經營額已達 9.98 億元，佔整體媒介投放的 15% 左右。
2. 據 AC 尼爾森統計，2004 年中國戶外廣告市場達人民幣 160 億元，成為繼電視，報紙之後的第三大發佈媒體。
3. 知名調查機構 iSuppli 預測，全球數位電子廣告市場於 2005 年到 2010 年將以每年 30% 的速度快速成長，逐漸以薄形顯示器取代傳統廣告[4]。
4. National Association of Broadcasting Show 報導也指出，利用賣場數位廣告能刺激所促銷之新產品銷售成長 30% 至 300%，也可讓營業額增加 30%，並使消費者減少約 15% 的等待時間，讓消費者能更快速找到所需商品。

5. 目前該領域中的佼佼者，應屬於經營數位廣告內容的中國企業「分眾傳媒」(Focus Media)，分眾傳媒在去年7月於那斯達克掛牌，股價漲幅達297%，本益比約40倍，也使得創辦人擠身中國前十大富豪，引起一陣數位電子看板旋風，顯見市場對數位廣告產業願景的期待。
6. 數位電子看板應用更被國內視為台灣面板產業嵌入式應用的新興機會，國內在數位電子看板產業的領導廠商如研華、融程等也因分別推出數位電子看板的整體解決方案(Total Solution)而創造營收成長。

## 1.2 電子看板的特性及優勢



圖 1-1 電子看板的概念圖

1. 影音性：多媒體數位看板，是利用數位顯示器為媒介，藉由高品質的影片、動畫、圖像與文字[5]，與位於不同特定地點與特定時間的目標客戶溝通的看板平台。
2. 多元性：業者只要透過中央系統設定播放節目表，各地電子看板就會依據排程，主動播放影片或訊息。系統管理員可以透過 LAN 或 WLAN 無遠弗界地快速更新所有連接上系統的數位電子看板[6]。

3. 地理性：電子看板可以佈置在靠近消費點的地方，所提供的廣告可以完全貼近群眾的需求，將最即時的商品資訊直接傳遞給目標客戶群，藉由動態的多媒體表現方式吸引客戶的目光，觸發客戶的購買慾望，進而刺激衝動性的即時購買效果。
4. 即時性：傳統的看板在施作完成後，其表達之內容是無法變更的，如需更改表達內容便要重新施作看板，耗時又耗工。相較於傳統看板的無法更改性，電子看板提供了多樣性、變化性等特色，在電子看板施作完成後，如需更改表達內容 [7]，只需人員以簡單的動作重新設定即可，並不用繁雜的工程施作。
5. 分眾性：與一般電視節目的大眾廣播不同，數位看板適用於針對各個利基市場的小眾傳播。能針對特定對象達到因地制宜 (Site-Specific)、即時 (Real-time)、互動 (Interactive) 及 Last Mile Impact 的傳播行銷工具。
5. 存在性：無處不在的電子看板，提供各式各樣的訊息和廣告，讓人們可以隨時接收氣象、新聞等等的內容，使得在乘車、候診時不會無聊，同時利用此等待效果，無意識地被強迫收看著，達到潛在意識提醒消費者的效果。

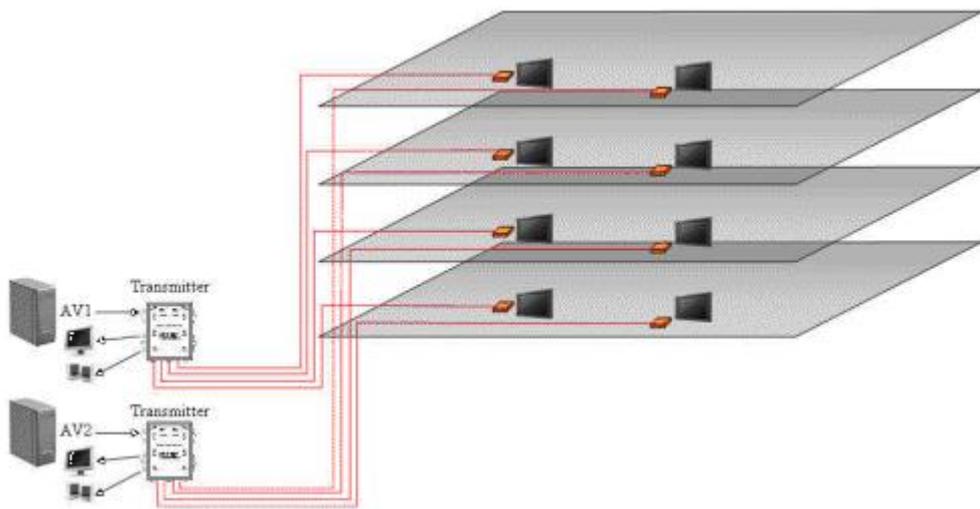


圖 1-2 將兩個多媒體影音傳送到同樓面的不同電漿電視

### 1.3 研究動機和目的

市場相當看好數位化的應用平台普及，數位電子看板未來的需求將加速成長，由於市場廣大，又屬於客製化少量多樣的產品特色。但因為以現在的批次，一對一傳送方式，以及電子廣告本身具資料量大、各端點需要不同電子廣告的特性，引發許多需要克服的地方，以及可以改進的方向。列舉如下：

1. 資料量：因為電子廣告是使用多媒體的方法呈現，廣告內容包含大量資料，其資料量非一般的文字檔案可以相比，當透過網路傳播出去，有必要針對其大量傳送的特性，加以考量。如果以現有的傳送方式：批次、一對一的傳送方法，不僅速度慢，更不能充分利用各端點的傳輸能力。
2. 分眾性：在分眾傳播的興起下滲透到每一個新興的家外與商用市場，成為家外媒體經營的最佳選擇；但各個廣告點有其地域性及人口特性，所以廣告是否適用該地區的文化，宗教背景等等的因素要加以考慮，所以在傳送電子廣告上不能適用全部的廣告點，必須要以地區分送不同的電子廣告。所以 broadcast 和 multicast 的傳送方法不僅會把大量的電子廣告內容散布在網路上，形造某種型式的 flooding，更在安全性上有相當的危險性。
3. 重複性：相對於電子廣告的分眾性，有些電子廣告卻是每個廣告點都需要，例如氣象，時事等等都是每個廣告點適用的。而在具區域性的叢集內，所有端點都需要的電子廣告佔了相當大的比例，所以如何在所有端點都需要的情況下，能更有效率，更安全的傳送具重複性的電子廣告到叢集內的各個端點或部份端點，是需要達到的主要目的，以求改善傳統的批次傳送法使用過長的傳輸時間。
4. 安全性：因電子廣告具有大眾廣告的效果，一經播出就會對大眾產生影響，所以必須針對其安全性加以考量。例如電子廣告被人竄改或者被附加非法的、非托播的電子廣告。

考慮以上的需求，若以傳統批次傳送的方法來傳送多媒體電子廣告，將會因為資料量過大，進而造成過長的傳送時間，所以不適合用在多媒體電子廣告的傳送上；若是使用 peer-to-peer 的方法，任意放置在網路上，將有安全上的風險，同時站在廣告播放的角度來看，如果在播放的時候才在網路搜尋，將有即時性的潛在問題。

由上觀之，僅是一種方法不能解決多媒體電子廣告系統的傳送，因此，本論文依據多媒體電子廣告的需求及特性，提出一種傳送多媒體電子廣告的方法。以求能改善目前的傳送方式和速度，同時滿足方便管理的要求，而提出多重路徑、多種子的架構，讓叢集內相同的電子廣告可以被分割成不同的種子，經多重路徑散布到叢集內的各個端點上，再充分利用各個端點的傳送能力和頻寬，來幫助其他的端點搜集種子們後，完成整份的電子廣告。在充分利用各個端點的傳送能力及並行作業，將使得傳送時間被降低，而且在只針對有需要的端點進行傳送下，能夠滿足不同端點收到不同的電子廣告，不會使叢集內或網路中漫佈了封包，進而影響傳送能力。

1. 首先，依據區域特性來形成網路叢集，可以依不同叢集的人文特性，分送相關該叢集內的電子廣告。
2. 我們再利用 BitTorrent 生成種子的觀念，將眾多的多媒體電子廣告分割成不同的種子。
3. 接著我們將眾多的種子分佈到叢集內的各個端點，以求充分利用叢集內各端點的傳送能力，因此利用多重路徑法在彼此間形成多個多重路徑傳送網路 (multi-path end-to-end data transmission in networks)，以求擴充網路頻寬，縮減傳輸時間。

本論文所建構的方法實作於一個商用系統的子系統中，以實際的環境來驗證可行性；並且利用國立交通大學的網路與系統實驗室所開發的 NCTUns 來模擬不同情況時的傳輸情況，以期驗證本論文所提出方法之可使用於不同建構參數和資料量。

## 1.4 論文架構

本論文接下來之章節編排組織如下：

- 第二章. 將說明從其他文獻中獲得之相關知識及理論。
- 第三章. 將闡述本論文提出的架構，及如何將多媒體電子廣告資料透過本論文所提出的多種子和多重路徑 peer-to-peer-like 架構來完成資料的傳送。
- 第四章. 將展示本論文如何在叢集內傳送多媒體電子廣告資料，並且利用 NCTUns 模擬程式來模擬不同情況，以驗證本論文提出的方法之適用性和可行性。
- 第五章. 總結與未來研究方向。



## 第 2 章 背景知識

### 2.1 網路圖形定義

描述一個電腦網路的構成以  $N = (V, E, b, p, q)$  來表示之，而  $G = (V, E)$  是由節點(Vertex)集合及邊界(Edge)集合所構成具方向性的簡單圖形，而對圖形上的節點  $u$  及  $v$  而言，均存在一已給予的正整數的加權值，如  $b(\cdot)$ 、 $p(\cdot)$  及  $q(\cdot)$  [31]。

例如對一具方向性的邊界(edge)線  $e = (u, v)$  而言：

1.  $b(u, v) > 0$  : 為節點  $u$  及  $v$  中間邊界(edge)的路徑頻寬 (bandwidth)
2.  $p(u, v) \geq 0$  : 為節點  $u$  及  $v$  中間邊界(edge)的傳遞延遲 (propagation delay) ,
3.  $q(u) \geq 0$  : 為節點  $u$  的暫存延遲 (queuing delay) 。

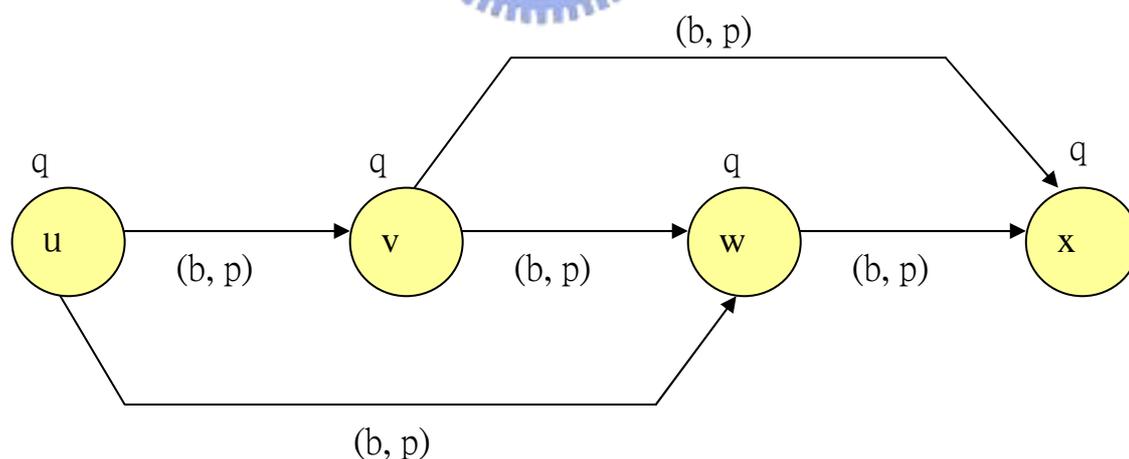


圖 2-1 電腦網路的簡單圖形

## 2.2 網路傳送的相關因素

在網路系統，能影響傳送的相關因素列舉如下：

1. 路徑的可用傳送頻寬(Available bandwidth)
2. 路徑的傳播延遲(Link Propagation Delay)
3. 中間節點儲存及處理資料所需的存貯時間(Queuing Delay)

如果要在最短時間的時間內完成傳送，則應將以上各點均列入考慮，方能找出一條最佳傳送路徑。在1990年Chen和Chin，提出了最快路徑問題(The quickest path problem)，闡述在傳輸網路中，在指定的兩端點間傳送已知大小的資料(message)，如何以多項式時間演算法來計算出一條最快路徑，使該項資料在指定的兩端點間能夠以最短的時間完成傳送[8]。所以如何縮短資料傳送時間，在網路系統中是相當重要的課題，因此便有許多以“最快路徑”為題的相關研究文章被提出。

而在其他的“最快路徑”相關研究中，有些研究是使用了路徑演算法來尋找多條最快路徑[9]，組合成多重路徑[10]，並將欲傳送的資料加以切割，再經由不同的路徑傳送到目的節點，如此便擴大了路徑的可用傳送頻寬，將傳送時間加以縮減[11]。在Guoliang Xue所提出的Optimal Multi-Path End-to-End Data Transmission in Networks一文中[12]，即是以多重路徑為題，對網路上傳送已知大小的資料時，提出多項式時間演算法，以計算出一組傳送時間最短的多重路徑。

## 2.3 相關的研究

有許多的文獻針對各種引發延遲的因素，提出相關的研究，例如：

1. 最少路徑數目( Minimum hop) - 為最佳排列擇徑的路由方法[13], 最少路徑數目演算法只考慮傳送時，所行經路徑節點數，並未將傳送的實際路徑距離加以考慮，所得到的路徑未必就是最短時間的傳送路徑。
2. 最短路徑( shortest path ) - 最短路徑演算法只考慮傳送時，所行經路徑總體的傳遞延遲，並未將傳送的資料量加以考慮，故所得到的最短路徑未必就是最短時間的傳送路徑 [14]。
3. 最大容量( maximum capacity ) - 最大容量演算法則是關注在路徑的可用容量，是否為網路中所有可用路徑的最大者[15]，列舉所有可能的解答，使用充分的條件大量刪減列出的所有可能，得到最後結果[16]，因為此法並未將路徑的傳送延遲加以考慮，所以其結果也不一定是最短的傳送時間。
4. 將傳送資料量(amount of data)加入考慮的最快路徑( quickest path ) - 最快路徑演算法不僅考慮到了傳遞延遲[17]，也將傳送資料量加以考量，也就是以傳送資料量為依據，將路徑傳遞延遲及該路徑所提供的可用最大容量加以考慮計算，進而求出一條傳送該筆資料時需時最少的傳送路徑，是謂“最快路徑” [8]。
5. 利用多條路徑組合來傳送資料的演算法 - 雖然以最快路徑演算法可找到單一路徑的最短傳送時間，但在整個網路中可能尚有其它可閒置未用的路徑，可以加以利用[18]；如將閒置未用的路徑加入，以形成一組傳送路徑的組合，如此便比單一傳送路徑得到更短的傳送時間，從而得到更好的傳送效能 [19]。目的在於改善路由時造成網路的高連線阻塞率與網路的低使用率，並可獲得更短的端點對端點傳送時間。

### 2.3.1 單一路徑法

假設我們希望將一大小(size)為  $\sigma$  之資料(message)以最快的方式，由起始節點  $u$  傳送到目的節點  $x$ ，以單一路徑而言，將有如下之傳輸延遲限制：

令  $\pi = (\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_t)$  為一條起始節點  $\nu_1$  至目的節點  $\nu_t$  的路徑，則路徑  $\pi$  的延遲時間為：

$$D(\pi) = \sum p(V_{j-1}, V_j) + q(v_j), \quad 1 < j \leq k; \dots\dots\dots(1)$$

其中  $\pi$  之最大可用頻寬為：

$$B(\pi) = \min b(V_{j-1}, V_j), \quad 1 < j \leq k \dots\dots\dots(2)$$

故當我們將一大小為  $\sigma > 0$  之資料，經由路徑  $\pi$  來傳送，其可用頻寬為  $b$  時，其限制為  $b \leq B(\pi)$ ，而其傳送時間  $T$  為：

$$T(\pi, b, \sigma) = D(\pi) + \text{ceil}(\sigma / b) - 1 \dots\dots\dots(3)$$

由上式可知，資料在單一路徑傳送問題 (single-path routing problem)，傳送時間實際上不僅與該路徑之路徑延遲  $D(\pi)$  有關，而且必須考慮路徑容量  $B(\pi)$ ，如此才能找出最短之傳送延遲。

### 2.3.2 多重路徑法

欲使傳送時間最短，則可使用多條路徑，即將網路中所有閒置之路徑找出，加寬頻寬來傳送資料，以期達到最短的傳送延遲，如此之方式則為多重路徑傳送問題 (multi-path routing problem)，此一傳送方式之概念如下：

欲將一大小為  $\sigma$  ( $\sigma > 0$ ) 的資料從起始節點  $u$  傳送到目的節點  $x$ 。對單一路徑 (Single-path routing) 而言是尋找一條  $u$  到  $x$  的路徑  $\pi$ ，使  $T(\pi, b, \sigma)$  為最小。對多重路徑路由 (The Multi-path routing problem) 而言，是將資料  $\sigma$  分解為為：

$$\sigma = \sum \sigma_i, \quad 1 \leq i \leq k; \dots\dots\dots (4)$$

同時也將每一邊界 (Edge) 的頻寬分解成一非負的整數，也就是對每一邊界  $(u, v)$  存在頻寬如下：

$$b(u, v) = \sum b_i(u, v), \quad b_i(u, v) \geq 0, \quad 1 \leq i \leq k; \dots\dots\dots (5)$$

