

南 華 大 學

資 訊 管 理 研 究 所

碩 士 論 文

使用模擬退火演算法在多通道行動環境之
資料廣播

Using Simulated Annealing Alogrithm for
Multi-Channels Data Broadcasting in
Mobile Environments

研 究 生:姚 文 成

指 導 教 授:吳 光 閔 博 士

中 華 民 國 九 十 四 年 六 月

南 華 大 學

資 訊 管 理 學 系(所)

碩 士 學 位 論 文

使用模擬退火演算法在多通道行動環境之資料廣播

Using Simulated Annealing Alogrithm for Multi-Channels

Data Broadcasting in Mobile Environments

研究生：姚文成

經考試合格特此證明

口試委員：_____

蔡德謙

楊慶裕

吳光閔

指導教授：吳光閔

所 長：吳光閔

口試日期：中華民國 九十四年 五月 二十七日

誌 謝

我七十六年畢業於中興大學水土保持系，本應繼續就讀研究所，因家境清寒而放棄，就業後常盼望能有機會到碩士班進修，但由於年紀已大怕無法負荷課業繁重之壓力，而無法實現。民國九十一年在同事王子修鼓勵下，參加南華大學學分班進修課程，隔年參加資訊管理系在職碩士專班考試僥倖錄取。

由於本人非本科系畢業，必須完成十二個學分先修科目，剛開始覺得課業相當繁重而想放棄，在指導教授吳光閔老師鼓勵教導及同學的指導下，終於順利修完兩年的課程。而論文的撰寫及演算法實驗過程中，更感謝吳所長光閔時常提供寶貴意見及建議，建立我的良好寫作觀念及程式演算的邏輯，並感謝各口試委員指正與指導，使本篇論文架構與實驗邏輯能夠更嚴謹與完善。

兩年時間很快就過去，感謝太太及家人支持使我在無後顧之憂的情形下，去衝刺困難的學業與論文的寫作。雖然本身非資訊方面的專長，但在這兩年學習過程的酸甜苦辣，真是值得一生來懷念，今日本論文得以順利完成，我將這份喜悅與榮耀獻給家人、師長、同學，你們的鼓勵與支持令我終生難忘，並獻上我衷心的感謝與祝福，謝謝你們。

使用模擬退火演算法在多通道行動環境之資料廣播

學生：姚文成

指導教授：吳光閔

南華大學 資訊管理學系碩士班

摘 要

隨著網際網路的高度發展及資訊設備如行動電話、PDA 及筆記型電腦的普及化，無線通訊的使用已相當普遍。同時為應付大量使用者在同一時間上線，而造成網路頻寬不足的問題及伺服器端無法負荷之瓶頸，無線廣播成為目前行動通訊解決頻寬的重要技術，多通道資料廣播技術的興起，可以減少廣播循環頻道之長度，藉此可讓使用者減少資料存取時間。在本論文中我們使用模擬退火演算法，來解決多通道行動環境中之資料廣播問題，此方法可以找尋一組較佳廣播資料物件的排程，並經實驗證明確實可以有效降低行動用戶端的平均存取時間。

關鍵字：無線通訊，多通道資料廣播，模擬退火法

Using Simulated Annealing Alogrithm for Multi-Channels Data Broadcasting in Mobile environments

Student : Yao Wen-Cheng

Advisor : Dr. Wu Guang-Ming

Department of Information Management
The M.B.A. Program
Nan-Hua University

ABSTRACT

Wireless communication is now an important part of our modern lives. This is mainly due to the rapid advancement in internet technology and the popularity of telecommunication equipments such as mobile phones, PDA and notebook. At the same time, to accommodate large number of user to be on the internet simultaneously, there are bottleneck problems of exceeding the capacity of ADSL and overloading the internet server. Broadcasting is an important issue for bandwidth in wireless environments. Multi-channels broadcast technology can reduce broadcasting cycle, and it can reduce users' data access time. In this thesis, we use simulated annealing algorithm to solve the data broadcasting problem of multi-channels mobile environment .This method can find a better broadcast ordering. Experimental results show that our simulated annealing approach does efficiently reduce the access times of client users.

Key Words: wireless communication, multi-channels data broadcasting
simulated annealing alogrithm

目 錄

書名頁	i
授權書	ii
推薦函	iii
論文口試合格證明	iv
致謝	v
中文摘要	vi
英文摘要	vii
目錄	viii
圖目錄	x
表目錄	xii
第一章 序 論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目標與限制	17
第三節 本論文研究架構	21
第二章 問題的描述與定義	22
第一節 問題描述	22

第二節 符號定義	25
第三節 問題定義	26
第三章 研究方法	33
第一節 模擬退火演算法(Simulated Annealing Alogrithm)	33
第二節 模擬退火演算法(Simulated Annealing Alogrithm)流程	36
第三節 本篇論文演算法程式	42
第四章 實驗結果與討論	43
第一節 實驗設備與環境	43
第二節 實驗資料的產生與實驗過程	45
第三節 實驗結果與探討	50
第五章 結論與未來研究方向	66
第一節 結論	66
第二節 未來研究方向	67
參考文獻	69
附錄	75

圖 目 錄

圖 1 無線通訊環境基本架構	3
圖 2 無線廣播運作架構圖	6
圖 3 平坦式(Flat)廣播與非平坦式(Non-Flat)廣播示意圖	12
圖 4 無線廣播研究架構圖	23
圖 5 無線廣播中存取時間示意圖	26
圖 6 行動端查詢資料物件之配置.....	28
圖 7 計算查詢距離 QD 示意圖	32
圖 8 模擬退火演算法跳脫區域最佳解示意圖	36
圖 9 退火法過程概略圖	37
圖 10 模擬退火法雙通道擾動方式示意圖(擾動前)	40
圖 11 模擬退火法雙通道擾動方式示意圖(擾動後)	40
圖 12 本論文模擬退火演算法流程圖	49
圖 13 選擇率與降低率之關係圖	55
圖 14 廣播資料物件數與降低率關係圖	58
圖 15 行動端查詢者數與降低率關係圖	61
圖 16 實驗類型與平均降低率(TAT Average Reduction(%))	

表 目 錄

表 1 符號定義	25
表 2 本論文實驗使用資料檔型態	47
表 3 本論文演算法實驗結果(雙通道)	51、52、53
表 4 Type A 型實驗結果及降低率之計算	54
表 5 Type B 型實驗結果及降低率之計算	57
表 6 Type C 型實驗結果及降低率之計算	60
表 7 廣播資料型態及參數變化與降低率之關係	64

第一章 序 論

第一節 研究背景與動機

人類經歷了兩大重要的科技變遷，工業革命與資訊革命，以往在農業時代，人與人之間的訊息傳達，必須經過面對面的溝通，但常因人為或表達不良等因素，而造成誤會等紛爭。工業革命以後，交通工具的發明，縮短了人與人之間的距離，人類由口耳相傳交換訊息進而以信件傳遞來傳送訊息。資訊革命以來資訊科技突飛猛進，尤其是網際網路興盛以後，人們使用電子郵件之資訊科技來傳達訊息，真正達到天崖若比鄰的境界。人類並不因此而滿足，雖然網際網路的盛行，造成人類很大的方便，但在這競爭時代，時間即是金錢，尤其是無線網路厥起，無論在何處？在飛機上亦可當辦公室，當人們擁有方便快捷的網際網路，卻不想被有線網路所束縛，無線網路的產生，不僅將人們的生活帶進方便的空間中，而這樣的資訊科技也不斷的應用於現實生活之中，而無線廣播就是一個很好的例子，他的出現將人們的生活密切的結合，且使得人們不管身在何處，都可以馬上獲得想要及急須的訊息，甚至能夠與上班的公司資料庫取得連繫，取得有用之資料以因應瞬息萬變競爭之商場。

隨著科技發展及資訊進步，無線通訊(wireless communication)的使用相當普遍，已成為人類生活不可或缺的一部份。資訊不論在何時何

處都能透過無線裝置來取得，讓使用者無時無刻都能感受其方便。在無線環境裡，資料通常會採用廣播的方式來儘可能滿足客戶端所需要的資訊，並使客戶端能在最短的時間內取得所需資訊。在無線網路中，因為無線網路的移動性和方便性，使得無線網路的應用，例如；PDA (Personal Digital Assist)、行動電話 (Mobile Phone)及筆記型電腦 (Notebook)的使用，目前為止更早已成為人類生活的一部份，且扮演極為重要的角色。其基本架構如圖 1 所示。其主要成員包括有行動客戶端(mobile client)、基地台(base station)及固接式主機(fixed host)。基地台透過固接式網路(fixed network)與固接式主機連結，固接式主機提供基地台資料庫管理查詢等動作，而行動客戶端則透過無線通訊頻道與基地台溝通[2]。藉由無線廣播技術的發展，人類經由無線通訊不管任何時間、任何地方均能取所需的資訊，且不同於傳統有線網路，無線網路環境問題被考慮如下：第一是無線網路頻寬和手提式設備(行動裝置)能源需要的限制，第二是不對稱的環境，從能源消耗的觀點來說，手提式電腦發送資料比接收資料需較高之成本。由於這些問題緣故，在無線環境理傳統的需求回應系統不再是適合資料的傳送，因此資料傳送在無線環境成為有興趣之研究課題[16]。