而且對  $k$  條  $u-v$  路徑  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_k$ ,

$$b_i(\pi_j) = \min b_i(u, v), \quad 1 \leq j \leq k; \dots\dots\dots (6)$$

此處  $b_i(\pi_j)$  為 Edge 分解的最小頻寬。

在本論文的討論中，頻寬  $b(\cdot)$  和欲傳送的資料  $\sigma$ ，甚至為執行多路徑傳送而分割的頻寬  $b_i(\cdot)$  和其分配的流量  $\sigma_i$  其大小均為正整數。

## 2.4 簡單的範例

以圖 2-1 為例，所展示的為一  $N=(V, E, b, p, q)$  所構成的網路模型，節點集合為  $V=\{u, v, w, x\}$  等四個節點，每個節點上均伴隨有一數值  $q$ ，表示流過該節點時的存貯延遲 (queuing delay) 時間，同時假設圖形上的每一個節點的緩衝器均可容納所有越過的資料量；而每兩個節點間為具有方向性的傳輸線 (邊界線) 集合  $E=\{(u, v), (u, w), (v, w), (v, x), (w, x)\}$  等五個邊界線，每條邊界線上亦均伴隨有一  $(b, p)$  的資料對，其意義為該條邊界線的 (頻寬, 傳遞延遲)。如下圖所示：

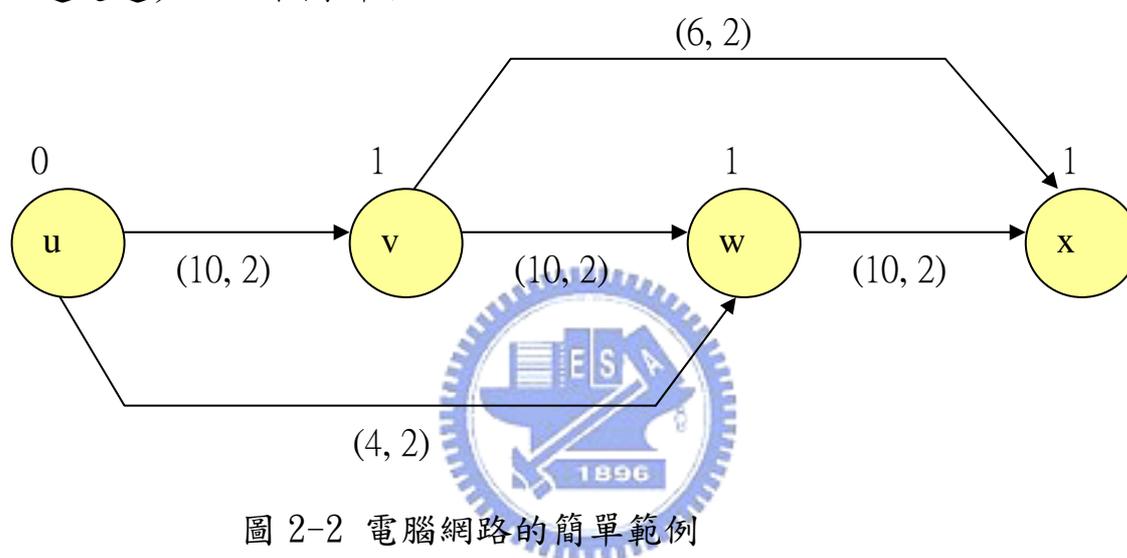


圖 2-2 電腦網路的簡單範例

1. 以節點  $x$  而言，其上的數值“1”即是存貯延遲 (queuing delay) 時間，表示為  $q(x)=1$ ，即資料流入該節點完成儲存及相關處理需時 1 個時間單位 (Time Unit)。
2. 而  $x$  節點及  $w$  節點間邊界線上的資料對  $(10, 1)$ ，即表  $x$ 、 $w$  間的路徑頻寬 (容量) 為 10，也就是該路徑每一單位時間可傳送 10 個資料單位 (Data Unit)，而且傳遞延遲 (propagation delay) 為 1 個資料單位 (Data Unit)。

## 2.4.1 單路徑傳送

例如，從節點  $u$  傳送 100 個單位資料到節點  $x$ ，而流經路徑為  $\pi_1$ ，設路徑  $\pi_1 = \{u, v, x\}$ ，則所需的傳送時間為 22 個時間單位。其傳送時間可以由下法得到：

1. 先找出對整條組合後路徑的頻寬即  $B(\pi_1)$ ，本例中  $B(\pi_1) = 6$ ，故有 6 個資料單位在時間單位為 0 時開始被送出，另 6 個資料單位則在時間單位 1 時被送出，其餘原理同上，而資料完整到達目的節點所需的時間為 22 個時間單位。以本方法傳送觀之，即可代入公式 (3)，即

$T(\pi_1, b_1, \sigma) = D(\pi_1) + \text{ceil}(\sigma / b_1) - 1$  來計算時間：

$$D(\pi_1) = (2 + 1) + (2 + 1) = 6$$

$$T(\pi_1, 6, 100) = D(\pi_1) + \text{ceil}(100 / 6) - 1 = 6 + 17 - 1 = 22 \text{ (時間單位)}$$

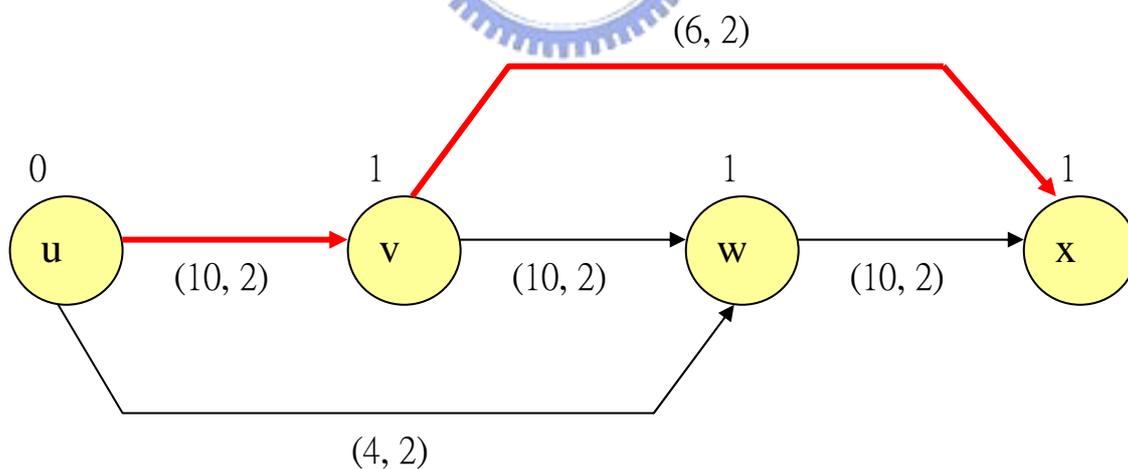


圖 2-3 單路徑傳送的  $\pi_1$

2. 故若以另一條路徑  $\pi_2 = \{u, v, w, x\}$  來傳送 100 個資料單位，則可以算出所需的傳送時間  $T(\pi_2, 10, 100) = 18$ ，即需要 18 個時間單位來完成傳送

$$D(\pi_2) = (2 + 1) + (2 + 1) + (2 + 1) = 9$$

$$T(\pi_2, 10, 100) = D(\pi_2) + \text{ceil}(100 / 10) - 1 = 9 + 10 - 1 = 18 \text{ (時間單位)}$$

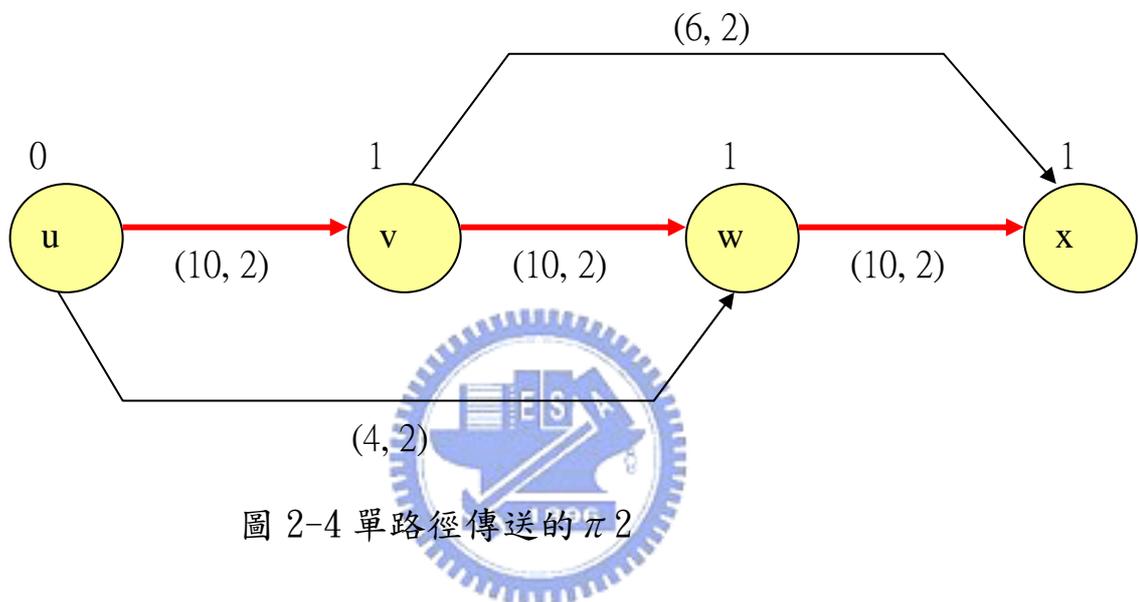


圖 2-4 單路徑傳送的  $\pi_2$

3. 故若以另一條路徑  $\pi_3 = \{u, w, x\}$  來傳送 100 個資料單位，則可以算出所需的傳送時間  $T(\pi_3, 4, 100) = 30$ ，即需要 30 個時間單位來完成傳送

$$D(\pi_3) = (2 + 1) + (2 + 1) = 6$$

$$T(\pi_3, 4, 100) = D(\pi_3) + \text{ceil}(100 / 4) - 1 = 6 + 25 - 1 = 30 \text{ (時間單位)}$$

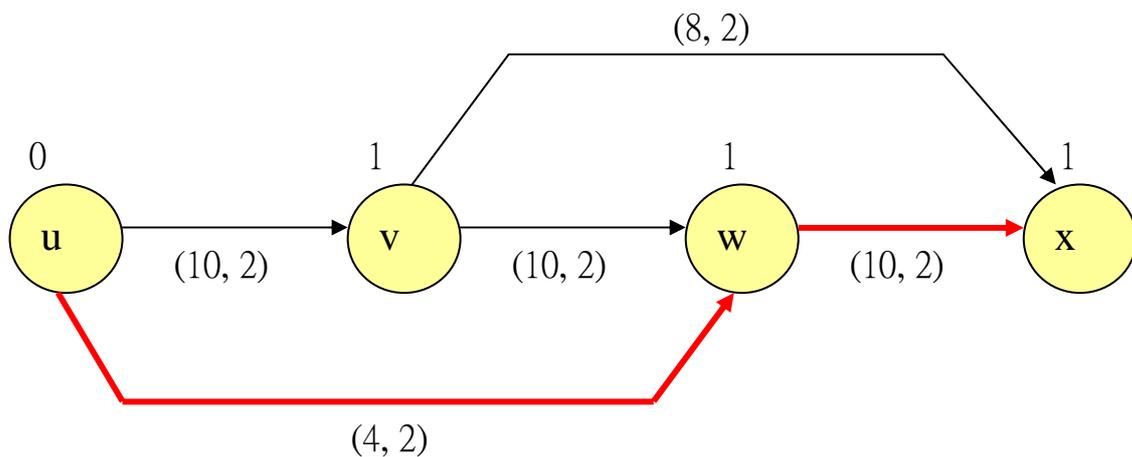


圖 2-5 單路徑傳送的  $\pi_3$

此亦是在網路中以  $\pi_2$  為最快路徑，以 18 個時間單位來傳送 100 個資料單位。此即為最快路徑問題 (quickest path problem)，最早被提出研討是在 Chen 和 Chin 的文章中[8]。



## 2.4.2 多重路徑傳送

而將單一路徑傳送擴展為多路徑傳送有 Xue, Sun 和 Rosen 所提的研究文獻[12, 18, 19]。若以其所提出的多重路徑來傳送 100 個資料單位，則可將資料分散到不同的單徑上，做法如下：

1. 48 個資料單位走路徑  $\pi_1$ ， $\pi_1 = \{u, v, x\}$ ， $D(\pi_1) = 6$ ，取  $b(\pi_1) = 6$ ，所以  $T(\pi_1, 6, 48) = D(\pi_1) + \text{ceil}(48 / 6) - 1 = 6 + 8 - 1 = 13$

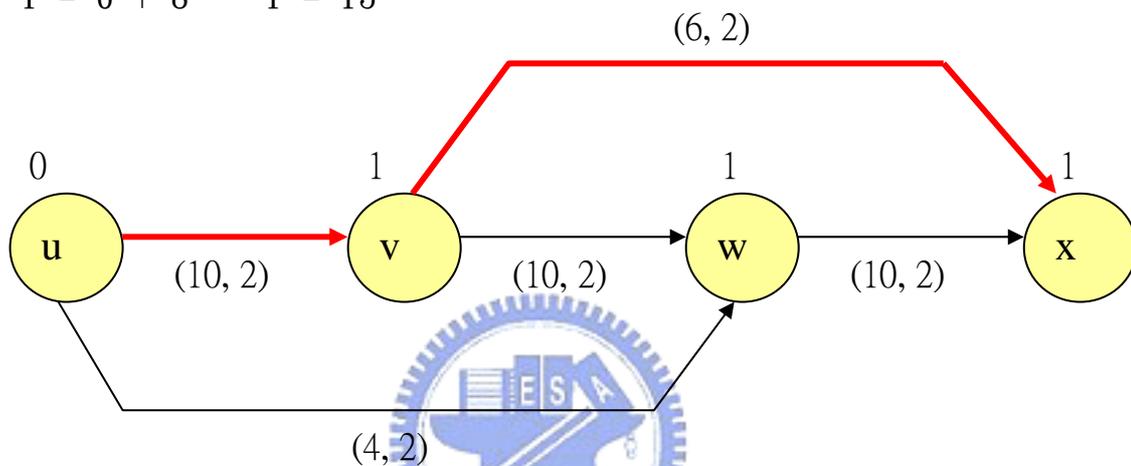


圖 2-6 多重路徑中的  $\pi_1$

2. 20 個資料單位走路徑  $\pi_2$ ， $\pi_2 = \{u, v, w, x\}$ ， $D(\pi_2) = 9$ ，取  $b(\pi_2) = 4$ ，所以  $T(\pi_2, 4, 20) = D(\pi_2) + \text{ceil}(20 / 4) - 1 = 9 + 5 - 1 = 13$

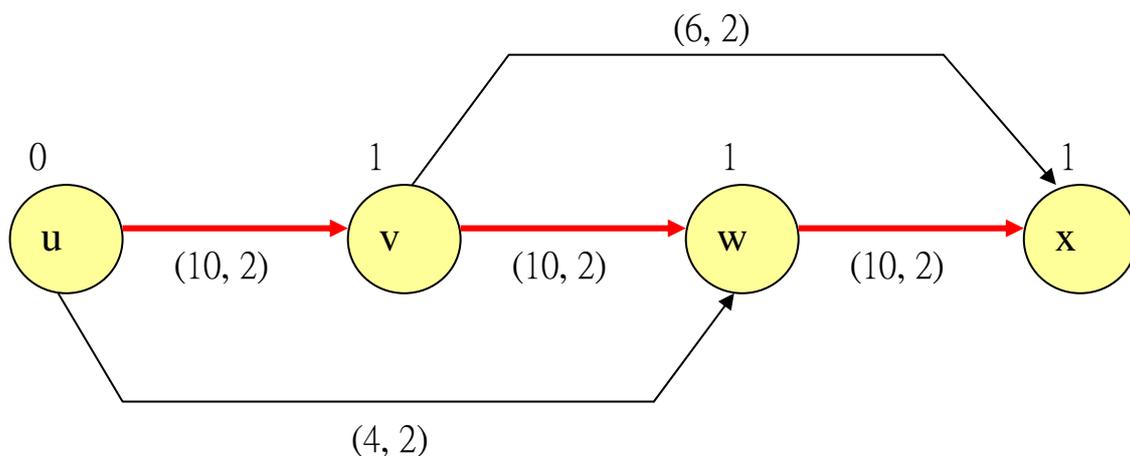


圖 2-7 多重路徑中的  $\pi_2$

3. 32 個資料單位走路徑  $\pi_3$ ,  $\pi_3 = \{u, v, x\}$ ,  $D(\pi_3) = 6$ , 取  $b(\pi_3) = 4$ , 所以  $T(\pi_3, 4, 32) = D(\pi_3) + \text{ceil}(32 / 4) - 1 = 6 + 8 - 1 = 13$