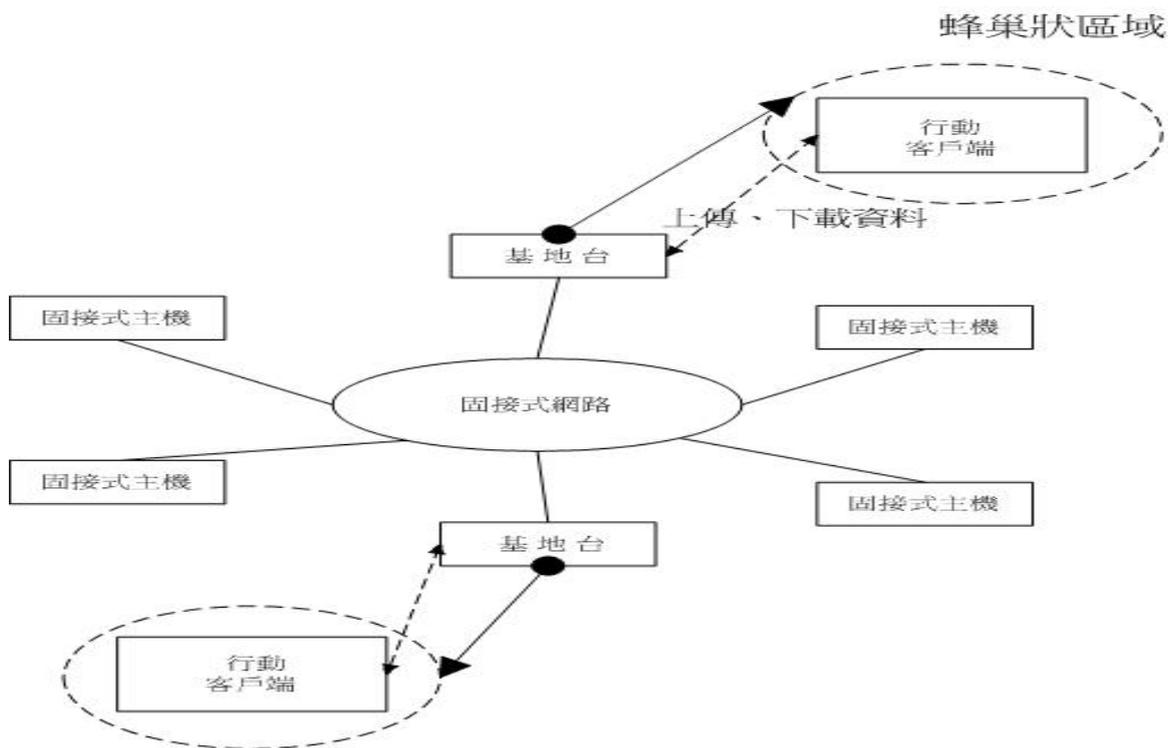


圖 1 無線通訊環境基本架構

在無線的環境中，行動端使用的裝置為行動設備(如 PDA、筆記型電腦、行動電話等)，相對於一些有線的環境，無線的環境擁有較佳的機動性，在具備了機動性的條件下，有時無線環境也可得到一些具有即時性或是有時效性的的資訊。例如用全球衛星定位系統 (GPS) 的設備來得知自己現在的位置，這已廣泛成為現在新的豪華房車的標準配備，致使開車的人不易迷路，讓駕駛者不用辛苦的在路邊翻閱地圖，也可以更快的得知一些旅遊資訊，或是急須加油站等。且使在外旅遊者，可以經由無線接收裝置，得知當地的路況及天氣概況，免得快樂的出門卻因為天氣或路況的問題，回不了家。又如是股市資訊或是一些競標拍賣的資訊，

很多以此為生財工具的人，更是不能錯過任何一筆這種即時資訊或交易，否則可能在這競爭的商場錯失良機，而導致生意失敗。而在一些有線且佈線困難的地方，只要架設一個基地台，其他行動端使用無線的行動裝置，也可以節省對每個資訊有要求的使用者成本及時間。

無線環境的頻寬無法像有線環境有這麼大的頻寬，而且也可能因為地形地物限制而發生延遲或斷訊的問題，所以頻寬為無線環境中最需注重的課題及有很多人研究這方面議題，大多數人都是去研究如何使行動客戶端能夠在最短時間內取得所需之資訊，這當然就會牽涉到如何用有效之演算法來統計分析那些熱門的資訊，以此去分配所需的資料，用以節省有限的頻寬，並且以最少的時間，去服務到最多需要服務的使用者。

全球資訊基礎建設完成後，所有地球的資訊資源將被緊密地結合在一起，而沒有地理及時間方面的障礙，而且所有人都能透過簡單的設備連接上這個網路，並享用這些公共的世界資源，使得所有的企業都想加以利用，來幫助企業本身的成長，故網際網路的熱潮，已為企業界帶來相當大的商機，主要的原因在於未來商業市場及科技環境變動的速度會愈加迅速，以人費時費力的方式遞給文件，勢必無法跟上時代變動的腳步。各商家為了取得電子商務之優勢，爭取顧客得到更多商機，使客戶

快速方便取得產品資訊及克服有線網路頻寬、資料庫伺服器無法負荷之瓶頸，而有無線廣播的研究。無線廣播最常用來應付大量使用者同時上線的方法，不緊可以避免網路伺服器當機、而且更能節省寶貴之頻寬。

已往是主從式網路架構運作模式，而主從式網路架構之缺點，在於主從式架構網路之運作，其資料之傳送是用單點傳送(unicast)資料傳輸方式。由使用端向伺服器端發出一個要求或查詢，伺服器端接受到後在回應給使用端，當網路上有大量使用端同時向伺服器端同時發出要求或查詢資料時，而造成網路頻寬不足或伺服器端無法處理大量使用端需求，而造成負載過重，導致伺服器端無法處理使用端需求而有網路塞車或伺服器當機之情形。而無線廣播系統的使用大型的資料處理中心及分散式資料庫，來進行資料無線廣播工作，經由有效率的廣播資料的配置，以滿足行動客戶端之需求，並節省客戶端平均資料查詢時間[3]。

無線廣播運作模式及環境，包括大量使用者端，如 PDA 筆記型電腦、及行動電話、廣播排程伺服器(Schedule Sever)、資料排程處理器、無線發設台及廣播器材等等，如圖 2 無線廣播運作架構圖。其運作方式係由廣播資料排程伺服器，蒐集大量使用者端查詢資料，經由資料排程處理器利用有效排程演算法進行分析演算，得到一最佳之廣播資料排程，藉由廣播器材或裝備進行重複性的資料廣播工作，而行動客戶端用監聽

的方式，監聽循環播放的資料，再針對自己需求資料，進行資料擷取的動作，而獲得所需的資料，如此周而復始進行資料排程演算及廣播循環的動作。

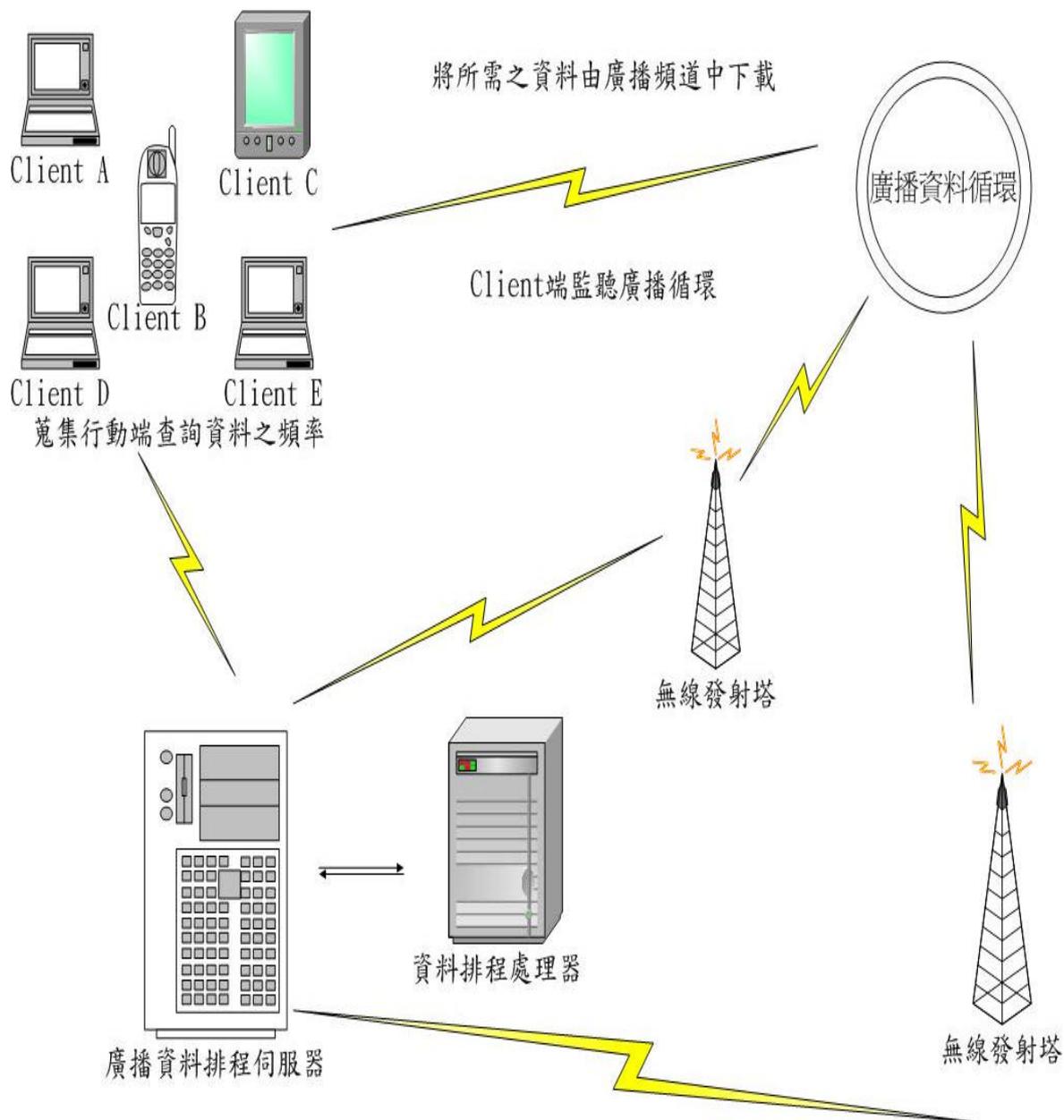


圖 2 無線廣播運作架構圖

以上廣播環境模式有效率提供熱門資料查詢者，能節省平均查詢時間。因為經蒐集使用者查詢資料情況，而由資料排程處理器依使用者查詢資料種類及頻率，利用有效演算法之排程演算，得到一組資料物件廣播序列(data object broadcast cycle)，而將此序列置於廣播資料排程伺服器進行廣播。而行動端使用者監聽廣播頻道擷取所需資料，此廣播模式即是運用有效排程演算法來縮短行動端平均存取時間(Average Access time)，並節省網路之頻寬。在無線廣播環境中我們稱廣播頻道之資料為資料物件(Data Object)，而這些物件係經由資料排程處理器處理後，再經由廣播排程伺服器進行無線循環廣播，顧客端經由監聽廣播頻道取得所需資料。

運用在無線網路及行動計算系統之廣播領域，主要分為兩種基本模式，一為推模式(Push Mode)廣播，另一為拉模式(Pull Mode)廣播，又稱為要求式廣播(On-Demand Broadcast)。推模式廣播，即是由無線廣播系統之伺服器端，依據以往客戶端查詢資料進行資料頻率的統計，依照擷取頻率(access frequency)進行有效演算法分析及邏輯推演，而求得一資料廣播循環序列，在一固定時間內將此序列置於廣播頻道上，進行無線循環廣播，形成一組廣播循環(Broadcast Cycle)，而行動客戶端則進行監聽廣播的動作，接收有關需求查詢之資料。拉模式廣播又稱要

求式廣播[4]，即是無線廣播系統伺服器，接收到行動端查詢者所提出的要求資料物件，排程處理器利用有效率之演算法進行演算，而將演算法所認定優先廣播序列放到廣播頻道上進行循環廣播。以上推模式廣播與拉模式廣播兩種模式，在無線廣播系統中之使用時機如何取得一適合之平衡點，在無線廣播環境之資料廣播領域是一很重要之研究課題[15,27]。此兩種廣播模式技術在廣播資料時會加入一判斷函數，決定廣播頻道查詢者及查詢資料物件較少，即廣播頻道負載輕時則使用拉模式廣播，但廣播頻道負載較重時，使用推模式廣播，使用此種混合模式之廣播技術，可互相有效彌補兩種廣播模的各別缺點。在[15]中提及如何在多頻道(Multi-Channel)進行資料廣播時，如何運用演算方式進行拉模式廣播與推模式廣播使用時機之判斷，在多頻道廣播時增加廣播效率。如無線廣播頻道僅使用拉模式廣播，當系統出現大量查詢者之狀況時，則會在單位時間無法立即運用演算法來決定廣播資料的種類，使的某些廣播頻道上的時間區間(Time Slot)是閒置未被使用之狀況，而產生網路資源之頻寬(Bandwidth)未被完全充分運用，形成浪費頻寬之情形。若在使用者大量出現的情況下轉換為推模式廣播，則可運用推模式之優點，只需由歷史資料庫的歷史資料來分析來決定廣播序列，進行循環廣播即可，並不被使用者的需求數量多寡所影響，故網路頻寬閒置浪費問題則不可能

產生。另一方面若單獨使用推模式廣播，在少數使用者單獨要求很冷門的資料(Cold Data)時，因為這些資料在廣播資料伺服器歷史資料庫出現機率低，會被排入廣播排程序列的機會並不高，甚至未被排入排程中，使得使用者若要求較冷門資料，會在廣播頻道上辛苦監聽久久等待而無法取得所需資料，則需拉模式廣播進行資料查詢來下載冷門資料。經由綜合方式將這兩種模式混合使用，在廣播頻道負載過重及大量使用端的情況下使用推模式廣播，而在廣播頻道負載較輕及使用端人數少時，轉換成拉模式廣播，以滿足且更有效提供使用端之各種需求。

拉模式廣播，會考慮到對使用者的公平性，而使得要求冷門資料的使用者或是很早就提出要求之使用者，也會被廣播系統所考慮到，不會因此等待太久而產生饑餓(Starvation)狀況，讓所有使用者不會出現等不到需求資料的狀況，以滿足大多數監聽頻道想取得資料之使用者，可以適用在資料變動較大的情況，即要求頻率(Access Frequency)變動較大的情況，這方面之研究較著名的有下列：

1. Earliest First Request (EFR) [6]: 稱先行服務的演算法，是依照公平的方式，先要求的資料先廣播的方式，其缺點是平均存取時間會較長，但優點為較公平。
2. Most Request First (MRF) [6]: 要求最多數資料物件，先行排入

廣播排程之演算法，使用者所要求的資料，廣播伺服器隨時統計出被要求最多次的先播出，但缺點可能使較少人要求的冷門資料會遲遲無法被播出，那就會有某些使用者會一直等不到他們要的資料，會有不公的情況產生。

3. Longest Wait First (LWF) [6]: 要求最久的資料先廣播之演算法，這是廣播排程伺服器記錄每個使用者所要求資料的時間，找出被要求最久而使用者尚未得到的資料播出，但要隨時記算每個資料的等待時間對於伺服器的負擔較大。
4. Request Times Wait (RxW) [6,12]: 1998 年由 D. Aksoy and M. Franklin 兩人提出改良的演算法 RxW[6, 12]，結合了「MRF」與「LWF」兩種演算法判斷的機制，將等待時間與資訊被要求的數量兩種因素做斟酌來決定要廣播的資訊種類，其好處是能同時考慮被要求數量多以及等待夠久的資料種類，將其適時的排入廣播排程，大大的降低了「平均等待時間」花費的時間，這個方法同時考慮了使用者對資料的要求時間，及該資料被要求的熱門程度，找到一個最好的平衡點來播出資料。

推模式廣播這個廣播方式，是將使用者端所查詢資料全部蒐集，而有由廣播排程伺服器，利用有效排程演算法或排程技術分析統計資料庫

之歷史資料，找出較常被要求的熱門資料，將所有的資料組成一個資料序列，在一段固定時間內，於廣播頻道上循環播放，所有的使用者要求的資料，均可在廣播頻道上取得。在推模式廣播環境，有許多議題可研究，在真實的廣播環境中，使用著所要求的資料 (data item)(資料)可能是大小皆不相等，在廣播時，資料大小(data size)大的資料所須要播的時間較長，若是播出 size 大的資料，就必須花較多的單位時間，但這些時間，也許拿來播出許多個 size 小的資料，會滿足更多人而使平均等待時間減少，所以資料的 size 在現在的生活中是需要被考慮的，但我們之後所討論的，都是為了簡化問題，而將資料的大小都假設為同一大小，也就是在廣播頻道之中，每一個單位時間都只可以剛好播出一個資料。

在推模式廣播環境下，可將研究方向分為「平坦式」(或稱單調式)(Flat mode)與「非平坦式」(或稱非單調式,Non-Flat Mode)，假設每個資料物件大小均相等之前提下，在廣播頻道中，每個廣播物件在廣播週期只出現一次，即資料種類經過排列且每種資料種類在排列中不重複出現，稱為平坦式廣播，反之若廣播物件在廣播週期出現二次以上，或是將物件依照出現頻率多寡或資料種類間相互關係的影響，將一些熱門的物件多複製幾次後在排序，則稱為非平坦式(Non-Flat)廣播。如圖 3 所示：

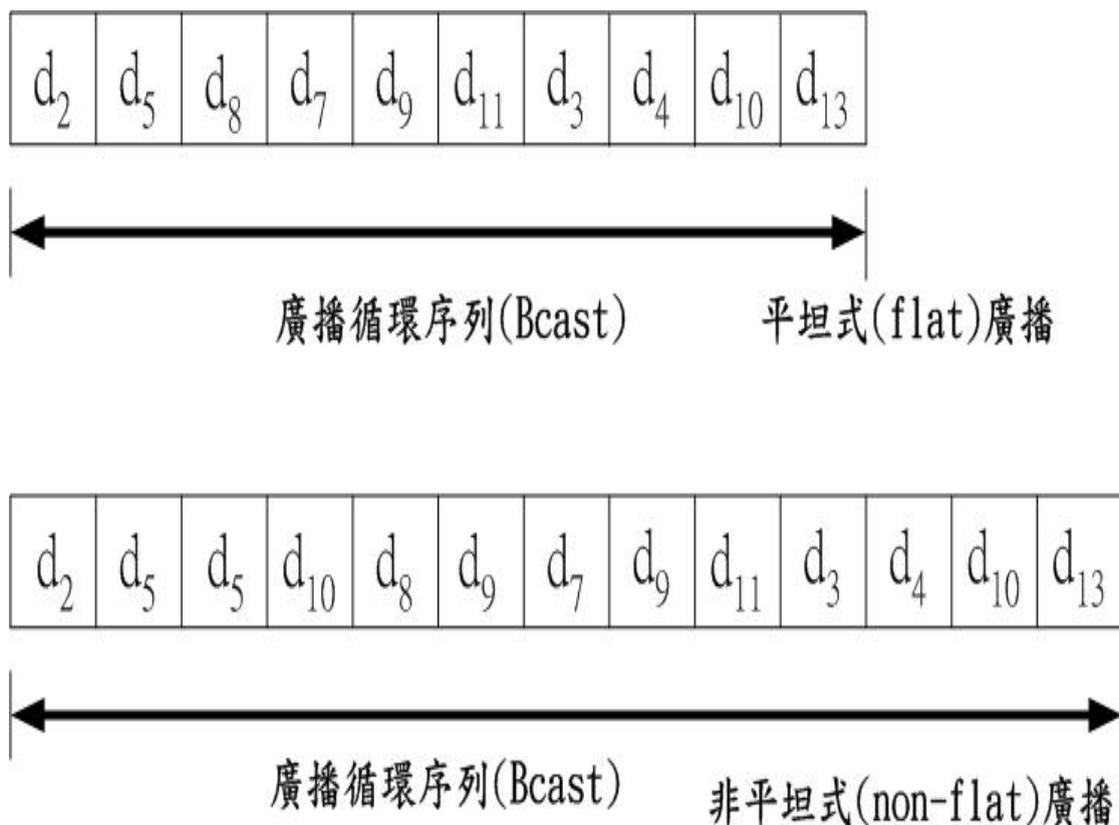


圖 3 平坦式(flat)廣播與非平坦式(non-flat)廣播示意圖

無線廣播環境研究，以用戶者端查詢資料物件之數目，可分為單一資料物件要求(Single Data Item Query)及多重資料物件要求(Multiple Data Items Query)兩類。所謂單一資料物件要求，即用戶端提出查詢的資料要求，要求資料物件種類只有一種稱之，而多重資料物件要求，是用戶端提出的資料物件要求，其要求物件種類超過一種以上稱為多重資料物件要求。

參考以往有關無線廣播文獻，可區分為四種研究方向，分別是「單

一資料物件要求」以「平坦式廣播」形式，「單一資料物件要求」以「非平坦式廣播」形式，「多重資料物件要求」以「平坦式廣播」形式，「多重資料物件要求」以「非平坦式廣播」形式。無線廣播系統早期研究方向，是單一資料物件要求、平坦式廣播型式，這種方式最為簡單，實驗的環境單純，考慮之狀況最少，在此環境熱門與冷門資料物件在廣播排程中被取得之機會是相等的，對於查詢熱門資料之使用端是無任何好處的。再來研究方向是單一資料物件要求、非平坦式廣播型式[8,17]，在這種廣播方式中，較多人需求的資料可以先行統計出來，將其多複製幾份，重複置於廣播頻道中之適當位置，非平坦式廣播型式如果是熱門資料物件，有太多使用者端要求，熱門資料物件如只放置一份，因廣播頻道在任何時間都可能有使用者進來查詢，若進來時查詢資料已經播過，則必需等到下一個循環，也有可能進入查詢時，使用者所要求的熱門資料馬上播出，就無需等待了。若熱門資料物件適度重複置於廣播頻道，則可節省使用者平均存取資料時間，這是非平坦式廣播之優點，若重複放置太多的熱門資料，則整個廣播頻道的長度增加，而使得不是要求熱門資料的使用者，會因廣播頻道長度變長，而增加等待時間，所以重複播放資料物件的多寡，必需考慮到頻道長度加長而產生缺點。