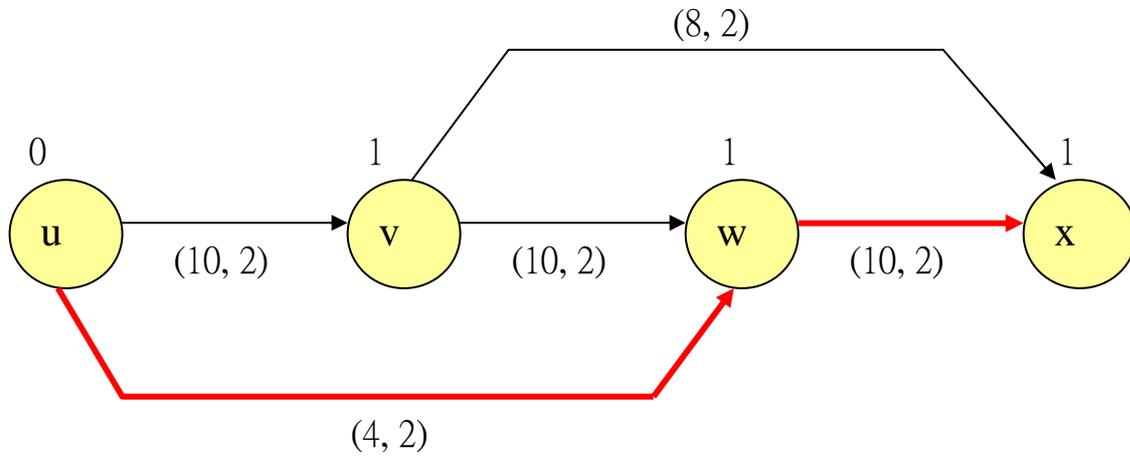


圖 2-8 多重路徑中的  $\pi_3$



### 2.4.3 單一路徑法和多重路徑法的比較

亦即將總流量分成三個分量走不同的三條路徑，共花費 13 個時間單位即可將資料傳送完成，比起最快單一路徑法傳送需 18 個時間單位而言，整體傳送時間變短了。若再增加資料量，將會相差更多，例如 800 個資料單位，用多重路徑只有 53 個時間單位，而最快單一路徑則需 88 個時間單位。

表 2-1 單、多重路徑法傳送結果的比較

|             | 路徑                      | 傳送資料<br>(資料單位) | 頻寬(資料單位/<br>時間單位) | 所用時間<br>(時間單位) |
|-------------|-------------------------|----------------|-------------------|----------------|
| 單一路徑<br>傳送法 | $\pi 1$                 | 100            | 6                 | 22             |
|             | $\pi 2$                 | 100            | 10                | 18             |
|             | $\pi 3$                 | 100            | 4                 | 30             |
| 多重路徑<br>傳送法 | $\pi 1 + \pi 2 + \pi 3$ | 100            | 14                | 13             |
| 單一路徑<br>傳送法 | $\pi 2$                 | 800            | 10                | 88             |
| 多重路徑<br>傳送法 | $\pi 1 + \pi 2 + \pi 3$ | 800            | 14                | 53             |

最後，我們將單一、多重路徑法的結果整理如上表，我們可以看出隨著資料量的增加，多重路徑法更具優勢。

## 2.5 點對點應用(Peer to Peer Application)

點對點應用主要概念是在現有實體網路上做邏輯佈設，並非重新建構新實體網路，用戶端不管選用哪種邏輯架構，最終資料傳輸與訊息傳送，還是藉由實體網路的IP 傳輸。兩個用戶端之間各種傳輸，不管是直接傳輸或透過其他用戶端的間接傳輸，基本上都是用戶端兩兩互相溝通傳遞。然而這些邏輯架構的優劣比較就在於佈設上是否穩固、是否有效率以及所提供服務的多寡[32]。

### 2.5.1 主從式傳輸 (Client and Server) 架構

主從架構是最早透過網路傳輸的方式[20]。由用戶端( Client )和伺服器( Server )組成。雙方必須以兩方皆認同的通訊埠( Port )和通訊協定( Protocol )來溝通。常見應用首推檔案傳輸協定( FTP )。

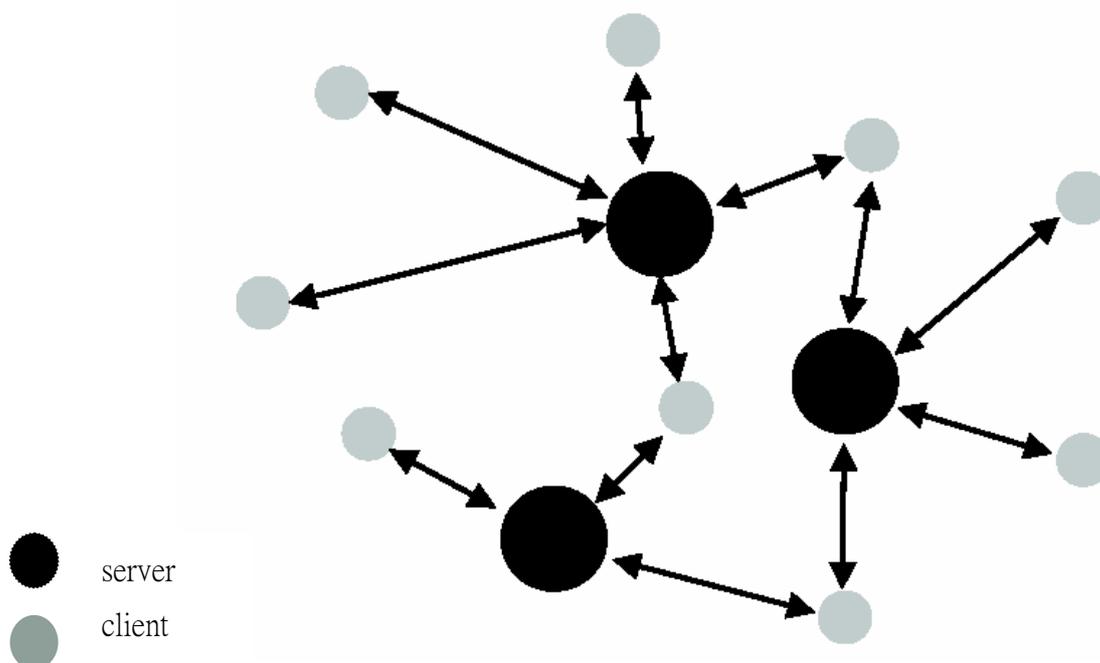


圖 2-9 主從傳輸架構

加入主從式傳輸架構用戶端只需要知道伺服器網路位置、通訊埠與通訊協定即可。用戶端搜尋資料時，直接向伺服器發出詢問即可。

此一架構的優點如下：

1. 通訊協定簡單。
2. 一般擁有較穩定的傳輸速度。
3. 容易確保下載檔案的完整性及統一性。
4. 伺服器可有效控管檔案的讀取權限。

此一架構的缺點如下：

1. 有固定的伺服器，容易成為攻擊的目標，一旦伺服器被攻破或者故障，則資訊的來源隨即停止。
2. 分享服務只能由伺服器端提供，用戶端要分享資源時，必須經由伺服器同意，然後上傳到伺服器。造成檔案分享的限制。
3. 用戶端必須知道伺服器等相關資訊。
4. 伺服器的負載重，除了提供搜尋還要負責傳輸資料。



## 2.5.2 第一代點對點傳輸架構

簡單地說，就是具有索引伺服器(Index Server)輔助檔案分享架構。主要是由索引伺服器和一般的點(Peer)組成，點即為用戶端。索引伺服器顧名思義，就是伺服器上擁有大型集中式索引，其中記錄相連點有哪些資源可供分享[21]。

加入架構的方法很簡單，如同主從式架構，點只需知道索引伺服器網路資訊即可。當點搜尋資料時，直接向索引伺服器詢問，而索引伺服器則回傳擁有所需資料的用戶端資訊。所需資料的實體來源是回傳中的部分用戶端，並非索引伺服器。這也是此架構與主從式架構最大的差異。Napster為第一代點對點傳輸架的代表。

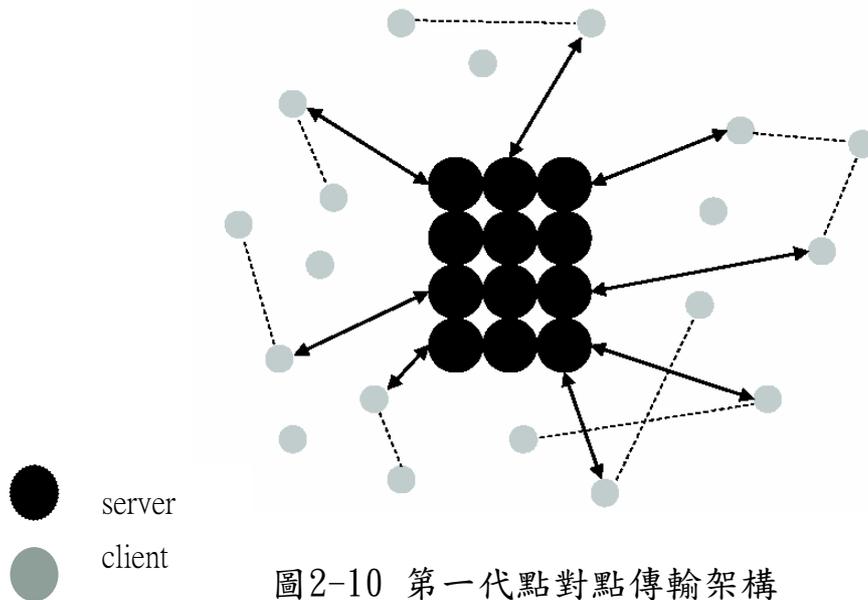


圖2-10 第一代點對點傳輸架構

此一架構的優點如下：

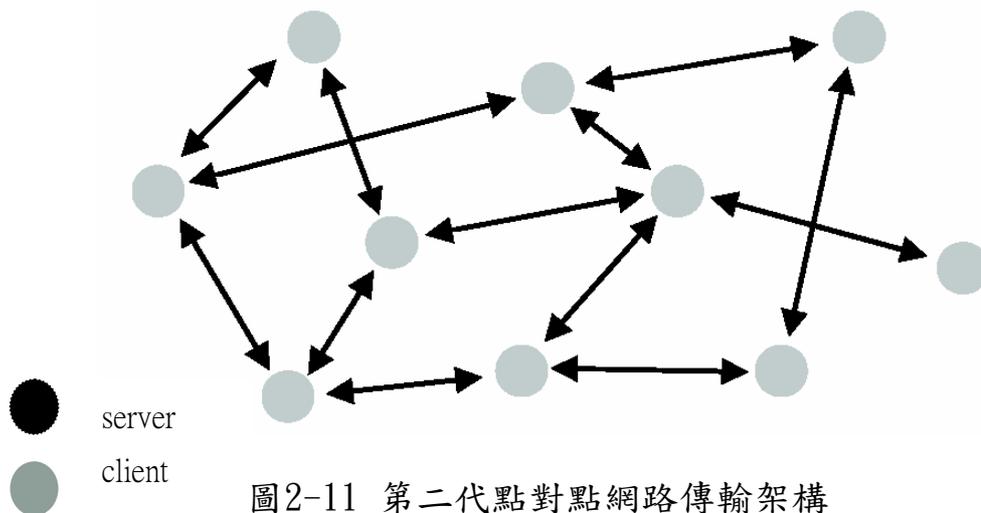
1. 不需處理檔案傳輸，伺服器負載減輕許多。
2. 一般狀況下，因為來源多所以傳輸速度提升許多。
3. 通訊協定簡單，用戶端不需維護其他用戶端資訊。

此一架構的缺點如下：

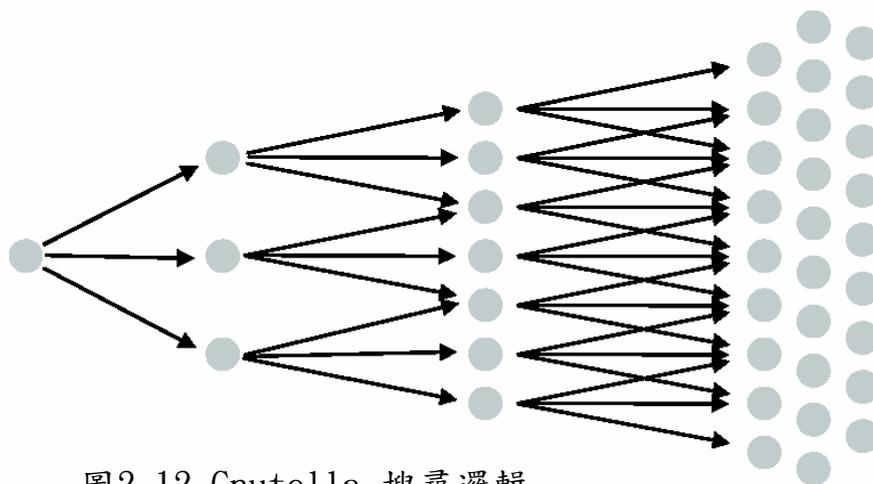
1. 已經證實為非法。法院判Napster 有大量的侵犯版權行為發生，下令其改進。
2. 因為有固定的索引伺服器，容易成為攻擊目標，一旦索引伺服器被攻破或者故障，則搜尋功能完全喪失。

### 2.5.3 第二代點對點傳輸架構

第二代主要是為了解決第一代中索引伺服器所引發的各種問題，尤其是違法問題。此架構下只有一種元件：點。所以架構中的服務必須由各點互相合作，因此出現鄰居( Neighbor )的概念，因為網路資源分散各處，所以此架構又被稱為分散式服務[22]。每點除了為接收端之外，亦會建立本地端可分享資源的索引表，提供其他點搜尋。



加入此類架構，必須藉由已在架構下的點輔助資訊交換認識其他鄰居。當點搜尋資料時，只需將搜尋封包傳送給所認識的鄰居。



分散式服務起初是以Gnutella 為龍頭[23]，其搜尋時將搜尋封包傳送給所有鄰居，然後鄰居各自回應原始點[24]，並轉送搜尋封包給第二層鄰居，如此遞迴下去。此種作法，造成相當嚴重的搜尋洪流(Query Flooding)[25]。

後來FastTrack (即KaZaA 的底層技術)迅速掘起取代其地位，改為搜尋封包在點間傳送，直到找到檔案實體才將搜尋結果回傳給原始點，並非每一點都做回應[26]。而這種技術仍相當不便，容易產生無用的搜尋迴圈，當大量搜尋同時執行將造成網路效能大幅下降。此問題最

簡單的處理方式就是限定搜尋深度(Gnutella 限制往下搜尋七層)，但是這個作法讓搜尋只限定於邏輯網路的某些區域。

此一架構的優點如下：

1. 沒有索引伺服器的限制。
2. 目前美國法院判定法律上合法。

此一架構的缺點如下：

1. 雖然利用限定搜尋深度，但是依然造成網路壅塞。而搜尋封包在網路中來回傳送，造成搜尋時間過長。
2. 只能做到區域性搜尋( Local Search )。
3. 較多人知道的點往往成為熱點(Hot Point)。造成該點負載遠高於其他點。
4. 如果預知點剛好都不在網路架構下，則等於無法加入該網路架構。



#### 2.5.4 第三代點對點傳輸架構

第三代是近期的主力，主要是因為加入分散式雜湊表( DHT，Distribute Hash Table )的概念，不再是第二代中雜亂無章的封包轉送，取而代之的是有系統、漸進式的尋找[27]。此架構下亦只有一種元件：點。不過每個點將會擁有一個唯一的用戶端編號。而所有的資源也都有自己的資料編號，所有資料編號資訊將會對應到有特定用戶端編號的點上。當點A 加入架構時，點A 必須知道至少一個以上已在架構下的點B，藉由B 交換資訊，A 將會找到一些點集合(Peer set) {S}。而{S}中所有點的用戶端編號和 A 的用戶端編號最為接近，亦可稱為A 的鄰居。除了找到鄰居之外，也會找到A 必須負責的所有資料編號。

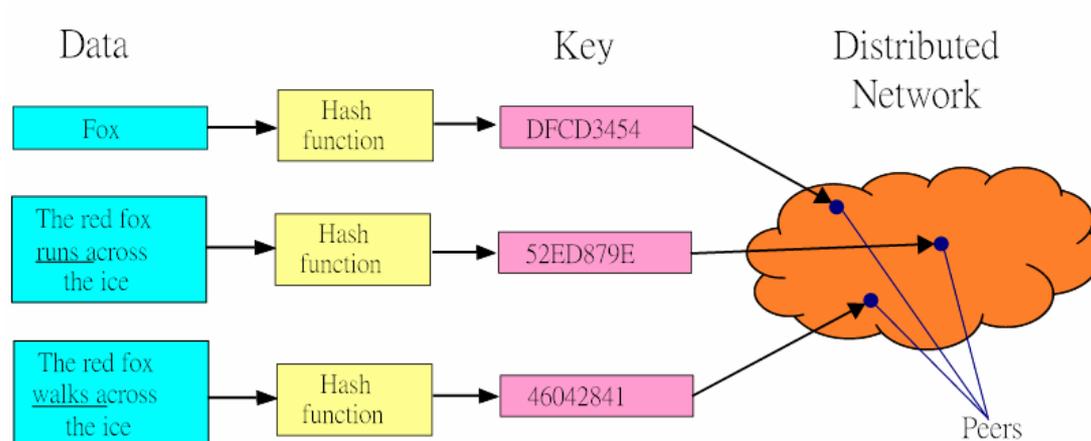


圖2-13 第三代點對點網路傳輸架構

搜尋時，點會計算出所需資訊應有的資料編號，然後藉由該資料編號計算出屬於哪一個用戶端編號，然後從所有鄰居中找出最接近該用戶端編號的一個送出查詢封包。基本上，此法解決了搜尋洪流，同時也不需限制搜尋長度，相對地，可做到廣域搜尋( GlobalSearch )。再者良好的鄰居選擇策略可以降低搜尋跳躍數目，類似架構下如CAN需要 $O(N(1/d))$ ( $N$ ：點總數、 $d$ ：維度)、Chord、Pastry、Kademlia等都可以降低到 $O(\text{Log}N)$  [28]。

此一架構的優點如下：

1. 解決搜尋洪流。
2. 可做到廣域搜尋。

此一架構的缺點如下：

1. 每點的責任相對變大，點離開將會造成搜尋失敗率變高。而且必須花額外的頻寬來維護點與資料的關係。
2. 部分架構加入其他技巧如樹狀搜尋、快取等方法加速搜尋，但同時也增加許多維護訊息。

## 2.5.5 Bittorrent點對點網路傳輸架構

除了前述的架構之外，還有一些其他的架構，其中最著名的就是KaZaA、Bittorrent。這兩種架構的效能相當受肯定。下面將說明Bittorrent 概念。

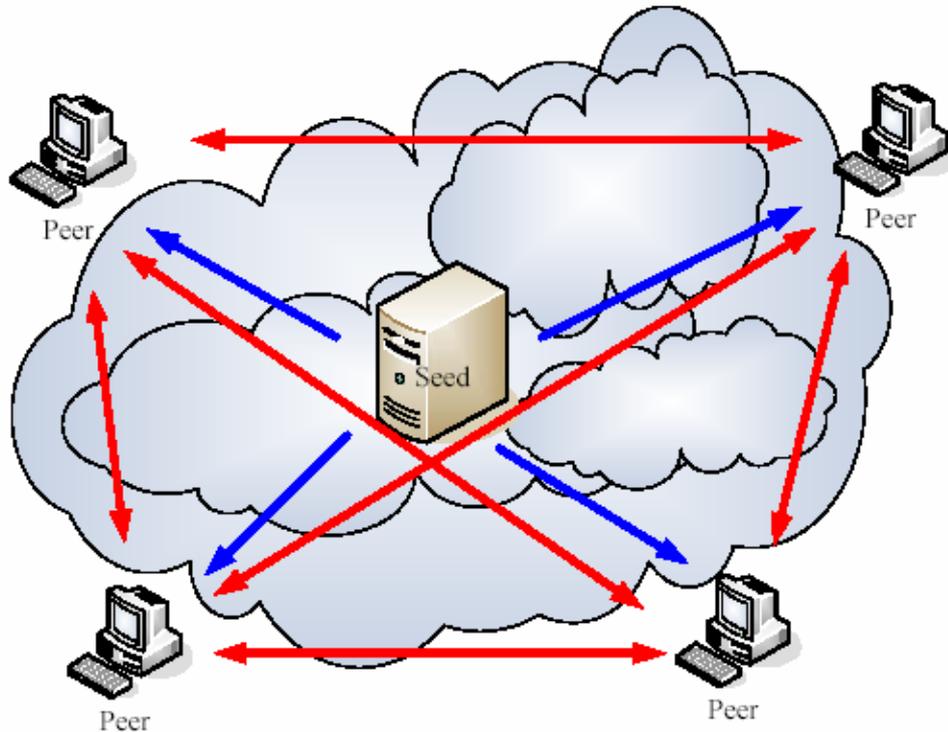


圖 2-14 BitTorrent 的架構圖

BitTorrent 沒有提供搜尋的功能，使用者必需自行尋找所需的種子 (SEED, .torrent 檔)，在種子中包含了：追蹤者 (Tracker) 的網路位置、最初的來源網路位置、檔案雜湊值等等的相關資訊；唯有使用種子才能下載所需檔案。

BT的原理是將社群中的用戶角色分為二種：

一稱為播種者(Seeder)：播種者本身持有分享檔案的完整備份(100%)  
可以提供其他用戶進行檔案下載。

一稱為寄生者(Lecher)；而寄生者則持有分享檔案的一部分或稱片段  
(Fragment)，於是其一方面從播種者下載尚缺的檔案，另一方面將本身持有的檔案分享  
給另一個寄生者。

也因此愈多人下載，由於不同的寄生者能提供不同的檔案片段，因而  
有較佳的下載速度。

而為了提供社群客戶端能搜尋到想要下載的檔案，播種者在分享檔案  
時便產生追蹤者(Tracker)服務，會將正在下載檔案的寄生者訊息彙  
整，讓所有的下載者能互相連結，並分享彼此擁有的部份檔案片段。

BitTorrent 的架構由種子來源、追蹤者、端點組成：

1. 種子來源：提供種子取得，可以是網站論壇或使用者之間互相交  
換。
2. 追蹤者：在BitTorrent 佔最重要的角色，追蹤者會輔助檔案尋  
找，因為追蹤者(寄生者)記錄哪些點擁有所需資料的片  
段可供下載。
3. 端點：是每個用戶端，不僅為接收端，同時也為來源端。

BitTorrent 的加入，不需要透過複雜的溝通，只要得到種子即可。  
取得種子後，BitTorrent 軟體會解析種子的內容，取得追蹤者的網  
路位置，並與追蹤者溝通，然後詢問追蹤者是否有擁有資源的來源  
點，獲得來源點的網路位置後，端點就開始向這些端點要求傳輸[30]。

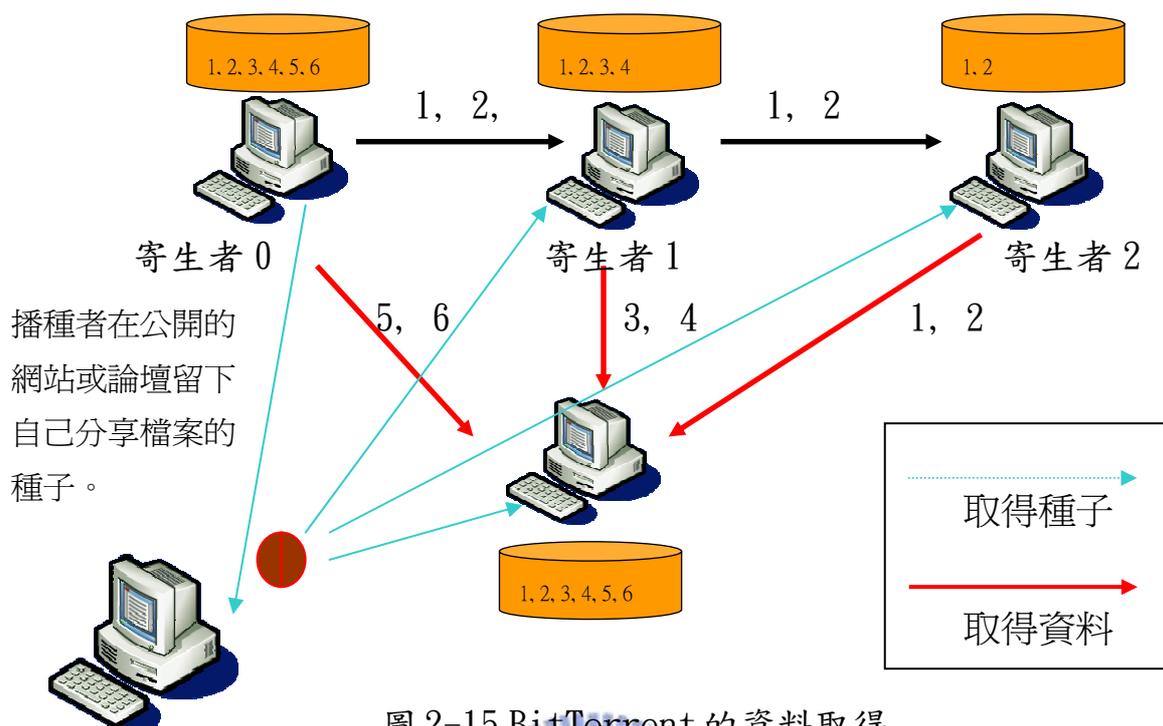


圖 2-15 BitTorrent 的資料取得

在第一次傳輸時，除非本身擁有檔案實體，否則檔案必而由其他端點傳至搜尋點，當用戶端經傳輸得到檔案後，追蹤者會記錄該用戶端擁有哪些檔案片段。當該資料再次被要求傳輸時，追蹤者會盡可能以同區來源點為回傳結果，如圖 2-15 所示，寄生者 1 向寄生者 0 取得資料片段 1、2、3、4，寄生者 2 從寄生者 1 取得資料片段 1、2，而最新的搜尋點可同時從三個寄生者取得資料片段。

此一架構的優點如下：

1. 不需要繁雜的系統維護。
2. 實際網路中流量最大。

此一架構的缺點如下：

1. 缺少搜尋的機制，必須由使用者自行尋找種子。
2. 檔案資源的分享者，必須自行尋求穩定的追蹤者。

## 2.6 小結

1. 最短路徑法：最短路徑法確實可以找到一條最快的傳送路徑，但僅有一條最寬的路徑，在面對大量資料傳送時，傳送效率仍不及多重路徑法。
2. 多重路徑法：多重路徑法可以在網路上找出閒置的路徑來增寬頻寬，但其方法探討僅限於兩點之間，在面對叢集內的多份資料庫備份，仍有不足的地方，必須同時考慮路徑共用的情況。
3. 主從式傳輸架構：大量的資料傳送會造成伺服器的負載過重，尤其是批次式傳送。
4. 第三代點對點傳輸架構：必須花額外的頻寬以及許多維護訊息來維護點與資料的關係，同時必須加入其他技巧，如樹狀搜尋、快取等方法加速搜尋。
5. Bittorrent：缺少搜尋的機制，必須由使用者自行尋找種子而且必須自行尋求穩定的追蹤者，具有不穩定的特質。

如果只是用單一方法來傳送多媒體電子廣告時，都有其侷限性。所以我們提出一個傳送的方法，結合多重路徑法和BitTorrent的優點：

1. 首先，將叢集內的各個端點構成許多個多重路徑。
2. 再來，將全部的廣告內容切割成不同的BitTorrent種子，存放在叢集內的各個端點。
3. 各個端點存放的種子再經由多重路徑來彼此互傳，以充分利用各端點的傳送能力，以達到完整的傳送，以及縮減傳送時間。

這個架構同時利用多重路徑和多重種子的優點，以期達到分佈具分眾性的多媒體電子廣告到各端點。

### 第 3 章 利用多重路徑、多種子傳送大量多媒體電子廣告的方法

#### 3.1 系統概觀

本系統是多媒體電子廣告系統中的一個子系統---派送系統，作用是依據排程系統決定的結果，分別派送眾多的廣告播放排程清單以及廣告內容的檔案到各廣告點。而此一多媒體電子廣告系統共有廣告內容編輯管理系統，排程系統，派送系統，播放系統，以及監控管理系統。表示如下圖 3-1：

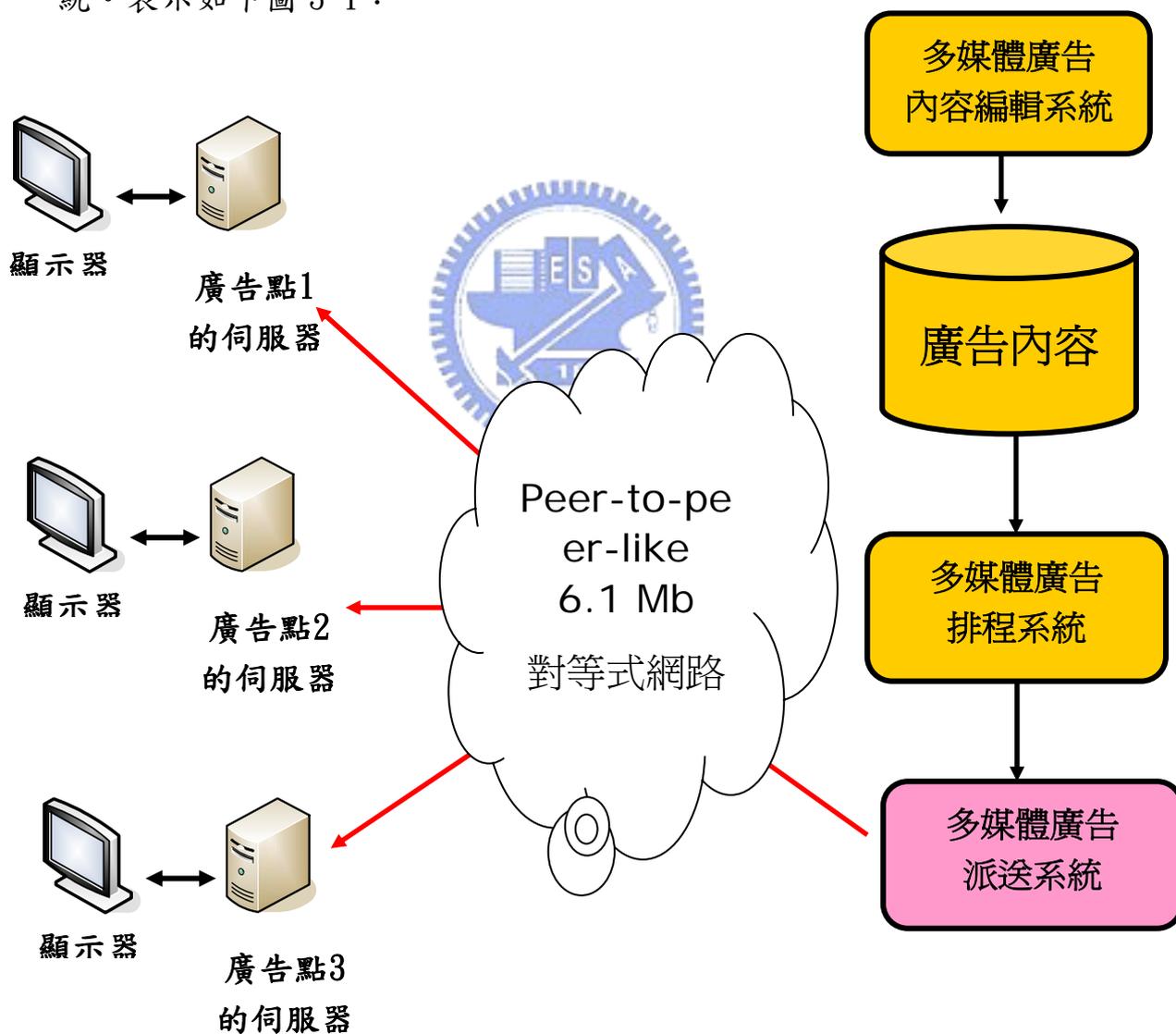
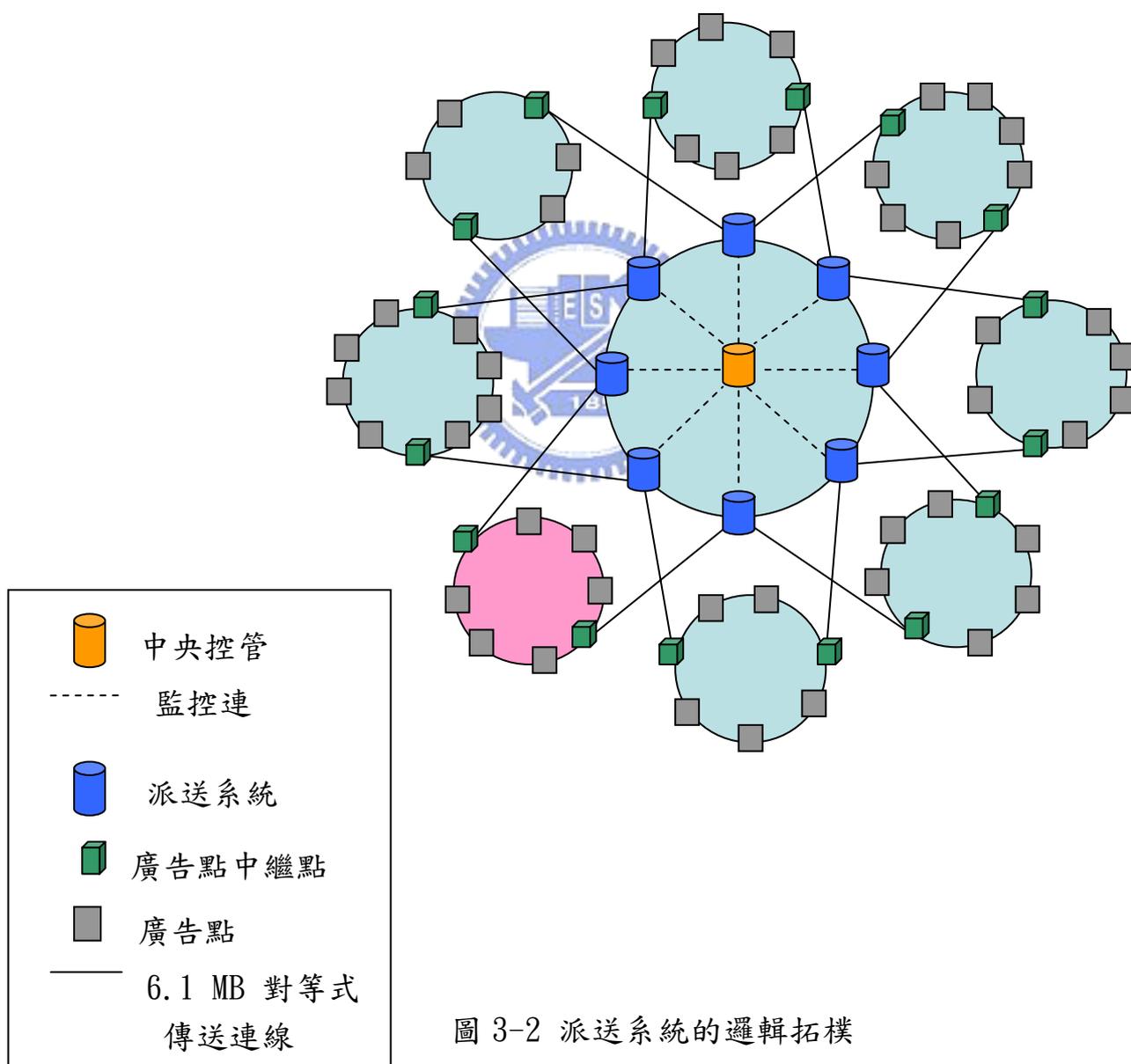


圖 3-1 多媒體電子廣告系統的系統概觀

### 3.2 邏輯拓樸

本系統的資料來源是多媒體電子廣告內容編輯系統所完成的廣告內容資料庫，由多媒體廣告內容編輯系統產生的廣告內容資料庫經由多媒體廣告排程系統選用和完成播放清單後，將放在由派送伺服器所構成的環狀拓樸中，再由中央控制系統驅動派送工作的開始，經由網路傳送到區域性的叢集網路之中繼站。利用區域性的彼此靠近的特性，我們構成不同的叢集，而任何叢集網路中都有一至二個中繼站，中繼站及各端點彼此相連以形成多重路徑。