單一資料物件要求、非平坦式廣播型式研究文獻[4,5,28,25]，其使

用的方法是 Multiple Broadcast Disk，主要論點是將少數較高查詢頻率資料物件置於較小的廣播磁碟(Broadcast Disk)區域，大量而查詢頻率較低之資料物件放置在較大的廣播磁碟區域，在一個時間長度內，反覆由不同的廣播磁碟中取出資料物件置於廣播排程中，直到所有資料物件均被放入為止，而放置少數較高查詢頻率資料物件廣播磁碟區域，被重複播放的次數高於放置大量而查詢頻率較低之資料物件廣播磁碟區域，則可達到查詢高頻率少數資料物件廣播次數較多，相對於查詢低頻率多數資料物件被廣播的次數較少。

在現實無線廣播環境中使用端多重資料物件要求，每個使用者要求多個資料物件是較合乎現時狀況，固進而有人繼續研究討論多重資料物件要求之無線廣播系統環境，在每個使用者多可要求多個資料物件的情況下，而且可能使用者所要求得查詢資料物件之間也有許多重複被要求的狀況，這點即是「多重資料物件要求」模式之重要研究方向。多重資料物件要求、以平坦式廣播的方式，相關研究有 Query Expansion Method (簡稱為 QEM)方法[9,21]，以查詢資料物件組來看，依查詢資料物件組頻率的高低來排序，由查詢頻率高的至查詢頻率的依序排列，參考每一查詢組資料物件組中的資料物件位置，並調整資料物件的位置，使兩個查詢資料物件組之間，重複被要求的資料物件放在最靠近的

位置，可以使平均等待時間最小，但此法所要考慮的資料物件對調及反覆計算資料物件間之間隔距離是相當複雜的。後來有人提出 Data-Oriented 的方法[9,20]，其方法是將查詢資料物件組中資料物件分別為一個個單一個體，對每個資料物件累計其各自的頻率，並將頻率最高與次高的放在一齊，最後使得最常被要求的資料物件放的更集中，能使查詢者在較短時間內取得要求之資料物件。

無線網路廣播分即時資訊廣播與非即時資訊廣播，即時資訊廣播大部份應用在軍事領域、多媒體系統、控制系統、股票商業系統等，假如資訊沒有準時送到客戶端，資訊將會變成是無用的，故即時資訊廣播時間因素是重要的。本文主要研究對象是非即時資訊廣播，是針對資料庫的有用之資訊取得，所以本論文主題是如何有效配置廣播資料順序，以減少客戶端存取資料之時間[19]。

在無線廣播的環境中能夠研究的議題相當多，諸如節省頻寬之研究、應付大量用戶端存取資料而造成伺服器瓶頸之問題、及平均等待時間過長之問題等等，其中很多研究更是著重於節省平均存取時間之研究[29,4,5,13,28]，節省平均等待時間才能使得行動端查詢者能在短時間內取得所需之資料物件，以減少能源的損耗，平均等待時間的降低，即是將熱門資料形做多次之廣播循環，以滿足大部份行動端之使用者。但

會使冷門資料的查詢者被冷落，而造成不公平之現象，而有部份研究者考量公平性之研究[6, 12]，只要使用者要求且廣播循環系統包括此項資料，必能讓使用者得到一個合理之存取時間。

行動客戶端能源消耗一般分成兩種模式，即活動模式(active mode)及睡眠模式(doze mode)，當行動客戶端處於活動模式時其功率消耗高於處於睡眠模式時數千倍。行動客戶端欲從廣播頻道中讀取資料時，依據廣播協定(broadcast protocol)決定何時該進入睡眠模式，又何時該近入活動模式，並於廣播頻道中讀取資料庫中之資訊，再依所讀資訊反覆進行直到取得所要資料為止[19][22]。在無線網路行動通訊相關研究中，用來憑估一廣播機制的參數主要有兩個：一為存取時間即行動客戶端提出一個查詢時刻開始，至收到廣播頻道資料所需耗費的時間，二為調整時間(tuning time)即處於活動模式時之所有時間，此參數調整時間之多寡最主要影響行動客戶端能源之消耗[10]。本論文僅研究如何有效配置廣播資料順序以減少資料查詢之存取時間。

某些研究在減少存取時間諸如緩衝區及非均勻廣播[4, 7, 26]，研究減少調整時間諸如索引法及雜湊法過去曾有人研究過[11, 23, 24]，在這篇論文我們主要在研究如何改善無線廣播資料配置方式，用來降低行動客戶端存取資料時間。

第二節 研究目標與限制

資料物件廣播是在參考文獻[16]所提出資料物件廣播循環計劃，其廣播媒介為高速的光纖網路，其方法係運用電腦等硬體設備擷取廣播頻道中之所需資料物件。文獻[30]中提出改善資料物件廣播循環計劃，在廣播頻道只使用相關所被要求之資料物件。本文係研究無線廣播在多頻道行動環境廣播資料物件順序之安排，用來降低行動客戶端平均存取資料時間，其廣播媒介係衛星或無線基地台，將資料物件循環廣播，而行動客戶端，經由監聽廣播頻道來擷取所查詢的資料。

無線網路廣播分即時資訊廣播與非即時資訊廣播，即時資訊廣播大部份應用在軍事領域、多媒體系統、控制系統、股票商業系統等，假如資訊沒有準時送到客戶端，資訊將會變成是無用的，故即時資訊廣播時間因素是重要的[19]。本文主要研究對象是非即時資訊廣播，是針對資料庫的有用之資訊取得，所以本論文主題是如何有效配置廣播資料順序，以減少客戶端存取資料之時間。

在實際無線廣播環境中，廣播資料物件大小並不一定相等，資料物件長度較大者，其廣播所需要的時間必較長，而資料物件較小者，其廣播時間必較短，相對的行動客戶端擷取資料物件所需時間亦視資料物件大小而不同，本文為求研究環境之單純化，將廣播資料物件的長度皆假

設為同一大小，即在廣播頻道中所播出資料物件其資料大小均相等。

在無線網路行動通訊相關研究中，用來憑估一廣播機制的參數主要有兩個：一為存取時間(access time)即行動客戶端提出一個查詢開始至取得所有要求資料物件為止所花費的時間，二為調整時間(tuning time)即處於活動模式時之所有時間，此參數調整時間之多寡最主要影響行動客戶端能源之消耗[6]。存取時間的長短最主要是影響行動客戶端是否能很快取得所需資料物件。而調整時間之多寡，最主要影響是行動客戶端設備之能源，此類相關研究是運用「索引技術」[4, 14, 20, 18]將無線廣播中的附加資訊(Additional Information)通知行動客戶端資料擷取時間，藉以調整行動客戶端之能源消耗模式，但行動客戶端設備能源問題不是本文所討論的議題。本論文僅研究如何有效配置廣播資料順序，以減少資料查詢之存取時間。

行動客戶端提出一查詢(Query)要求給伺服器端，此查詢裡只含一個資料物件的需求，稱之為「單一資料物件要求」之廣播模式，如果所提出之查詢，要求超過一個以上的資料物件，則稱之為「多重資料物件要求」。伺服器端利用有效之演算法，去統計分析以往查詢之歷史資料，將這些資料物件做成一個較佳序列，置於廣播頻道上進行循環廣播，其廣播資料物件不重複者稱為「平坦式」(或稱單調式)，廣播頻道中資料物

件重複播放的情況稱為「非平坦式」(或稱非單調式)。資料物件經過演算法排列且資料物件在廣播頻道中不重複出現，稱之為「平坦式」廣播模式，而進行較熱門資料物件多重插入廣播頻道中，稱之為「非平坦式」廣播模式。較早期無線廣播之研究是以「單一資料物件要求」「平坦式」廣播模式，其實驗環境最單純且考慮狀況最少，而後有「單一資料物件要求」「非平坦式」廣播模式之研究。以無線廣播之現實環境中，行動端查循詢者提出一查詢要求時，要求多個查詢資料物件是較為合理的，所以「多重資料物件要求」「平坦式」廣播模式及「多重資料物件要求」「非平坦式」廣播模式，是目前無線廣播重要研究議題。本篇論文研究即是「多重資料物件要求」「平坦式」廣播模式，且將資料物件長度皆假設為同一大小且等長，運用邏輯演算法則將廣播資料物件做最適當之安排，減少行動端查詢者平均存取時間。

在本篇論文演算法所採用之資料庫型態為關聯式資料庫，而關聯式資料庫中的每一個資料欄位，所包含資料總合資料集(Data set)即是所謂的資料物件(Data Object)；而我們資料廣播順序，即是資料表中資料欄的相關順序。廣播伺服器端進行資料物件之循環廣播，而行動端之監聽者進行資料物件之擷取動作，行動端平均存取時間與廣播循環之資料順序有絕對之關係，為了使避免行動端等待資料物件時間過長，所以較

佳的廣播排程資料物件排列順序是本論文研究之課題。

參考過去的研究文獻，「單一資料物件要求、平坦式」廣播模式、「單一資料物件要求、非平坦式」、「單一資料物件要求、平坦式」、「多重資料物件要求、平坦式」、「多重資料物件要求、非平坦式」，以上四種廣播模式在有關無線廣播研究文獻中，大都在單一廣播頻道環境。本論文是使用模擬退火演算法在多通道行動環境之資料廣播，並經實驗證明可得到較佳之廣播循環資料物件序列，節省行動客戶端平均存取時間。

模擬退火法(Simulated Annealing)是將金屬合金的退火過程與最佳化問題的求解過程予以類比，所衍生出一種求近似最佳解的演算法。模擬退火法的最大特徵在於它除了接受較優的解外，仍然給定一機率以接受較差的解。最初在 T (溫度) 值較大時，它接受較多較差的解，隨著 T 值減少，接受較差解的機率也跟著降低，最後當 T 減為 0 時，較差的解就不再被接受，這個特徵使得模擬退火法不同於鄰近搜尋法(Neighbor Search)具有跳出局部最佳解(local optimum solutions)而達到全域最佳解(Global optimum solutions)的能力[1]。

本論文提出使用模擬退火法，來找到較佳的廣播序列，使行動端查詢者能在最短時間內取得所需資料。模擬退火法即是將初始的一組廣播排程，在退火過程中不斷擾動及計算成本函數，試圖找到一組較好的廣播序

列。在本論文第四章將介紹模擬退火法的實驗，其實驗結果對於行動客戶端資料平均存取時間改善是有幫助的。

第三節 本編論文架構

本論文其餘架構如下，第二章問題的描述與定義，詳細敘述演算法定義及演算法各種環境參數的設定，並描述此種方法如何運用於本論文的環境。第三章研究方法，本論文使用模擬退火演算法來解決無線廣播的問題，使用演算法的介紹，及如何進行廣播資料物件的排序等。第四章實驗結果與探討，說明我們使用方法實驗環境，相關可以調整的變數，及實驗結果，並對實驗結果加以說明討論。第五章結論及未來研究方向。