### 3.2.1 多重路徑的拓樸設計

我們利用區域性的彼此靠近特性，構成一個叢集網路，利用其中一或二個端點做為中繼站。中繼站負責從派送網路下載所有的資料，並且生成眾多的種子，再將種子們分佈到不同端點上的資料庫，就是各個端點在 pass 1 時只有整個的一部份，在 pass 2 時，利用各端點的網路能力把本身的種子，再傳送給其他的端點。在端點間互傳種子後，各個端點就擁有完整的多媒體電子廣告了。

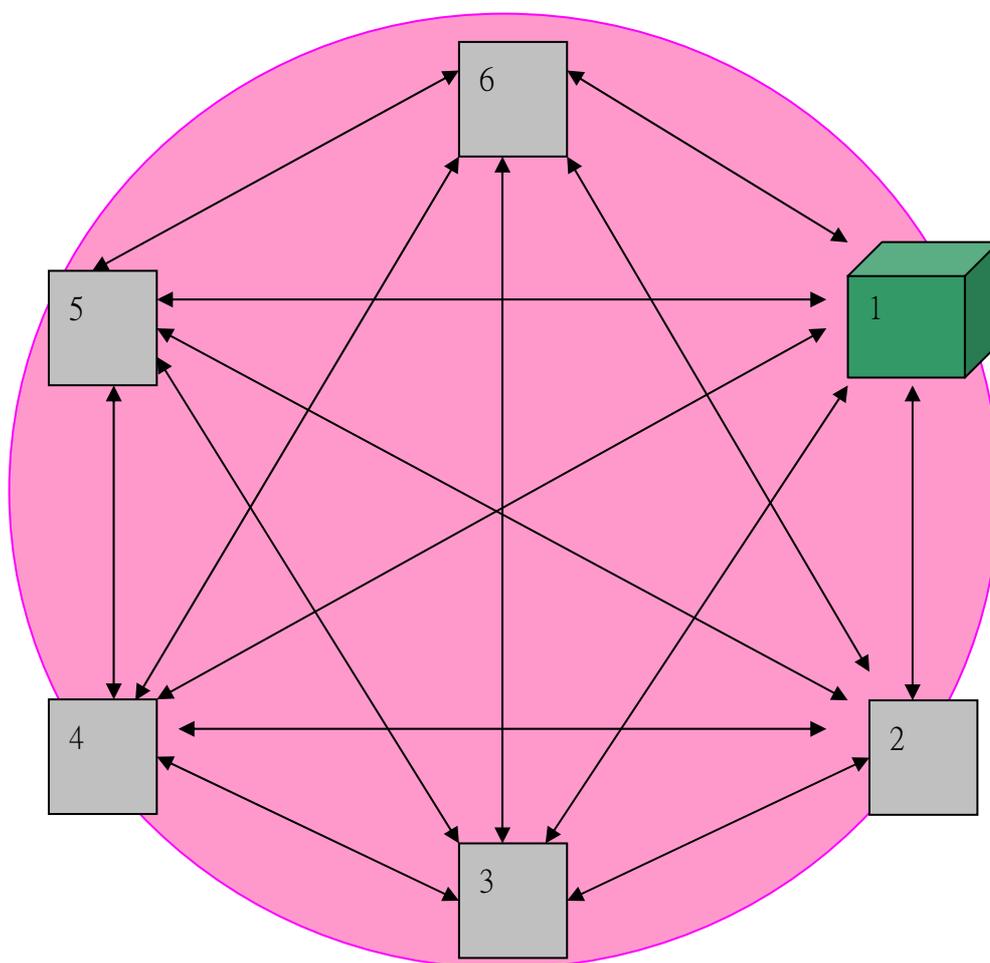


圖 3-3 多重路徑的邏輯拓樸示

### 3.3 系統架構

本系統定位是介於應用層的電子廣告的排程系統和TCP/IP 之間，分為三個主要管理元件，分為三個主要管理元件，包括控制所有傳輸的訊息管理元件(Message Manager)、產生種子的分享檔案管理元件( Share Data Manager)、傳收/接受種子的資料傳輸管理元件(Transmission Manager)。

藉由三個管理元件合作，以完成多媒體電子廣告資料傳送至各端點的資料庫。下面將一一詳細介紹各管理元件的作用，與其他管理元件的關係。

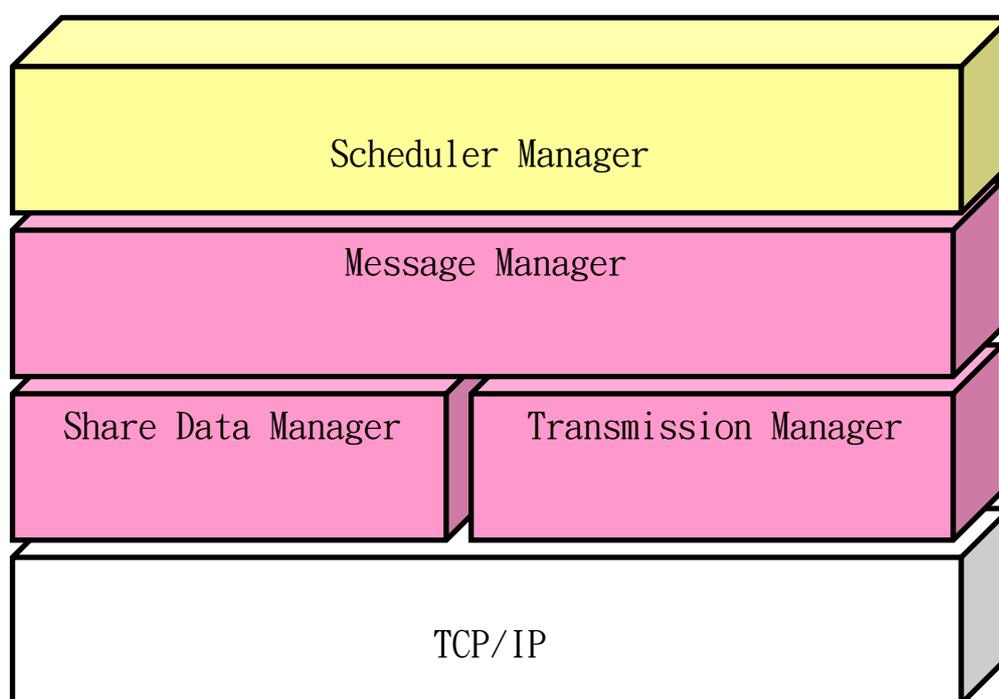


圖 3-4 派送系統的元素架構

#### 3.3.1 分享檔案管理元件( Share Data Manager)

分享檔案管理元件用以管理本身要分享的檔案，主要工作就是依據不同的頻寬產生不同的種子。並且透過訊息管理元件(Message Manager)和各端點溝通傳送各階段的訊息，再利用資料傳輸管理元件(Transmission Manager)進行多重路徑的傳遞種子。

在資料傳輸管理元件(Transmission Manager)完成接收後，會透過訊息管理元件告知分享檔案管理元件，以解析種子的內容，依據本身的責任和叢集的拓樸，再將種子傳送到有需要的端點上，進而完成整體性。並依據訊息管理元件(Message Manager)的結果來決定是否正確完成。

為了避免出現傳送之後無法使用的問題，分享檔案管理元件也會檢查本身的資料是否完整，如果尚未完整，分享檔案管理元件會主動搜尋短缺的資料片段，並進行重新下載，以避免下載後無法使用。

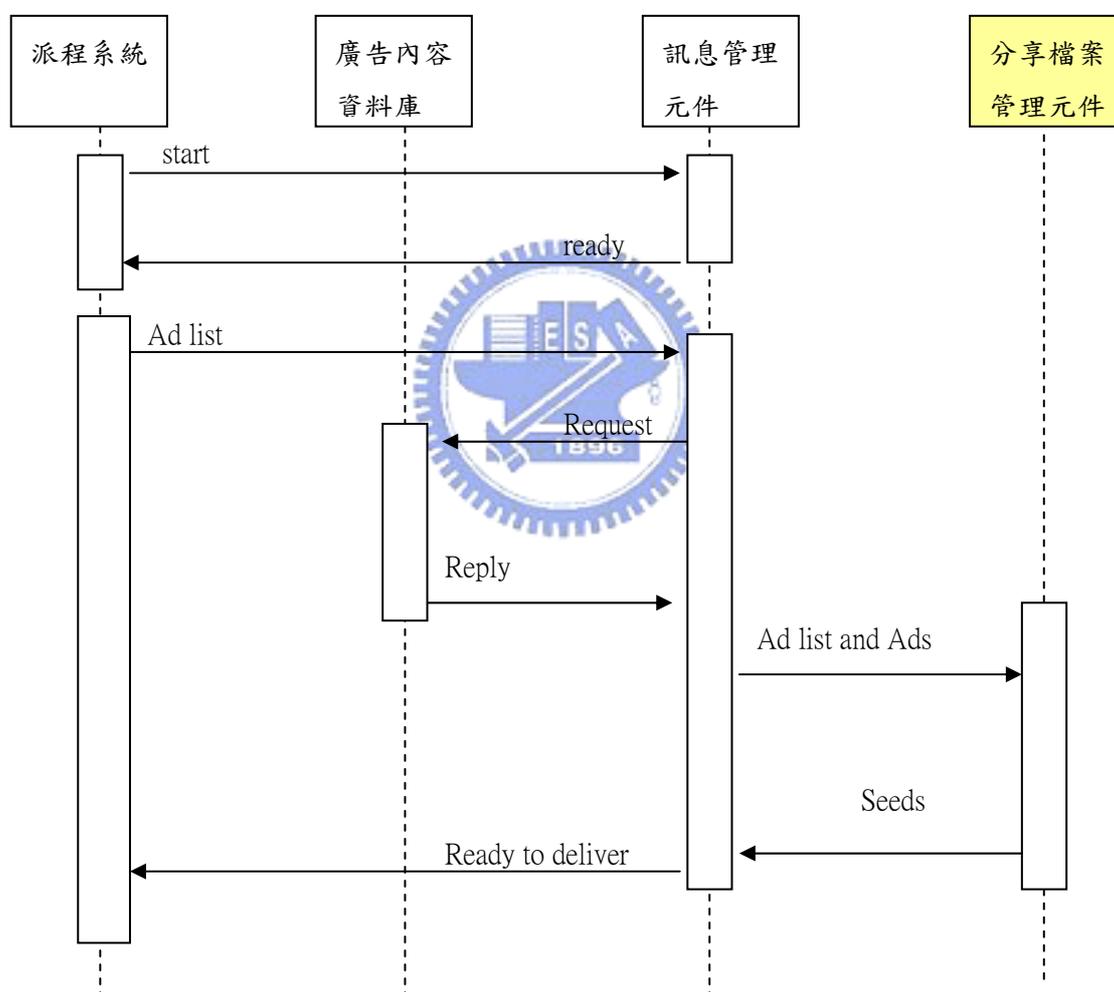


圖 3-5 分享檔案管理元件的 sequence diagram

### 3.3.2 資料傳輸管理元件(Transmission Manager)

真正資料傳輸是由資料傳輸管理元件(Transmission Manager)負責。該元件必須負責所有資料的實體傳輸。在完成接受種子後，會紀錄相關的資訊，並且要透過訊息管理元件與分享檔案管理元件溝通，是否要再往別的端點傳送。

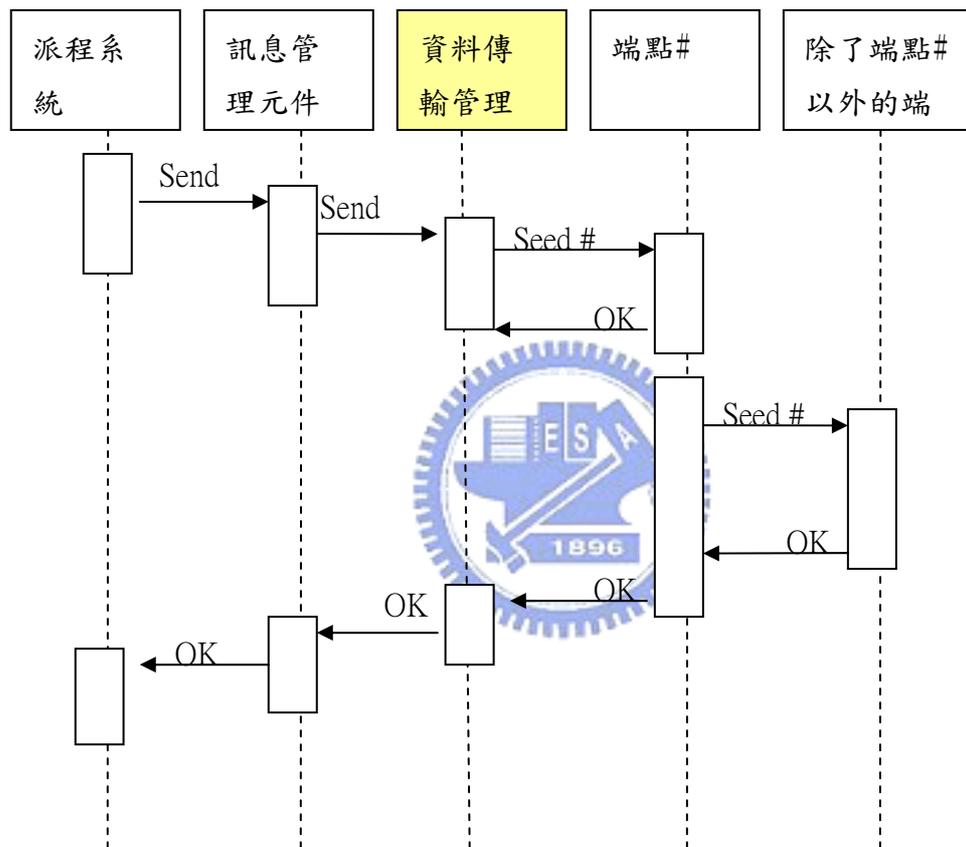


圖 3-6 資料傳輸管理元件的 sequence diagram

### 3.2.3 訊息管理元件(Message Manager)

訊息管理元件通常接收到的訊息為狀態訊息。在接到狀態訊息後，控制元件會將訊息分析後，傳至適當的管理元件，以啟動新的動作。

如果有不正確的例外情況，訊息管理元件也會以log的方式儲存訊息，以供回溯除錯。

### 3.3.4 一個範例

Pass 1 (1/1)：中繼站先把多媒體電子廣告劃分為不同的種子，並且透過網路把眾多種子分佈到各個端點上。

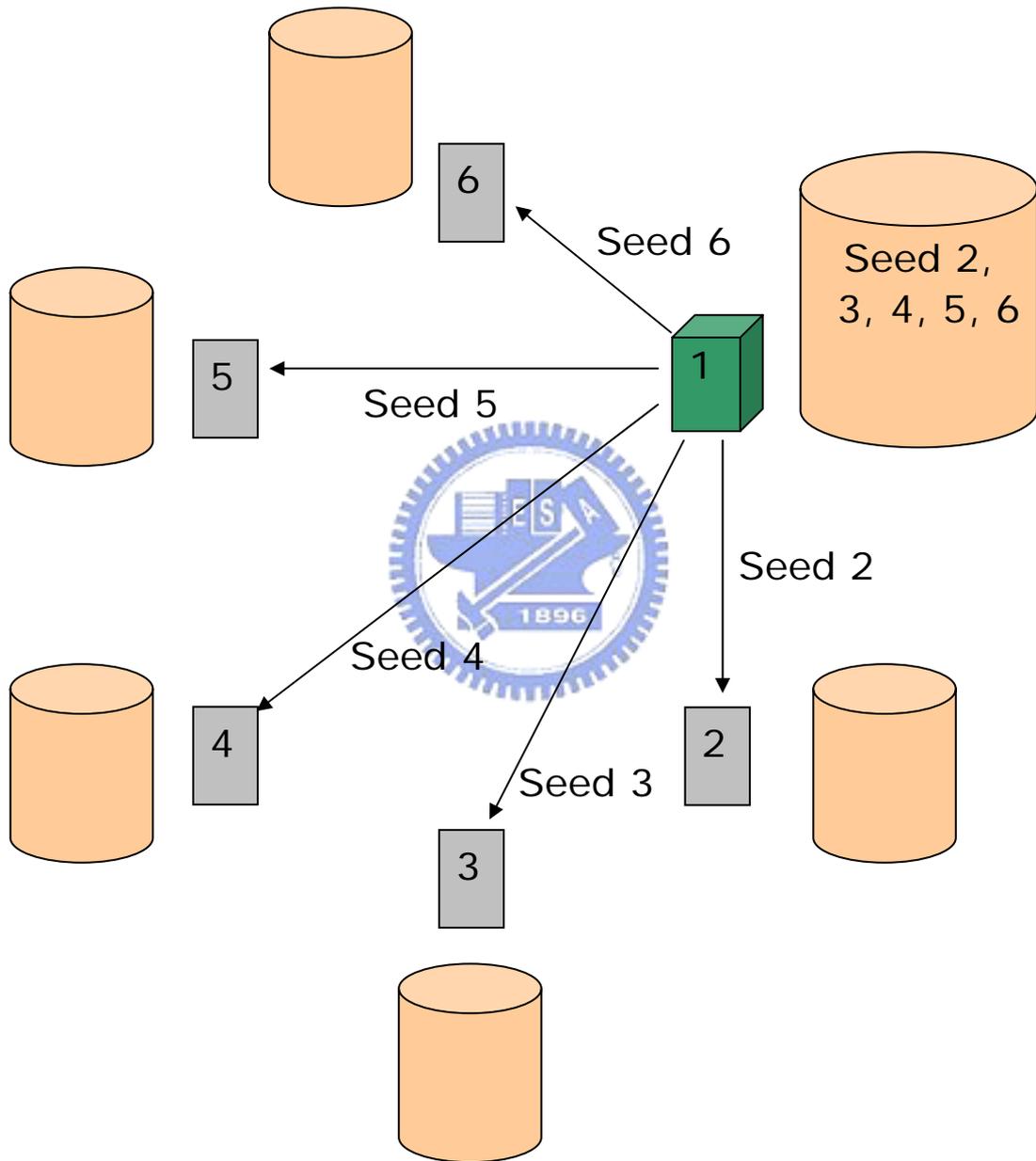


圖 3-7 pass 1，散布種子示意圖

Pass 1 (2/2)：在中繼點傳送完第一次的種子後，其他端點都有一份屬於自己的種子，如圖所示：

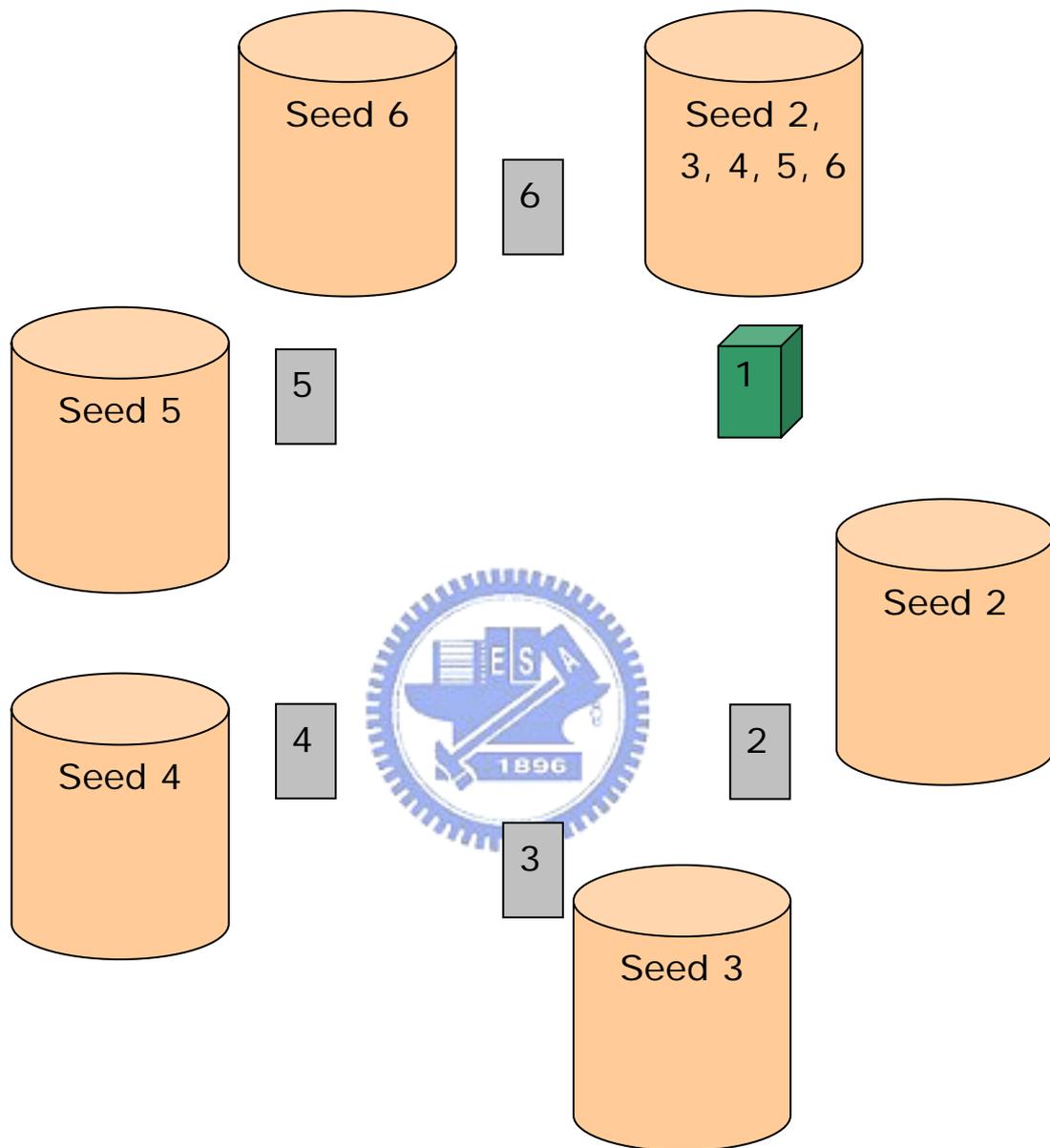


圖 3-8 pass 1 結束時，各端點得到的種子

Pass 2 (1/2)：在Pass 1結束後，各個端點只有整個的一部份，所以各個端點要把自己擁有的種子再送給其他的端點；同時，也接受其他端點傳來的不同種子。

下圖以端點 2 和 5 再傳送為例。實際上，是各端點都幾乎在同時互傳，要視 pass 1時中繼點和端點的情況而定。

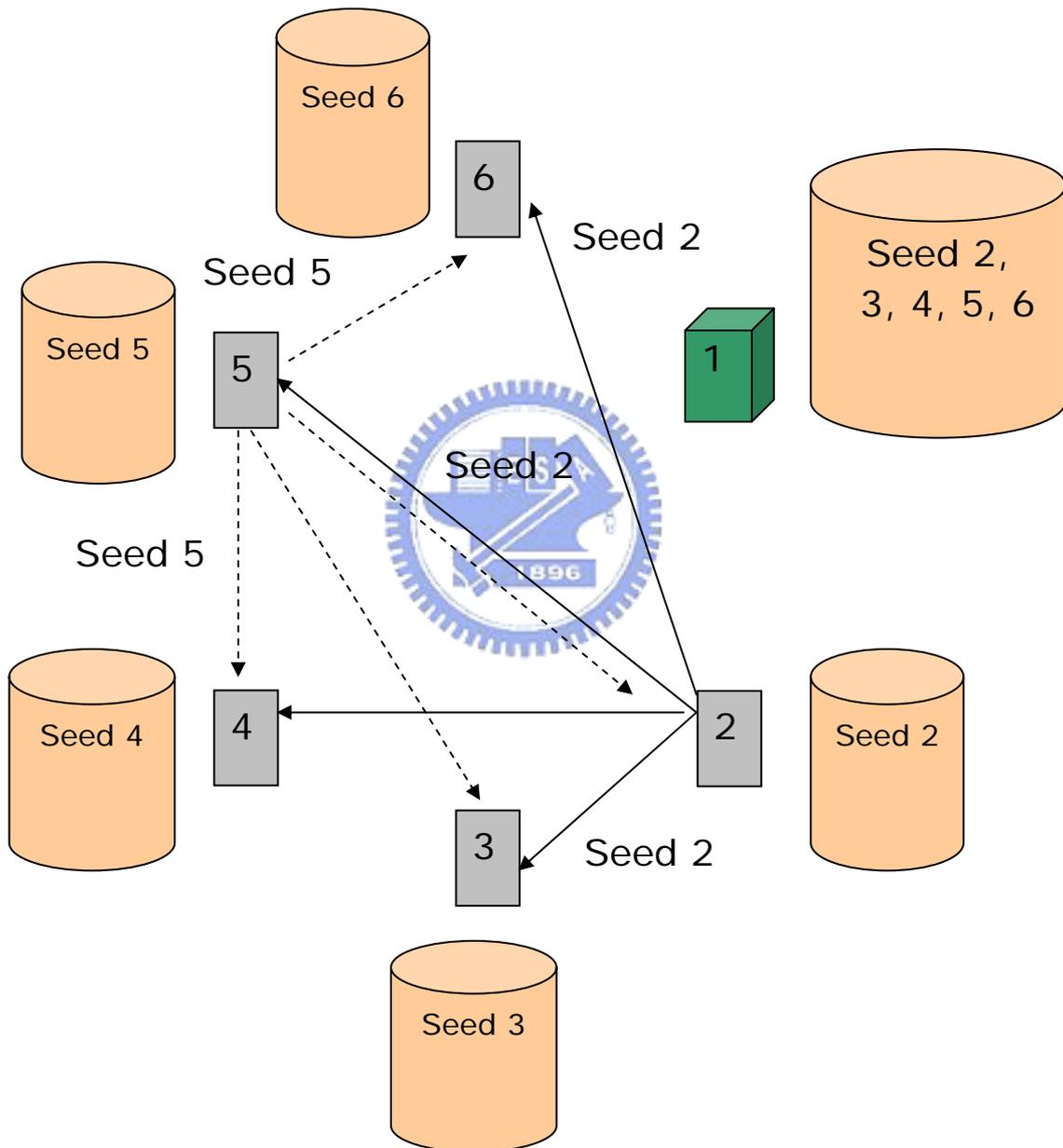


圖 3-9 pass 2，各端點由多重路徑得到種子

Pass 2 (2/2)：在Pass 2 的端點 2 和 5 都傳完自己的種子後，其他端點就有新傳來的種子，如此一來，每個端點都收到別人的種子，也自己的種子透過端點的頻寬傳送給別的端點，最後收集所有的種子，就是整份的多媒體電子廣告。

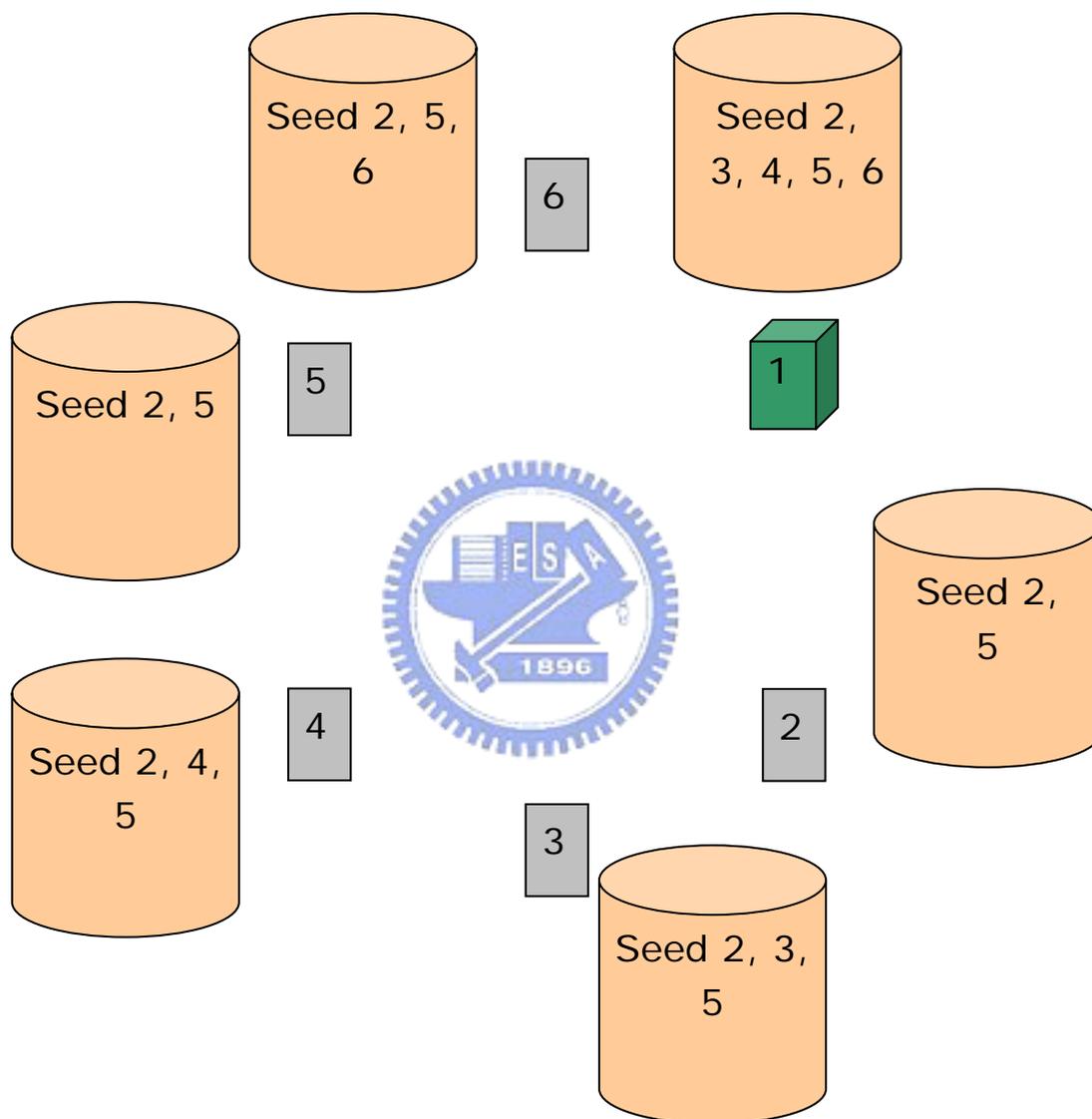


圖 3-10 pass 2 結束時，各端點得到的種子

最後：所有的端點都從別的端點得到剩餘的部份，而完成全部的多媒體電子廣告。

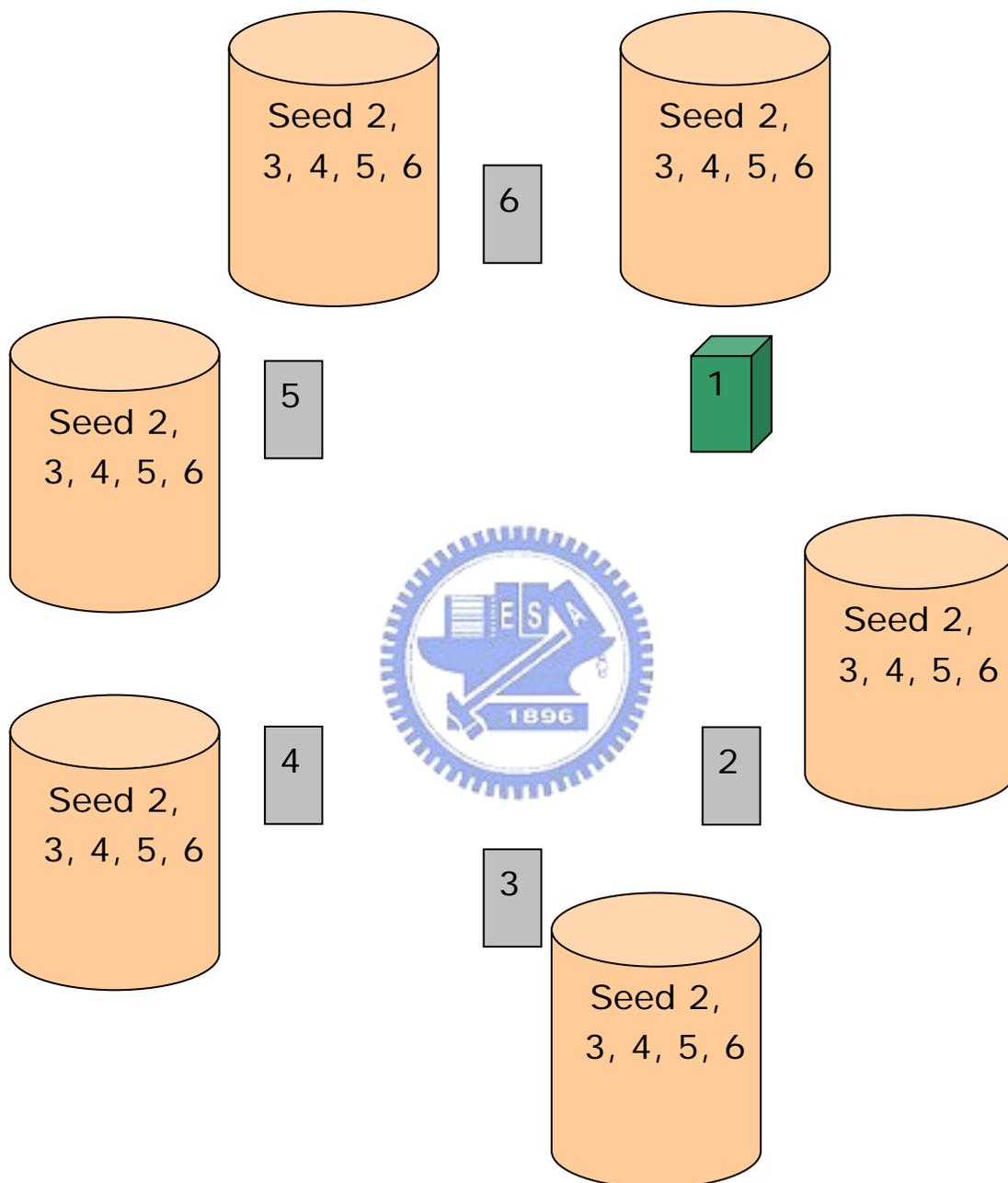


圖 3-11 final，所有的端點都得到所有種子

### 3.4 分割種子

#### 3.4.1 資料內容大小

一個廣告之儲存容量計算如下：

$$X \text{ min} * 60 \text{ sec/min} * 30 \text{ frames/sec} * Y \text{ kb} \dots\dots\dots(7)$$

X 為影片平均播放時間；

Y 為每個 frame 之大小，根據影片格式不同而會更動；

假設畫面大小為 640 \* 480 pixel, 其影片格式為 30 frames / sec , 放映長度為 1 分鐘，則每支廣告大小約為 8MB；

假如有 40 支廣告/每天，則需要 40 \* 8 = 320 MB/天·端點

#### 3.4.2 單一路徑派送



若廣告叢集內共有 20 個廣告點，共有 40 支廣告內容要傳輸，在頻寬為 T2 專線(6.1 Mbps)下，所需要之時間：

$$320 \text{ MB} * 8 \text{ bits} * 19 \text{ 廣告點} / 6.1 \text{ Mbps} = 7974 \text{ sec} \approx 133 \text{ 分鐘} \\ \approx 2.3 \text{ 小時}$$