第二章 問題描述與定義

第一節 問題的描述

無線廣播研究領域相當廣闊，其解決的不外乎，頻寬的問題、廣播頻道的問題、如何減少平均查詢時間等等問題。因為廣播頻寬的不足，常常引起資料擁塞及斷訊的問題，而造成通訊品質不佳的情形，使行動端的查詢者不易取得所需的資料。故在無線廣播研究領域裡，如何求得較佳廣播序列是一重要研究課題。為了提升無線廣播頻道資料物件的被行動端查詢效率，本編論文是採用「多重資料物件要求」「平坦式」(單調式)廣播環境模式，資料物件大小假設為相等，且查詢資料物件無順序性，而用有效廣播排程演算法在多通道環境之廣播循環資料物件的配置，主要在研究無線廣播環境之廣播排程之改善。

本編論文無線廣播研究架構如圖 4 所示，在無線廣播系統中行動端查詢者進行查詢資料物件監聽，並擷取廣播頻道中資料物件可由圖 4 無線廣播研究架構來加以說明， Q 為所有查詢者所成的集合，包括 n 個查詢者， q_i 某一行動端查詢者， $Q = \bigcup_{1 \leq i \leq n} q_i = \{d_2, d_4, d_6, d_9, d_5, d_3, d_7, d_3, d_1, \dots, d_j\}$ ，以三個行動端查詢者為例，行動端查詢者提出查詢訊息，如 Client A 需求資料物件為 $q_1 = \{d_2, d_5, d_6\}$ ，Client B 需求資料物件為 $q_2 = \{d_3, d_7, d_5\}$ ，Client C 需求資料物件為 $q_3 = \{d_6, d_3, d_1\}$ 等，廣播資料排程同

伺服器搜集所有查詢者之查詢資料物件後，將其平均分配成為 $\{d_7, d_9, d_5, d_{11}, d_3, d_{13}, \dots, d_{n-1}\}$ 及 $\{d_2, d_8, d_6, d_{12}, d_1, d_{10}, \dots, d_n\}$ 等 H 組廣播頻道資料物件序列，又可稱為 H 組廣播物件資料流 (Broadcast stream) (Bcast)，將此 H 組廣播頻道資料物件序列分別置於 H 個廣播頻道上，進行資料物件循環廣播，而行動端查詢者藉由監聽並適時切換頻道取得所需查詢資料物件。

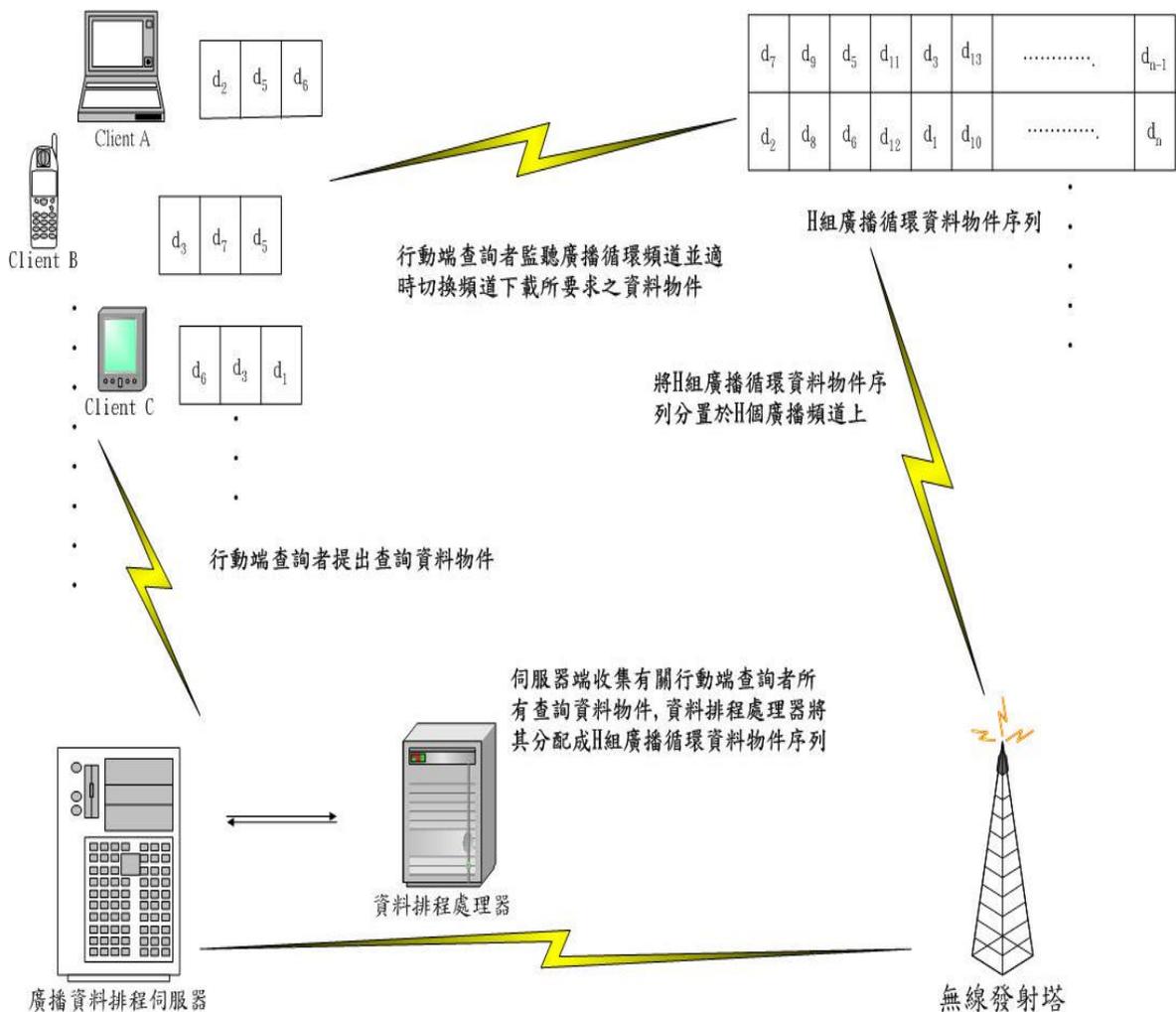


圖 4 無線廣播研究架構圖

但因廣播頻道資料物件序列之資料物件排列順序，將影響行動端查詢者取得所需資料物件之存取時間，如以單頻道廣播環境為例，廣播頻道資料物件序列 $= \{d_2, d_9, d_{14}, d_1, d_5, d_{13}, d_6, d_{12}, d_3, d_{15}, d_4, d_{11}, d_7, d_8, d_{10}\}$ ， $q_1 = \{d_2, d_5, d_6\}$ 行動端查詢者 q_1 查詢資料物件為 d_2, d_5, d_6 ，其查詢距離 $QD(q_1,) = 7$ ， $q_2 = \{d_3, d_7, d_5\}$ 行動端查詢者 q_2 查詢資料物件為 d_3, d_7, d_5 ，其查詢距離 $QD(q_2,) = 9$ ， $q_3 = \{d_6, d_3, d_1\}$ 行動端查詢者 q_3 查詢資料物件為 d_6, d_3, d_1 ，其查詢距離 $QD(q_3,) = 6$ ， $QD(q_1,) + QD(q_2,) + QD(q_3,) = 7 + 9 + 6 = 22$ 。若將廣播頻道資料物件序列變為 $' = \{d_2, d_6, d_{14}, d_{10}, d_5, d_{13}, d_9, d_{12}, d_3, d_{15}, d_4, d_{11}, d_7, d_8, d_1\}$ ， $q_1 = \{d_2, d_5, d_6\}$ 行動端查詢者 q_1 查詢資料物件為 d_2, d_5, d_6 ，其查詢距離 $QD(q_1, ') = 5$ ， $q_2 = \{d_3, d_7, d_5\}$ 行動端查詢者 q_2 查詢資料物件為 d_3, d_7, d_5 ，其查詢距離 $QD(q_2, ') = 9$ ， $q_3 = \{d_6, d_3, d_1\}$ 行動端查詢者 q_3 查詢資料物件為 d_6, d_3, d_1 ，其查詢距離 $QD(q_3, ') = 10$ ， $QD(q_1, ') + QD(q_2, ') + QD(q_3, ') = 5 + 9 + 10 = 24$ 。由以上例子可知不同之廣播頻道資料物件序列，對行動端查詢者取得所需查詢資料物件的存取時間會有所不同，故廣播頻道資料物件序列其資料物件之排列情形，影響存取資料物件之快慢甚巨，本論文即是應用有效之排程演算法在多通道行動環境之資料廣播，幫我們找出較佳之廣播頻道資料物件循環序列，以減少行動端查詢者存取資料物件之平均存取時間。

第二節 符號定義

為進行本篇論文之研究，我們在表一中提供相關符號之定義，這些符號將適用於整篇論文。本篇論文所用到之符號及其定義如表 1 所示。

符號	意義
d_i	某一個被廣播的資料物件
$ d_i $	一個資料物件之大小
D	一個廣播所有被廣播資料物件的集合
B	一個廣播頻道週期的長度
q_i	在廣播頻道中被提出的某個查詢
$QDS(q_i)$	q_i 所存取資料物件的集合
$freq(q_i)$	q_i 出現之頻率
Q	所有的查詢所成的集合
	所有資料物件集合在廣播頻道中安排的順序

表 1 符號定義

第三節 問題定義

資料物件在廣播頻道上的位置，關係到行動用戶端能否快速在短時間內擷取到所需之資料物件，無形中幫助降低了廣播伺服器主機的負擔以及行動查詢者所耗費的成本。無線廣播資料配置的問題，主要是找出一個廣播排程 及其所對應之所有查詢的總存取時間 TAT(Total Access Time), TAT 的值愈小愈好，本篇論文首先以單一頻道來求得 TAT 與 QD(查詢距離之關係，再更廣泛將之應用於多頻道廣播環境之 QD 的求法。

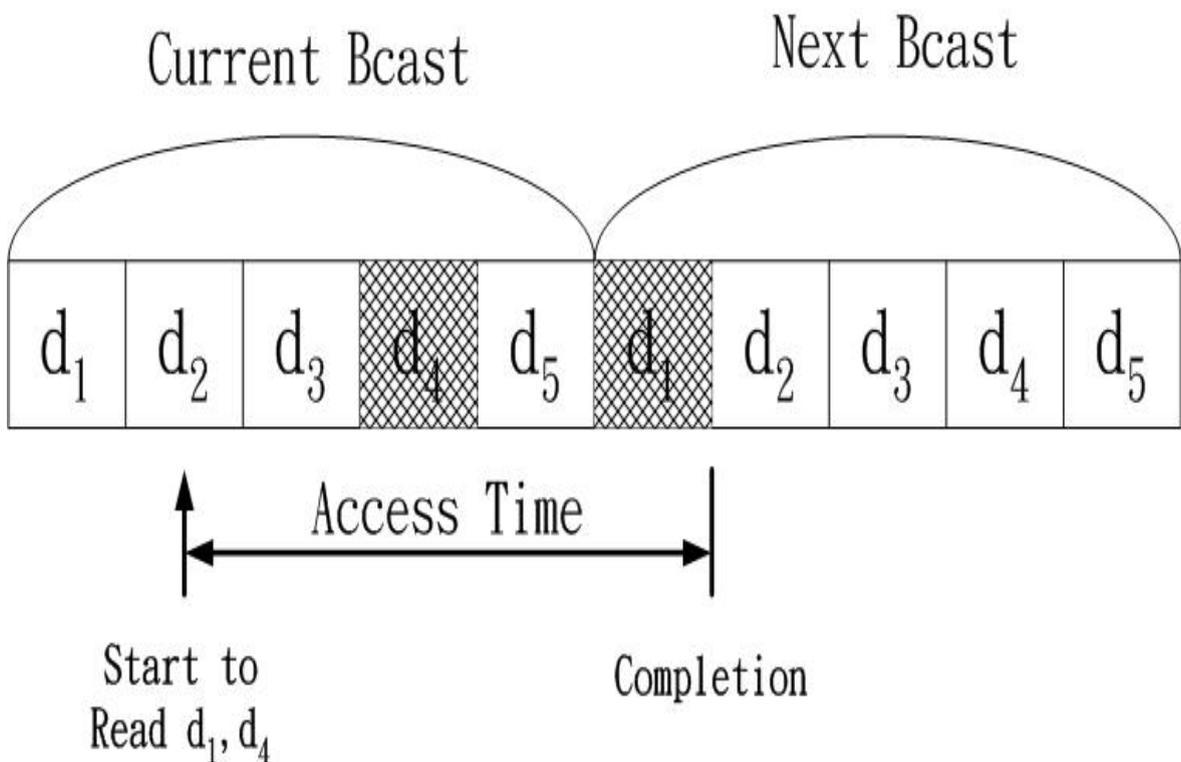


圖 5 無線廣播中存取時間示意圖

首先，我們在表 1 中提供相關符號的定義，這些符號將用於整篇論文。無線廣播資料配置的問題，主要是找出一個廣播排程 及其所對應之所有查詢的總存取時間 TAT (Total Access Time)，TAT 的值愈小愈好，也就是每一查詢的平均存取時間愈短愈好，我們說明如下：

$$TAT(\pi) = \sum_{q_i \in Q} AT^{avg}(q_i, \pi) \times req(q_i) \quad (1)$$

$AT^{avg}(q_i, \pi)$ 是代表第 i 個查詢 q_i 在資料廣播排程 π 中，所需的平均存取時間。圖 5 中說明了某一個查詢在這個廣播中的存取時間，例子中一個查詢 q_i ，需要接收兩個資料物件 d_1 及 d_4 ，開始接收資料物件如箭頭所標的位置， q_i 進入時通道上正在廣播資料物件 d_2 ，而 d_2 並不是 q_i 所要的資料，所以要等到 d_3 過後 d_4 才會出現；在同一週期中 d_1 被廣播是在 q_i 進入時之前，所以要等到下一個廣播週期 q_i 才可以接收到 d_1 ，所以 q_i 所需的存取時間如圖中雙箭頭所示，因此 q_i 的平均存取時間跟 q_i 進來廣播頻道的開始點有很大的關係，要算平均存取時間是要考量每一個進來的點，如圖 5 所示，計算平均存取時間必須考量所有廣播頻道中可能進來的點，加起來算平均值即是 $AT^{avg}(q_i, \pi)$ 。

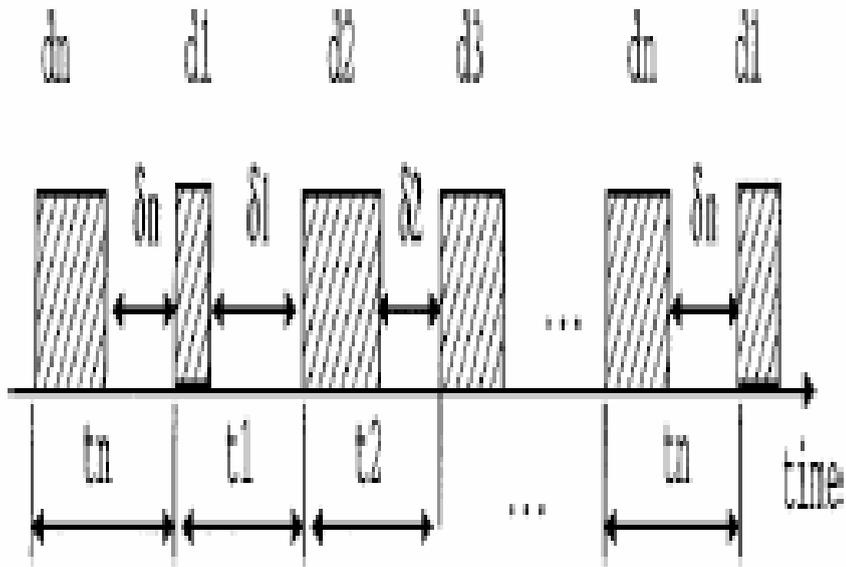


圖 6 行動端查循資料物件之配置

我們所要解決的廣播問題就是給定 n 個查詢，想要找出一個好的廣播排程，使得 $TAT()$ 愈低愈好，如前面所說每一查詢的 $AT^{avg}(q_i, \quad)$ 是不好測量的；所幸在文章[10]中提出了一個新的且較容易計算的測量標準 查詢距離 QD (Query Distences)，並且說明某個查詢 q_i 的 $AT^{avg}(q_i, \quad)$ 跟 q_i 的查詢距離 QD 是成正比的；也就是對某一個 q_i 來說， QD 愈短則 $AT^{avg}(q_i, \quad)$ 也愈短。

以圖 6 為例， q_i 表示在廣播頻道中某一個查詢 q_i 所需的資料集，假設 $QDS(q_i) = \{ d_1, d_2, \dots, d_j \}$ ， j 為 q_i 所要存取的資料物件數量， δ_i 表示資料物件 d_j 及 d_{j+1} 兩者間在廣播順序中的距離，就是 $t_j - |d_j|$ ， t_j 就是 d_j 起始到下一個 d_{j+1} 開始這中間的長度，因為資料廣播是循環式的每隔

一段時間就會重覆廣播，所以所有 t_i 的總合就是一個 bcast 的大小， q_i 的查詢距離如下列公式：

$$QD(q_i, \pi) = B - \text{MAX}(d_k), k = 1 \sim n \quad (2)$$

舉例來說，如圖 5 所示，若以 QD 測量的方法來說明，當 $QD(q_i) = \{d_1, d_4\}$ ， d_1 所指的是 $d_1 \sim d_4$ 間的距離，中間隔了 d_2 及 d_3 ，故 $n_1 = 2$ ， d_4 所指的是 $d_4 \sim d_1$ 的距離，中間隔了 d_5 ， $n_2 = 1$ ，因此導入公式 $QD(q_i, \pi) = B - \text{MAX}(d_k), k = 1 \sim n$ ，長度 $B = 5 - \text{MAX}(d_k) = 2$ ，故 $QD(q_i, \pi) = 5 - 2 = 3$ 。

我們假設的前提是每一個單位長度資料物件大小都相等且假設資料物件間無間距，無線廣播的問題是要找出一個好的廣播排程，讓 QD 總長度愈短愈好，我們從前段得知 TAT 越短則 q_i 的平均存取時間也就愈短，也就是說對某一個 q_i 來說 $AT^{avg}(q_i, \pi)$ 是跟其 QD 成正比的，因此只要求得 $QD(q_i, \pi) \times \text{freq}(q_i)$ 之最小化。

本論文是利用模擬退火演算法在多通道環境之廣播循環物件序列配置之研究，其研究前提是「多重資料物件要求」「平坦式」廣播模式，所謂「平坦式」廣播模式，即廣播循環物件序列(Bcast)中資料物件沒有重複之情形。並假設廣播循環物件序列(Bcast)中資料物件資料大小長度均相等，且資料物件係連續廣播無間距，並將H組大小相同廣播循環物件序列(Bcast)置於H個頻道上進行循環廣播，行動端查詢者經由監聽頻道

並適時切換頻道而下載其需求之資料物件，其演算法計算查詢距離QD如圖7 計算查詢距離QD示意圖所示。以多個頻道為例我們將所用之符號做定義： q_i 行動端查詢者提出之某一個查詢， Q 為所有的查詢所成的集合 $q_i \in Q$ ， $QD(q_i)$ 某一查詢在多頻道之查詢距離， $TAT(\quad) = MQD = \sum QD(q_i, \quad) * freq(q_i)$ 為所有查詢之查詢距離之總合。今以三個廣播頻道說明查詢距離的計算，符號說明如後， 0 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道均無出現的情形， 1 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道只出現在一個頻道的情形， 2 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道出現在二個頻道的情形， 3 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道均出現的情形，並分為下列三種情形：

- 一、第一種狀況，如圖 7 (a)狀況投影到一個頻道僅出現 $0, 1$ 兩種情形，表示行動端查詢者查詢資料物件，任一時間點在各頻道均無重複之情形，其 $QD(q_i, \quad)$ 的計算方式如(3)式，與單一頻道之計算方式相同：

$$QD(q_i, \quad) = \sum_{H=1}^3 (B - \text{MAX}(d_k)) \quad (3)$$

式中 B 為一個廣播頻道之長度， d_k 為兩個查詢資料物件間在廣播頻道上之最大間距。

二、第二種狀況，如圖7 (b)狀況投影到一個頻道僅出現一處3的情形，其餘時間點均小於3，表示只有一時間點行動端查詢者查詢物件，在三個頻道均出現的情形(只有某一時間點出現2，其他時間點均比2小，也是第二種狀況之情形)，其 $QD(q_i, \quad)$ 的計算方式如(4)式：

$$QD(q_i, \quad) = 1 + 2B \quad (4)$$

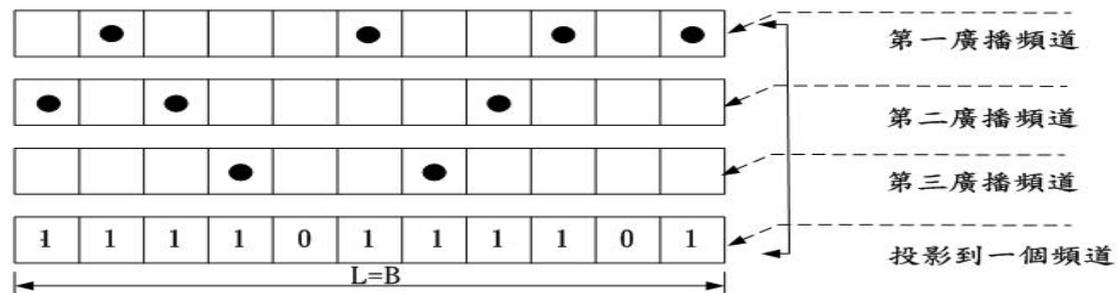
表示在出現3之時間點，行動端查詢者接收到第一個查詢資料物件後，必需經過B距離切換頻道接收第二個查詢資料物件，再經B切換頻道接收第三個查詢資料物件。某一時間點出現2，其他時間點均比2小，其 $QD(q_i, \quad) = 1 + B$ 。