#### 3.4.3 多重路徑派送

假設每台廣告點上皆有 40 支廣告，在每個廣告點上皆有 30 支相同的廣告需要派送，而每個廣告點只剩下 10 支廣告不相同，因此可以採用本論文提出的架構和演算法來派送廣告，以減低傳輸的時間。

若廣告叢集內共有 20 個廣告點，共有 40 支廣告內容要傳輸，而有 30 支廣告是相同的，10 支是依不同廣告點來傳送，在頻寬為 T2 專線 (6.1 Mbps) 下，所需要之時間：

廣告不同的部份(P2P-like)：

$$10 \text{ 支廣告} * 8 \text{ MB} * 8 \text{ bit} * 19 \text{ 端點} / 6.1 \text{ Mbps} = 1994 \text{ 秒}$$

所以我們算出以多重路徑和多種子的方法來傳送多媒體電子廣告所需的時間為：

廣告相同的部份(P2P-like)：

步驟一階段:廣告點 1 分派各廣告點各自的部份。

$$2 \text{ 支廣告} * 8 \text{ MB} * 8 \text{ bit} * 19 \text{ 廣告點} / 6.1 \text{ Mbps} = 399 \approx 7 \text{ 分鐘}$$

步驟二階段：各廣告點同時派送分享廣告內容。

$$2 \text{ 支廣告} * 8 \text{ MB} * 8 \text{ bit} * 18 \text{ 廣告點} / 6.1 \text{ Mbps} = 378 \approx 7 \text{ 分鐘}$$

步驟三階段：每個廣告點現在都已派送所有的廣告內容，並檢查完整性。則全部的傳送時間大概：34 + 7 + 7 ≈ 48 分鐘

相對單一路徑的批次傳送需 133 分鐘，而多重路徑、多種子方法是 48 分鐘，比較結果如下表所示：

表 3-1 批次傳送法 和多重路徑，多種子法作比較

|           | 30 個相同的廣告 | 10 個不同的廣告 | 總合     |
|-----------|-----------|-----------|--------|
| 批次傳送法     | 5680 秒    | 1994 秒    | 7974 秒 |
| 多重路徑，多種子法 | 1994 秒    | 777 秒     | 2771 秒 |

## 第 4 章 模擬實驗

本系統實現在一個商業應用中，但在現實情況下，不適合做大矩規的情況分析，所以使用國立交通大學-網路與系統實驗室所開放的一套網路模擬器-NCTUns 來擬真實現網路中的情形，以評價在現實網路情況下，本論文所提出方法的可行性和可適行。

1. NCTUns 是採用哈佛 TCP/IP 網路模擬器的架構來發展 NCTUns 網路模擬器。哈佛 TCP/IP 網路模擬器架構的優點是它能让任何真實世界應用程式執行在它所模擬出來的虛擬網路上產生流量，且使用真實世界所使用的 TCP/IP Protocol Stack 來產生高精確度的模擬結果。這兩項特點是所有其他網路模擬器（如 NS, OPNET）所達不到的。
2. 由於哈佛 TCP/IP 網路模擬器只能模擬固定網路及點對點傳輸線，而 NCTUns 網路模擬器可模擬無線、有線網路及移動網路節點，NCTUns 網路模擬器因此可被用來研究真實世界應用程式在 Mobile Ad Hoc Networks 上的效能。這一項特點亦是所有其他網路模擬器所達不到的。
3. 同時，NCTUns 擁有非常高的整合性、友善的介面、直覺性、靈活和可擴充性。一般的網路網路方案，可以使用 GUI 於五分鐘內快整的架構出來，且使用模擬器所模擬出來的結果可讓使用者容易分析及清楚的看到實驗情形，在實質上，NCTUns 網路模擬器能夠使得在架構實體網路之前，在成本與效益上達到最佳的效能。
4. NCTUns 網路模擬器是一個完全由國人自行研發的網路專業軟體，獲選在 ACM MobiCom' 02 (Atlanta, USA, 09/23/2002) 參展，推出至今，已經有來自世界 57 個國家 1,340 個著名機構及使用者下載使用。

基於以上所列的優點，所以本系統選用 NCTUns 來模範真實的 Internet 網路情況，做為衡量的平台。

## 4.1 模擬計劃

依區域相近的特性所構成的叢集，在實際設計上，本次模擬以 10 至 60 個 node，依序遞增 10 個 node。

而資料量則以 100MB 到 800MB，依序遞增 100MB 來觀察資料增加時，對相同 Node 數的叢集會產生什麼樣的影響。

### 4.1.2 使用 NCTUns 建立拓樸

NCTUns 是國內交通大學-網路與系統實驗室自行發展出來的一套網路模擬軟體。之前做網路方面的研究，大部分的研究者所使用的模擬器是 ns2，不過使用上就沒有交大發展出來的這一套方便了，因為要會使用 ns2，要會一些 tcl script，利用簡單的 script 對 ns2 進行模擬環境的配置和操作。

NCTUns 可以使用圖形化的界面，直接在畫面上拉出所要進行模擬的節點和連線，再調整個各個節點要在什麼時候開始送封包，整個環境差不多就完成了，使用上比起 ns2 方便多了。

不過在研究新的 routing protocol 的時候，因為 NCTUns 中沒有寫好的協定，要自己動手增加上去。如同系統要建立的單路徑傳送、多路徑傳送，就必須自己完成 socket 到應用層的各元件，且寫進 log 檔案中，以驗證資料正確性。

如果我們想要建立拓樸和執行模擬，必須依以下的步驟來完成：

- 步驟一、 D：繪製網路拓樸
- 步驟二、 E：編輯屬性
- 步驟三、 R：執行模擬器
- 步驟四、 P：播放所製拓樸影片

## 4.2 模擬結果

### 4.2.1 單一路徑傳送模擬結果

表 4-1 以單一路徑來模擬批次傳送方式的結果

| Single-path (6.1Mb/Sec)     |   |     | Nodes of cluster |          |          |          |          |          |
|-----------------------------|---|-----|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                             |   |     | 1                | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
|                             |   |     | 10               | 20       | 30       | 40       | 50       | 60       |
| Data Size (MB,<br>1unit/MB) | 1 | 100 | 1286.557         | 3064.918 | 4297.705 | 6086.557 | 7133.115 | 7815.082 |
|                             | 2 | 200 | 2738.361         | 5581.639 | 7910.82  | 11968.52 | 14523.28 | 16094.43 |
|                             | 3 | 300 | 3895.082         | 8521.967 | 13121.31 | 18259.67 | 19471.48 | 27391.48 |
|                             | 4 | 400 | 4768.525         | 10266.23 | 16278.03 | 23732.46 | 29303.61 | 36212.46 |
|                             | 5 | 500 | 5901.639         | 15324.59 | 20537.7  | 27108.2  | 33737.7  | 38688.52 |
|                             | 6 | 600 | 8781.639         | 17193.44 | 26470.82 | 37746.89 | 47425.57 | 48747.54 |
|                             | 7 | 700 | 9832.131         | 18838.03 | 30616.39 | 43680    | 51883.28 | 59038.69 |
|                             | 8 | 800 | 10009.18         | 23522.62 | 34381.64 | 46327.21 | 56550.82 | 76758.03 |

首先，我們觀察相同資料量，不同 node 數目時，傳送時間的變化情形，可以看出隨著 node 數目的增加，傳送時間也跟著正比增加。

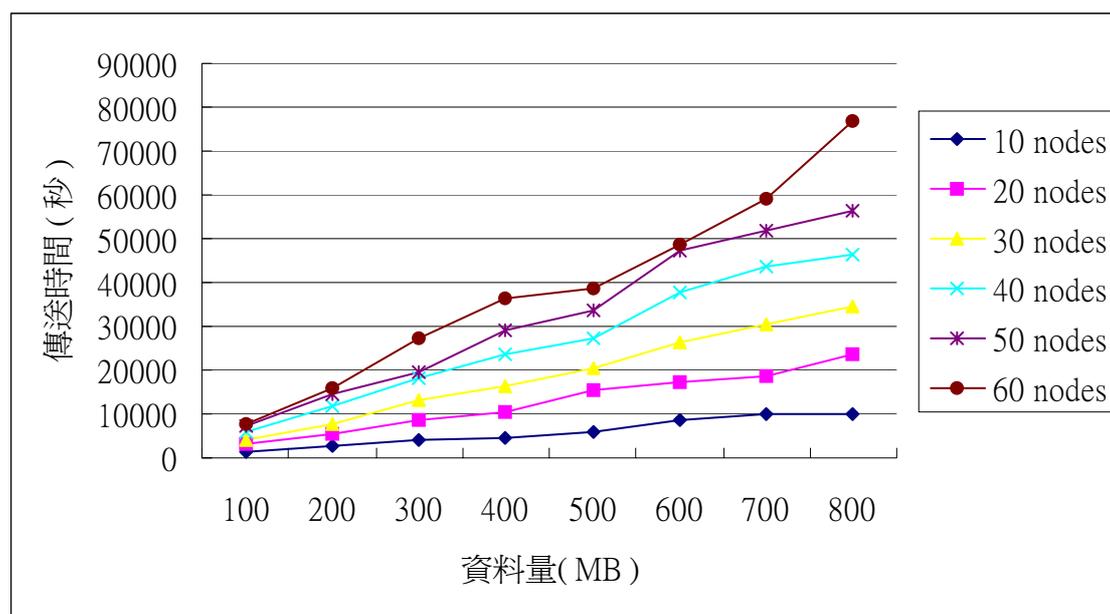


圖 4-1 相同資料量，不同 node 數目時，傳送時間的變化情形

接下來，我們以不同觀察方式，看在相同 node 數目，不同資料量時，傳送時間的變化情形，可以看出隨著資料量的增加，傳送時間也跟著增加。

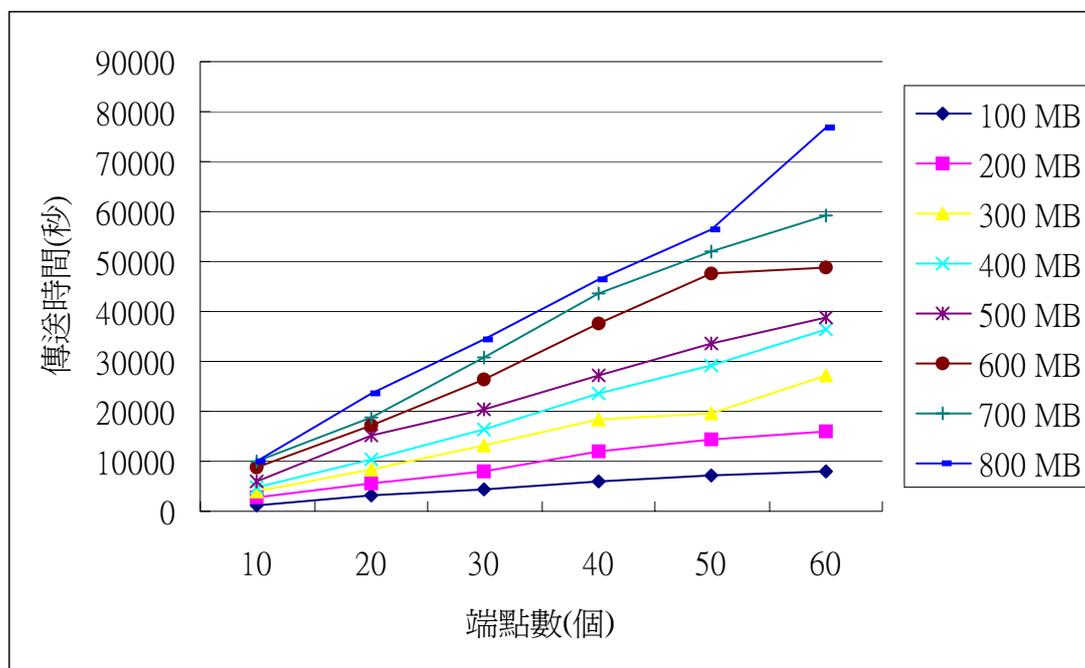


圖 4-2 相同 node 數目，不同資料量時，傳送時間的變化情形

所以我們可以結論是在相同資料量時，傳送時間隨 node 數目的增加而正比增加；而在 node 數目時不變，只增加資料量時，傳送時間隨資料量的增加而正比增加；node 數目和資料量兩者同時增加時，造成傳送時間的倍數增加。

## 4.2.2 多重路徑、多種子方法傳送的模擬結果

表 4-2 以多重路徑、多種子方法的模擬結果

| Multi-path (6.1Mb/Sec)      |   |     | Nodes of cluster |          |          |          |          |          |
|-----------------------------|---|-----|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                             |   |     | 1                | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
|                             |   |     | 10               | 20       | 30       | 40       | 50       | 60       |
| Data Size (MB,<br>1unit/MB) | 1 | 100 | 287.3588         | 296.2554 | 265.5059 | 300.3615 | 270.0033 | 280.878  |
|                             | 2 | 200 | 579.6721         | 531.2166 | 572.2555 | 569.6511 | 638.6618 | 598.1662 |
|                             | 3 | 300 | 810.0546         | 781.5013 | 943.4483 | 893.3165 | 848.9528 | 889.4471 |
|                             | 4 | 400 | 990.8925         | 1052.217 | 1113.578 | 1211.803 | 1080.013 | 1123.512 |
|                             | 5 | 500 | 1473.953         | 1494.047 | 1585.302 | 1462.968 | 1375.979 | 1352.376 |
|                             | 6 | 600 | 1843.06          | 1639.62  | 1763.166 | 1646.81  | 1791.368 | 1638.455 |
|                             | 7 | 700 | 2086.084         | 2163.175 | 2093.115 | 2084.405 | 1908.103 | 1856.916 |
|                             | 8 | 800 | 2240.328         | 2370.043 | 2289.022 | 2423.607 | 2097.718 | 2205.413 |

首先，我們觀察相同資料量，不同 node 數目時，傳送時間的變化情形，可以看出隨著 node 數目的增加，而傳送時間並沒有跟著增加。

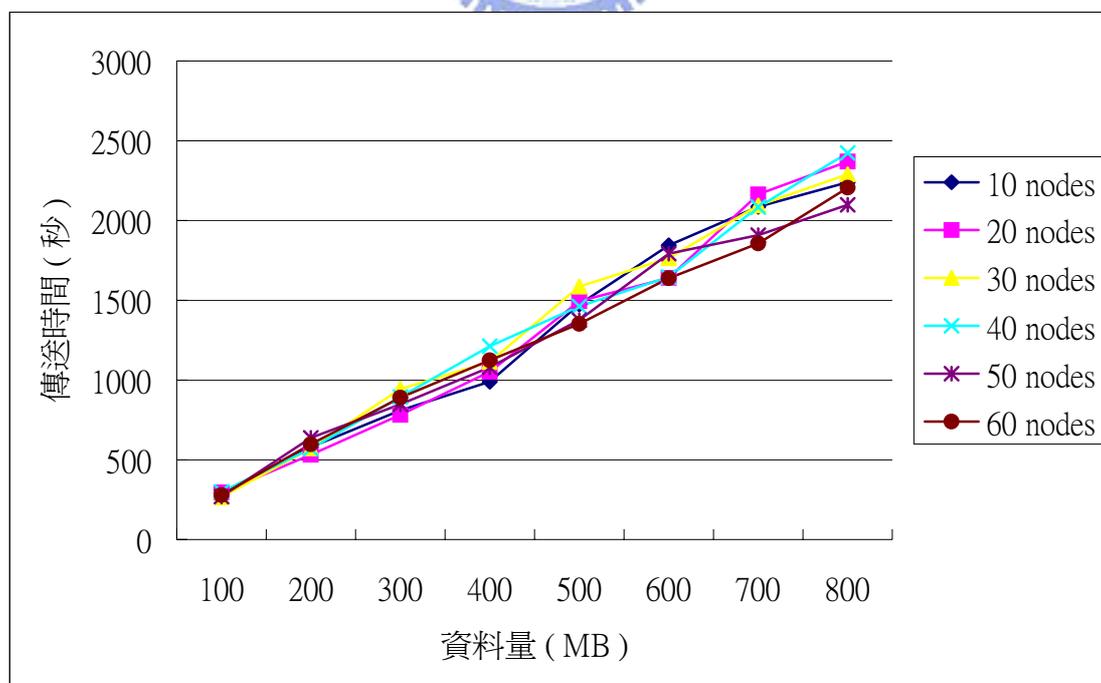


圖 4-3 相同資料量，不同 node 數目時，傳送時間的變化情形

接下來，我們觀察在相同 node 數目，不同資料量時，傳送時間的變化情形，可以看出隨著資料量的增加，傳送時間也跟著等比增加。

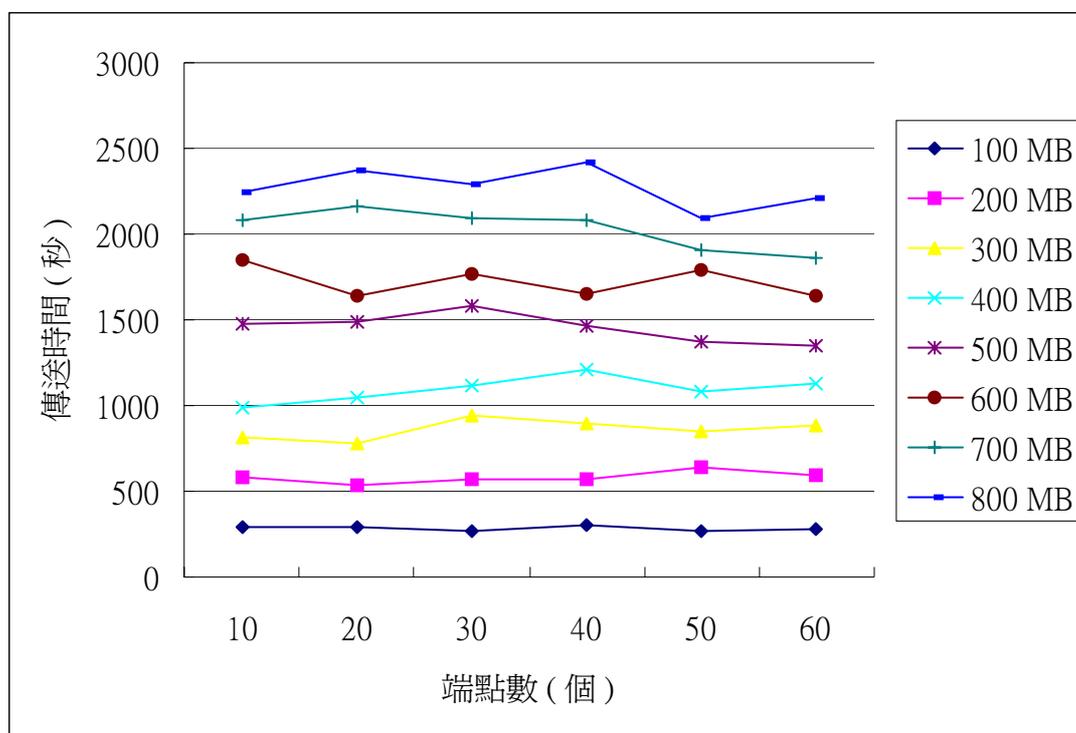


圖 4-4 相同 node 數目，不同資料量時，傳送時間的變化情形

所以我們可以結論在相同資料量時，傳送時間沒有因 node 數目的增加而增加；只有在 node 數目時不變，而增加資料量時，傳送時間才會隨資料量的增加而正比增加；所以傳送時間主要的決定因素是資料的大小。