三、第三種狀況，如圖7 (c)狀況投影到一個頻道出現二處以上3的情形，其餘時間點均小於3，表示有二時間點以上行動端查詢者查詢物件，在三個頻道均出現的情形(或有兩個以上時間點出現2，其餘時間點均小於2)，其 $QD(q_i, \quad)$ 的計算方式如(5)式：Z為第一個出現3的時間點，W為最後一出現3的時間點。

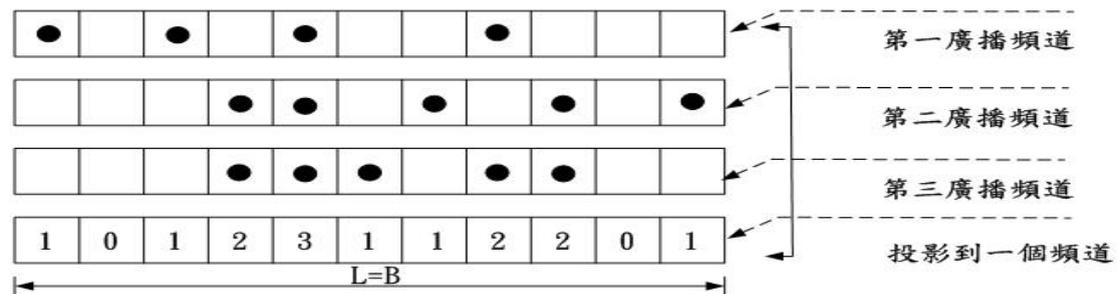
$$QD(q_i, \quad) = (W - Z) + 2B \quad (5)$$

表示在出現3之時間點，行動端查詢者接收到第一、二個查

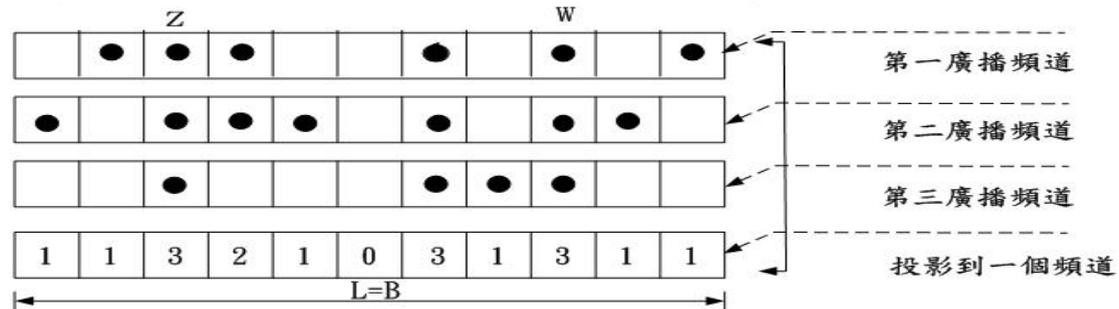
詢資料物件後，必需經過 $(W-Z)+B$ 距離切換頻道接收第三、四個查詢資料物件，再經 B 切換頻道接收第五、六個查詢資料物件。某兩時間點出現 2，其他時間點均比 2 小，其 $QD(q_i,) = (W - Z) + B$ 。



(a). 投影到一個頻道僅出現 0, 1 兩種情形，表示行動端查詢者查詢資料物件，任一時間點在各頻道均無重複之情形



(b). 投影到一個頻道僅出現一處 3 的情形，其餘時間點均小於 3，表示只有一時間點行動端查詢者查詢物件，在三個頻道均出現的情形



(c). 投影到一個頻道出現二處 3 的情形，其餘時間點均小於 3，表示有二時間點行動端查詢者查詢物件，在三個頻道均出現的情形

- : 表示行動端查詢者查詢之資料物件
- 0 : 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道均無出現的情形
- 1 : 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道只出現在一個頻道的情形
- 2 : 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道出現在二個頻道的情形
- 3 : 表示行動端查詢者查詢之資料物件，在某一時間點在三個頻道均出現的情形

圖 7 計算查詢距離 QD 示意圖

第三章 研究方法

第一節 模擬退火演算法 (Simulated Annealing Alogrithm)

本篇論文是利用模擬退火演算法的原理，蒐集行動端查詢者查詢之資料物件，經模擬退火演算法在雙通道行動環境找出一較佳資料物件廣播循環序列，讓查詢者能減少平均存取時間，快速取得所需資料物件。

退火 (Annealing) 是一種運用在金屬冶煉上且為廣泛的材料加工方面之技術，主要的目的地是運用於消除材料中因為外在因素或冶煉過程中所產生的材料缺陷，以恢復或改良材料的相關屬性或是增進相關材料特性，如煉鋼過程。它的原理是運用金屬物質的物理現象，當金屬處於高溫狀態時，其物質內部的原子將會因熱能的原因產生原子的高速移動，產生物質內部的激烈震盪；相對的在退火冷卻過程中，因為高溫的持續現象，此時原子以及相關物質中的不同缺陷及殘渣，因密度的不同及熱能所提供的動能進行交互的位置移動，而在金屬緩緩冷卻時，原子會因熱能的消逝而降低移動的頻率以及縮短移動的距離，最後金屬經重整而得穩定的材質結構。

模擬退火演算法 (Simulated Annealing) 最早由 Metropolis 等人於 1953 年所提出，直到 1983 年 Kerkpatrick 等人提出蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulated) 的隨機搜尋技巧觀念，開始使用它來求最佳化組合等

問題，此演算法開始受到重視。此後如銷售者旅行問題(Traveling Salesman Problem, TSP)、定位擺置(Placement)問題及圖形分割(Graph Partitioning)、影像處理問題(Image Processing)等皆運用模擬退火演算法進行相關領域的研究。

通常對於非線性最佳化問題(Nonlinear Optimization Problem)大都採用梯度法(gradient Type)或直接搜尋法(Direct Search)，但當問題變數增多時，則沒有一較為有效率的方法來尋找出整體的最佳解(Global Optima Solution)。在非線性最佳化的問題中，應特別留意避免落入區域最佳解。最近發展所謂的啟發式解法(Heuristic Method)，提高找出整體的最佳解的情況，其中模擬退火演算法即是屬於此方法中相當成功的搜尋方式。模擬退火演算法在找出整體最佳解的領域中扮演非常重要的角色，相較於其他整體最佳解的方法，其演算法的演算程式較易撰寫與理解，且為單點搜尋，可省略多點搜尋以及多點資訊交換的過程。

模擬退火演算法是運用組合最佳化演算法以及降溫程式的邏輯，並結合波茲曼函數來進行搜尋過程的控制，在演算過程中可跳脫區域最佳解的狀況；並且利用同一溫度下大量搜尋的次數，來增加搜尋的效率。Gradient Type 和疊代改善法(Iterative Improvement)，其中疊代改善

法可說是使用於組合最佳化問題中最通用的啟發式搜尋法，也可以說是模擬退火演算法的基礎。而降溫程式則是運用 Metropolis 演算法來模擬高溫中固體達到熱平衡的變化。

假設在搜尋最佳解的過程中，設 i 代表在時間 t 的解，其成本(Cost) 為 C_i ；而下一個時間 $t+1$ 搜尋到的解 $i+1$ ，其成本為 C_{i+1} 。則 $E = C_{i+1} - C_i$ 為兩個解之間的成本差，如圖 8 模擬退火演算法跳脫區域最佳解識示意圖所示，當 $i+1$ 的成本大於 i 時，模擬退火演算法會根據一機率公式來決定是否接受 $i+1$ 來取代 i 成為時間 $t+1$ 的新解，其機率 P 如下所示：

$$P^{Me} = 1 \quad \text{if } E \leq 0$$

$$P^{Me} = \exp(-E/T) \quad \text{if } E > 0$$

因此當搜尋到新的解比現有解之成本大時，會有一個機率值來決定是否接交換。模擬退火演算法因退火程序的關係，藉著溫度逐漸降低來調整是否接受成本較差的新解的機率，當溫度越低時，機率也跟著降低。運用此機率函數來跳脫區域最佳解，而可找到全區域較佳解的狀況。