### 4.2.3 結果分析

表 4-3 單一路徑和多重路徑、多種子方法的比較

| 單一路徑法和多重路徑、多種子法的比較 |     | number of node |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------|-----|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    |     | Single         | Multi  | Single | Multi  | Single | Multi  | Single | Multi  | Single | Multi  | Single | Multi  |
|                    |     | 10             | 10     | 20     | 20     | 30     | 30     | 40     | 40     | 50     | 50     | 60     | 60     |
| 資料量(MB)            | 100 | 1286.6         | 287.36 | 3064.9 | 296.26 | 4297.7 | 265.51 | 6086.6 | 300.36 | 7133.1 | 270    | 7815.1 | 280.88 |
|                    | 200 | 2738.4         | 579.67 | 5581.6 | 531.22 | 7910.8 | 572.26 | 11969  | 569.65 | 14523  | 638.66 | 16094  | 598.17 |
|                    | 300 | 3895.1         | 810.05 | 8522   | 781.5  | 13121  | 943.45 | 18260  | 893.32 | 19471  | 848.95 | 27391  | 889.45 |
|                    | 400 | 4768.5         | 990.89 | 10266  | 1052.2 | 16278  | 1113.6 | 23732  | 1211.8 | 29304  | 1080   | 36212  | 1123.5 |
|                    | 500 | 5901.6         | 1474   | 15325  | 1494   | 20538  | 1585.3 | 27108  | 1463   | 33738  | 1376   | 38689  | 1352.4 |
|                    | 600 | 8781.6         | 1843.1 | 17193  | 1639.6 | 26471  | 1763.2 | 37747  | 1646.8 | 47426  | 1791.4 | 48748  | 1638.5 |
|                    | 700 | 9832.1         | 2086.1 | 18838  | 2163.2 | 30616  | 2093.1 | 43680  | 2084.4 | 51883  | 1908.1 | 59039  | 1856.9 |
|                    | 800 | 10009          | 2240.3 | 23523  | 2370   | 34382  | 2289   | 46327  | 2423.6 | 56551  | 2097.7 | 76758  | 2205.4 |

我們可以由下圖看出多重路徑、多種子傳送方法不會因為端點的增加而呈線性增加，單一路徑卻是等比的增加。

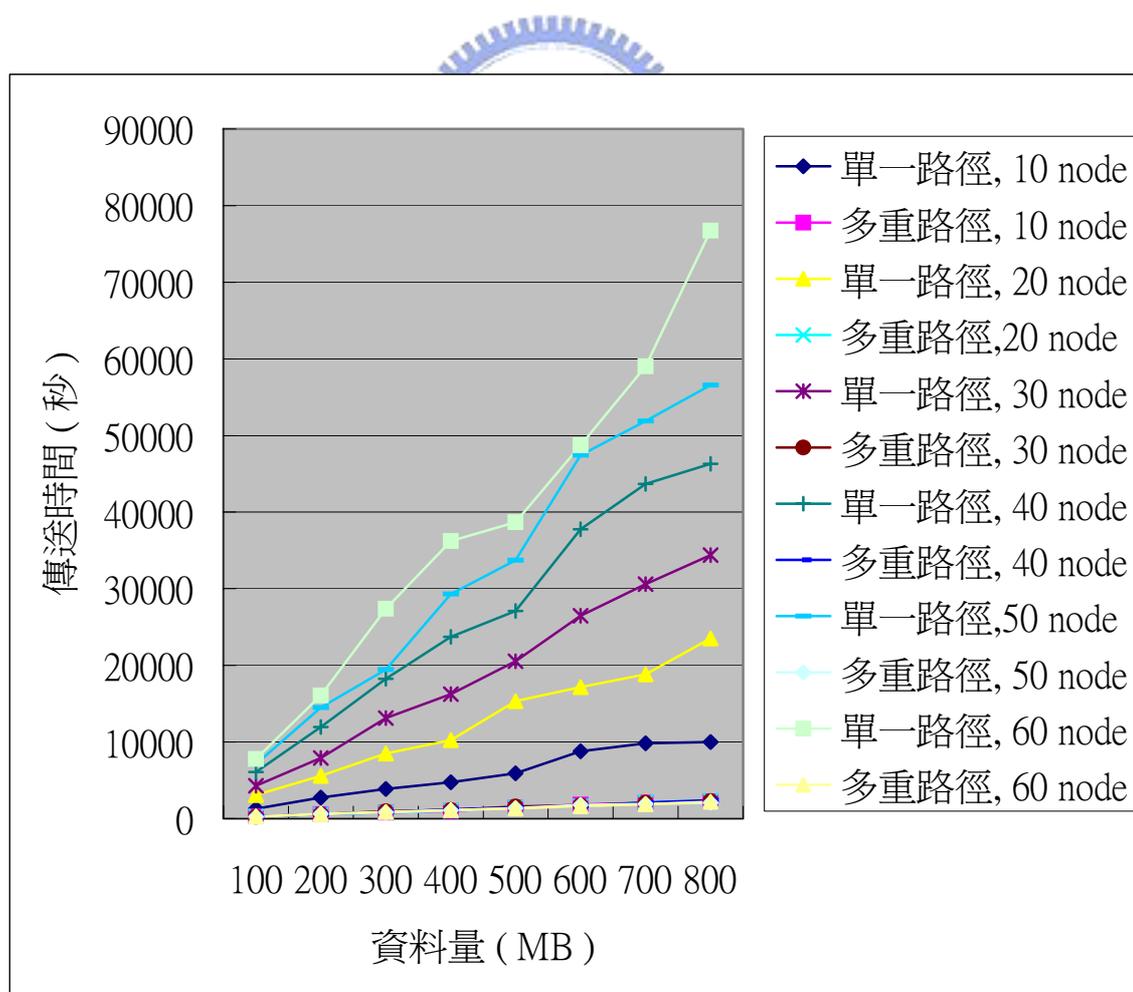


圖 4-5 單一路徑和多重路徑、多種子方法結果比較的圖示

同時，二種方法都會因資料量的增加而增加傳送時間，但本論文所提出的多重路徑、多種子傳送方法卻因增加頻寬而節省了傳送時間，而且隨著資料量的增加，節省的時間更多。

所以綜合以上論點，多重路徑、多種子傳送方法在端點數目的變化上具有穩定，同時因為使用多重路徑法增加頻寬而節省了傳送時間的特性，特別適合多媒體電子廣告的分眾性傳送。

所以在時漸重要的電子看板系統中，如何把傳送分眾性的多媒體電子廣告傳送到各個端點，相對於僅只是使用多重路徑法，或者只用 BitTorrent 法，都不如結合兩者的多重路徑，多種子架構來傳送多媒體電子廣告。因為本論文提出的多重路徑，多種子架構不會因為端點的增加而使傳送時間有爆炸性的增加。且傳送時間因為使用多重路徑法來擴充頻寬而節省傳送時間。因此我們可以說本論文所提出的多重路徑，多種子的傳送方法是可行，且適用於多媒體電子廣告的分眾性和大量資料之特性。



## 第 5 章 結論及未來研究方向

### 5-1 結論

因為電子看板有著多彩多姿的多媒體影音表現，且具有地理性、即時性、分眾性、存在性及多元性等等的優點，使其在各項調查中，被預告為未來廣告的主要趨勢，而針對多媒體電子廣告經由網路傳播的特性，將會有大量傳送資料、依地區派送不同的電子廣告等等的特性，針對這些需求，我們提出一種多重路徑，多種子的傳送方法來適用於多媒體電子廣告的傳送。

我們考量傳統的傳送方式，有以最快路徑為考量的單一路徑法，也有適用兩點間，但擴展頻寬的多重路徑法；或者是主從式的網路拓樸、第一代的點對點網路拓樸、第二代的點對點網路拓樸、第三代的點對點網路拓樸及最新的 BitTorrent 法，都是我們探討的對象，各個方法都有其長處，但僅使用其中一個方法並不適用於多媒體電子廣告的分眾，大量資料之特性，所以我們提出一個結合多重路徑和 BitTorrent 生成種子的架構，以期達到易管理，系統穩定的結果，我們的做法如下：

- 首先，依據區域性形成網路叢集，可以依各叢集的地區特性，分送相關該叢集內所集合的端點之電子廣告。
2. 我們再利用 bittorrent 生成的種子的觀念，將眾多的多媒體電子廣告分割不同的種子。
  3. 接著我們將眾多的種子分佈到叢集內的各個端點，以求充分利用叢集內各端點的傳送能力，因此利用多重路徑法在彼此間形成多個多重路徑傳送網路 (multi-path end-to-end data transmission in networks)，以求擴充網路頻寬，縮減傳輸時間。

由實際的商業環境以及使用國立交通大學的網路與系統實驗室所開發出來的 NCTUns(網路模擬器)得到的結果，本架構在面臨端點的擴增時，具有穩定的表現；同時，當資料量增加時，因為使用多重路徑法來擴充頻寬，也不會使傳送時間出現不穩定的現象；而我們可以透過管理機制，將具有分眾性的多媒體電子廣告順利的分佈在適當的端點。基於以上，我們可以說本論文所提出的多重路徑，多種子的傳送方法是可行，且適用於多媒體電子廣告的分眾性和大量資料之特性。

## 5-2 未來研究方向

在完成本篇論文，中間經過了許多的困難與問題，也受到許多人的幫助，讓我可以堅持而完成論文，同時受到許多人所給予的指正及建議，使本論文得以更加完善。但時間匆促，本架構仍有許多不足和考量不夠的地方，列舉如下，以期作為後續改善或應用於不同環境。

本論文所展現的方法是一個同時利用多重路徑法與BitTorrent的架構、適於多媒體電子廣告的分眾性及大量資料的傳送，而這個方法是不是可以轉用於不同的應用上，就必須考慮本論文所提出的特性是否適合該應用。

因多媒體電子廣告所構成的封閉式對等網路，是因為其商業的考量，以期望有封閉和穩定的特性。同時，也使得我們未考慮到非封閉式的網路特性時，要如何達到負載平衡的問題，所以要應用不同網路環境時，必須考慮到不同網路環境的特性及傳送時的網路情況，才不致於發生擁塞的情況。

而本論文所提出的方法，首先要由派送系統的伺服器從多媒體電子廣告資料庫中取出必要的廣告，帶和叢集中的中繼點採取一對一的傳送工作，雖然簡化了操作流程，但也形成所有的廣告都要先由此一要徑傳送全部的資料，未來可以考慮改善這一部份。

## 參 考 文 獻

1. Bezjian-Avery, A., B. Calder and D. Iacobucci, New media interactive advertising vs. traditional advertising, Journal of Advertising Research, Vol. 38, No. 4 (July), pp. 23-32, 1998.
2. Jeff Sauer. Picture This: Digital Signage, Sound & Video Contractor, P20-22, 2004.
3. Sanju Khatri, Digital-signage market generates new opportunities, iSuppli/Stanford Resources, 2004.
4. Sanju Khatri, Dynamic Digital Signage Captures InfoComm's Attention: Market Expected to Grow to US\$1.2 Billion in 2007, iSuppli/Stanford Resources, 2003.
5. Matthew Tullman, Ready For Take Off -Getting Beyond The Pilot In Dynamic Digital Signage, Systems Contractor News New York, P 62. , 2004.
6. Robert W Rycroft, Don E Kash. . Managing complex networks--key to 21st century innovation success, Research Technology Management, Washington: May/Jun 1999. Vol. 42, Iss. 3; p. 13, 1999.
7. Marianne Wilson, Signage Goes Digital, Chain Store Age, P75-76, 2004.
8. Y.L. Chen and Y.H Chin, The quickest path problem, Comput. Oper. Res. 17, 153-161, 1990.
9. J.B. Rosen, S.-Z. Sun and G. -L. Xue, ALGORITHMS FOR THE QUICKEST PATH PROBLEM AND THE ENUMERATION OF QUICKEST PATHS, Computers Ops Res. Vol. 18, No.6, pp.579-584, 1991.
10. Y.L. Chen, Finding the k quickest simple paths in a network, Information Processing Letters 50, 89-92, 1994.

11. Y.L. Chen, AN ALGORITHM FOR FINDING THE k QUICKEST PATHS IN A NETWORK, Computer Ops Res. Vol. 20, No. 1, pp. 59-65, 1993.
12. Guoliang Xue, Optimal Multi-Path End-to-End Data Transmission in Networks, IEEE, 2000.
13. M.L. Fredman and R.E. Tarjan, Fibonacci heaps and their uses in improved network optimization algorithms, J.ACM., Vol.34, pp. 596-615, 1987.
14. N Doe and C-Y Pang, Shortest-path algorithms : taxonomy and annotation. Networks, Vol.14, pp.275-323, 1984.
15. R.K. Ahuja, Minimum cost-reliability ratio problem, Computers and Operations Research, Vol. 16, pp.83-89, 1988.
16. T. C. Hu, The Maximum Capacity Route Problem, Operations Research, Vol. 9, No. 6, pp. 898-900, 1961
17. Ernesto de Queiros Vieira Martins, Jose Luis Esteves dos Santos, An algorithm for the quickest path problem. Operations Research Letters 20, pp. 195-198, 1997.
18. Guo-Liang Xue, Shang-Zhi Sun, J. Ben Rosen, Minimum Time Message Transmission in Networks, IEEE, 1992.
19. Guoliang Xue, Hsangzhi Sun, J. Ben Rosen, Fast data transmission and maximal dynamic flow, Information Processing Letters 66, pp. 127-132, 1998.
20. G. White, E. Fisch, U. Pooch, Computer System and Network Security, CRC Press, Inc., 1996.
21. Kalogeraki, V., Chen, F., Managing distributed objects in peer-to-peer systems, Network, Vol. 18, pp. 22-29, 2004.
22. A. Crespo and H. Garcia-Molina, Routing Indices For Peer-to-Peer Systems, In Proceedings of the 22nd International Conference on Distributed Systems, pages 23--32, Vienna, Austria, 2002.
23. I. Ivkovic, Improving Gnutella Protocol: Protocol Analysis and Research Proposals, Computer Networking Group Seminar Series, University of Waterloo, November 2001.

24. M. Ripeanu, I. Foster, and A. Iamnitchi, Mapping the Gnutella Network: Properties of Large-Scale Peer-To-Peer Systems and Implications for System Design, IEEE Internet Computing, Vol. 6, No. 1, pp.50-57, January-February 2002.
25. Choi Y, Park D, Associativity based clustering and query stride for on-demand routing protocols in ad hoc networks, JOURNAL OF COMMUNICATIONS AND NETWORKS 4 (1): 4-13 MAR 2002
26. Liang J, Kumar R, Ross KW, The FastTrack overlay: A measurement study, COMPUTER NETWORKS 50 (6): 842-858 APR 13 2006.
27. Ion Stoica, Robert Morris, David Karger, M. Frans Kaashoek, and Hari Balakrishnan, Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Service for Internet Applications, ACM SIGCOMM 2001, San Deigo, CA, pp. 149-160, August 2001.
28. Pastry : A. Rowstron and P. Druschel, Pastry: Scalable, distributed object location and routing for large-scale peer-to-peer systems. IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Platforms (Middleware), Heidelberg, Germany, pages 329-350, November, 2001
29. Izal M, Urvoy-Keller G, Biersack EW, Felber PA, Al Hamra A, Garces-Erice L, Dissecting BitTorrent: Five months in a torrent's lifetime, PASSIVE AND ACTIVE NETWORK MEASUREMENT LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 3015: 1-11 2004
30. Ziqian Liu, Student Member, IEEE, and Changjia Chen, Senior Member, IEEE, Modeling BitTorrent-like Peer-to-Peer Systems, IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 10, NO. 7, JULY 2006
31. 鄭宏揚，點對點多重路徑網路之最佳化分析，義守大學資訊工程研究所，2003。
32. 陳積弘，DLC：可擴展式點對點查詢與資料分享架構，交通大學資訊工程研究所，2005。