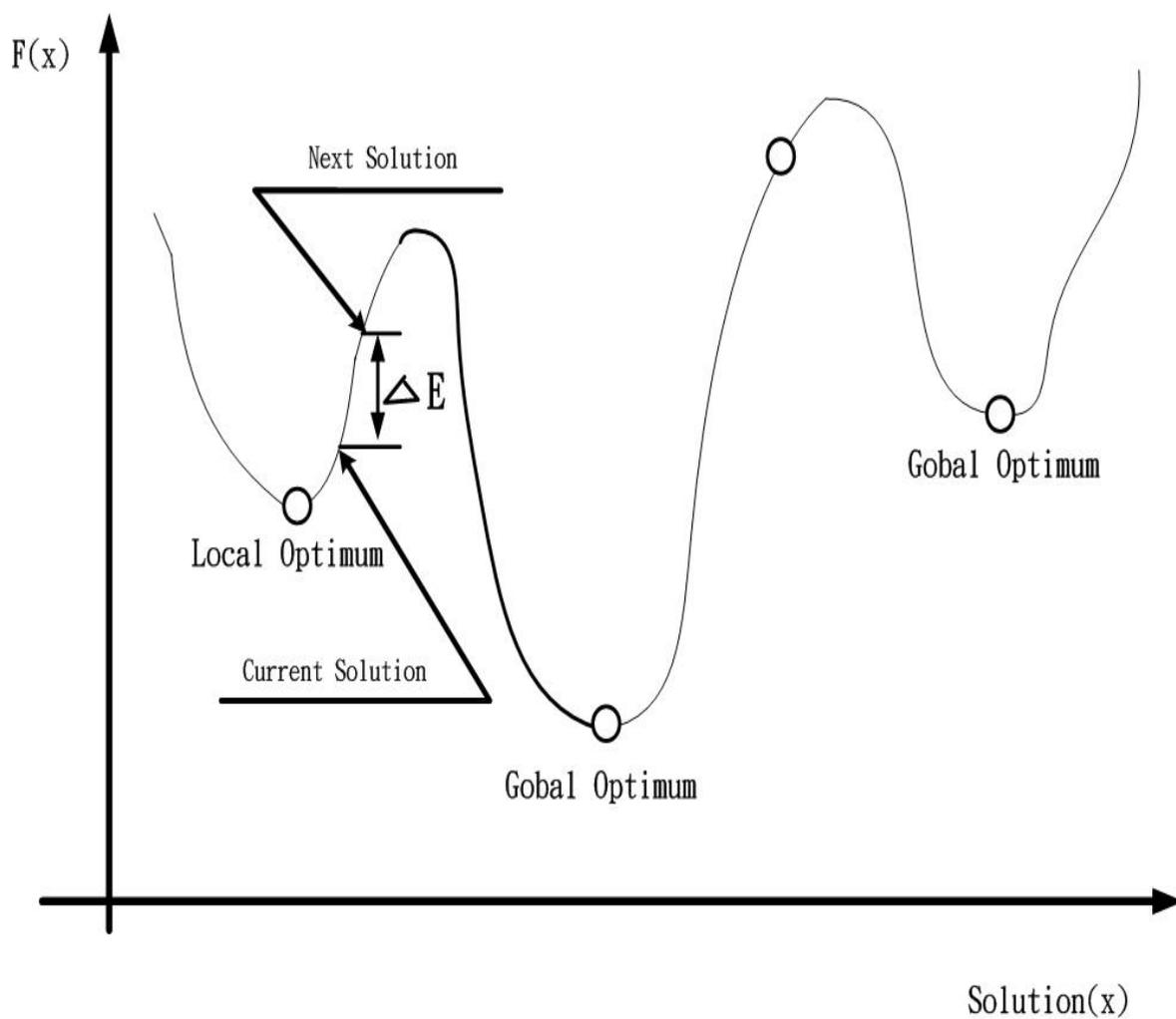


圖 8 模擬退火演算法跳脫區域最佳解示意圖

第二節 模擬退火演算法 (Simlated Annealing Alogrithm) 流程

Kirkpatrick [13]等人在 1983 年提出模擬退火法，並成功地應用在解決最佳化的問題，它是蒙地卡羅演算法的推廣。模擬退火法不同於鄰近搜尋法，具有跳出區域最佳解，而達到全域最佳解的能力。以下將透過圖 8 逐一說明本研究運用模擬退火法的設計及運算過程，如何在無線

廣播通道上獲得較佳的資料排程。

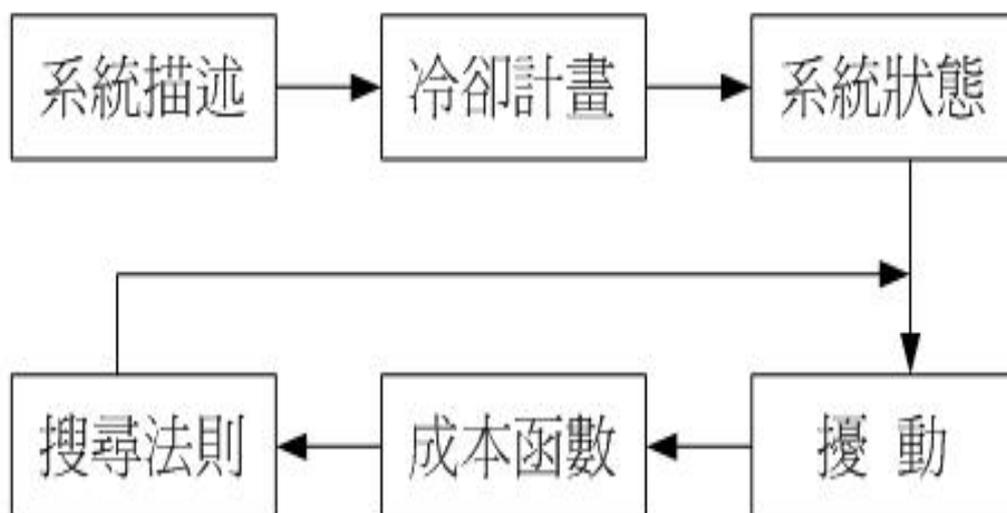


圖9 退火法過程概略圖

一、系統描述(the description of the system)：

在無線廣播的領域中， $D = (d_1, d_2, d_3, \dots, d_u, d_6, d_8, d_9, \dots, d_v, d_7, d_4, d_5, \dots, d_x, \dots)$ 代表多頻道廣播的序列，其中 d_u 、 d_v 、 d_x 代表一個即將被廣播的資料物件，資料物件相當於金屬結構分子，加熱到一定溫度後，所有分子在狀態空間中自由運動，隨著溫度下降，這些分子逐漸停留在不同狀態，而分子的狀態分布則滿足波茲曼 (Boltzmann) 概率分布函數。

二、冷卻計畫(Cooling Schedule)：

將任何可能近似最佳廣播排程，由紊亂之隨機狀態逐漸導引至穩

定狀態的降溫過程。所須決定參數包括：

A. 起始溫度(initial temperature) : T_i

起始溫度必須高到足以被所有的解所接受，並具有可以離開及不侷限於區域最佳解的能力，其設定並無絕對標準，需視問題而定，本文將起始溫度設為 1000 。

B. 溫度長度(temperature length) : k

k 即馬可夫鏈的長度，指在同一溫度 T_m 下，將反覆進行擾動 k 次，也就是當達到一個溫度長度時，才會進行降溫。此一長度與問題規模有關，如Bonomi和Lutton(1984)設定為問題大小乘以某倍數等。但必須同時限定馬可夫鏈的長度，以避免求解時間過長而產生一個不合理的求解時間，本研究採用 $k = N \times 20$ 為計算基礎， N 廣播頻道資料物件數。

C. 冷卻率(cooling ratio) :

冷卻率是指已屆降溫時機時，由現行溫度下降到次一溫度的比率。一般的降溫方式為 $T_{i+1} = \alpha T_i$ ， α 的值介於 0.8~0.99 之間，本研究冷卻率 $\alpha = 0.95$ 。

D. 凍結條件(frozen) : T_f

使模擬退火法演算終止的規則。凍結條件最單純的設定方式

是指定一個固定的終止溫度，一般是一個趨近於零極小質，本文凍結條件設為 $T_f < 1$ ，即溫度逐次下降至小於 1°C 時，演算程序即將終止。另還有其他檢查求得解是否有所改善的方式，如 Kouvelis and Chiang(1992)設定若經數次降溫後，求得的最佳解仍未改善或者可行解遞移接受的比率低於一定值，則終止演算。

三、系統狀態(Configuration)：

所有可能的廣播序列排程。

四、擾動的方法(the perturbation mechanism)：

目的是讓原有的廣播序列產生不同的變化，用來找到更佳解。本研究使用隨機方式選取兩種擾動方法如圖 10 模擬退火法雙通道擾動方式示意圖(擾動前)及圖 11 模擬退火法雙通道擾動方式示意圖(擾動後)所示，一為隨機選取任一廣播頻道中之任一資料物件插入原廣播頻道中，隨機所選擇的任一位置，其他之資料物件均依序向前或向後移動一個位置(op_1)。二為隨機選取兩個廣播頻道中之各一個資料物件相互對調(op_2)，或同一個廣播頻道中任兩個資料物件相互對調(op_3)。擾動方法由於是透過演算法隨機選取，兩種方法被選取的機率約各佔 50 %。

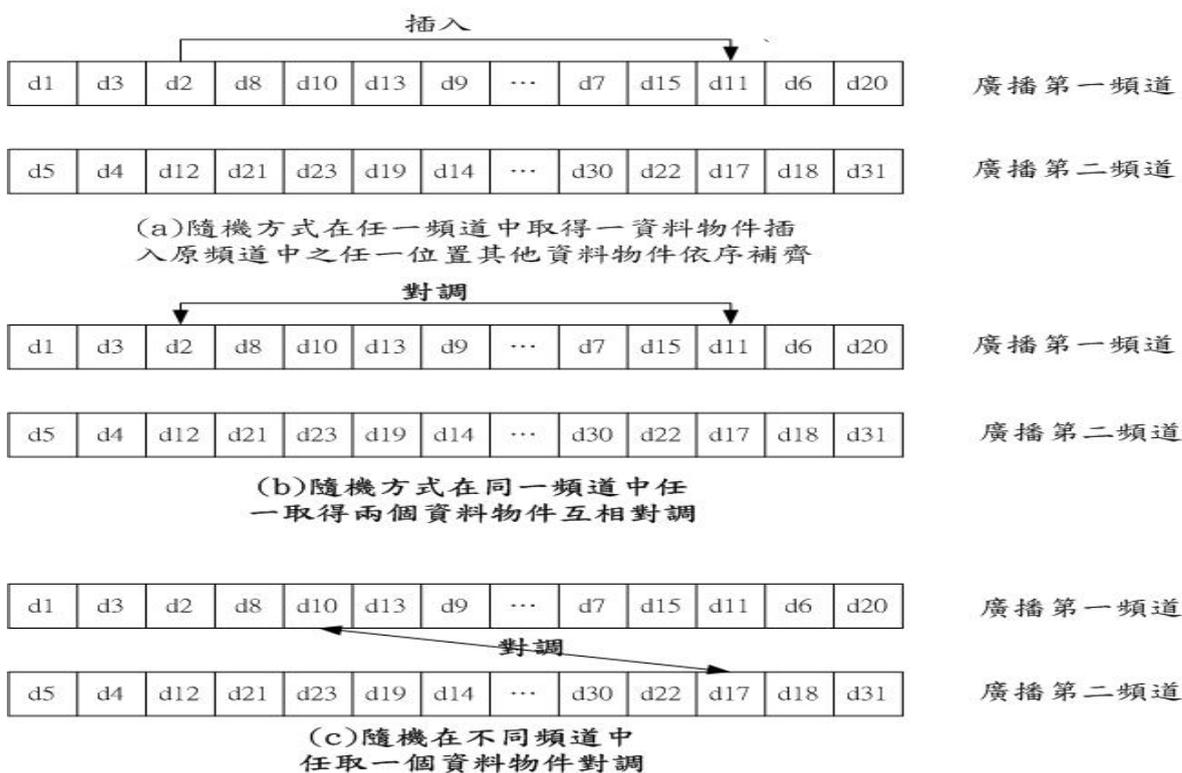


圖 10 模擬退火法雙通道擾動方式示意圖(擾動前)

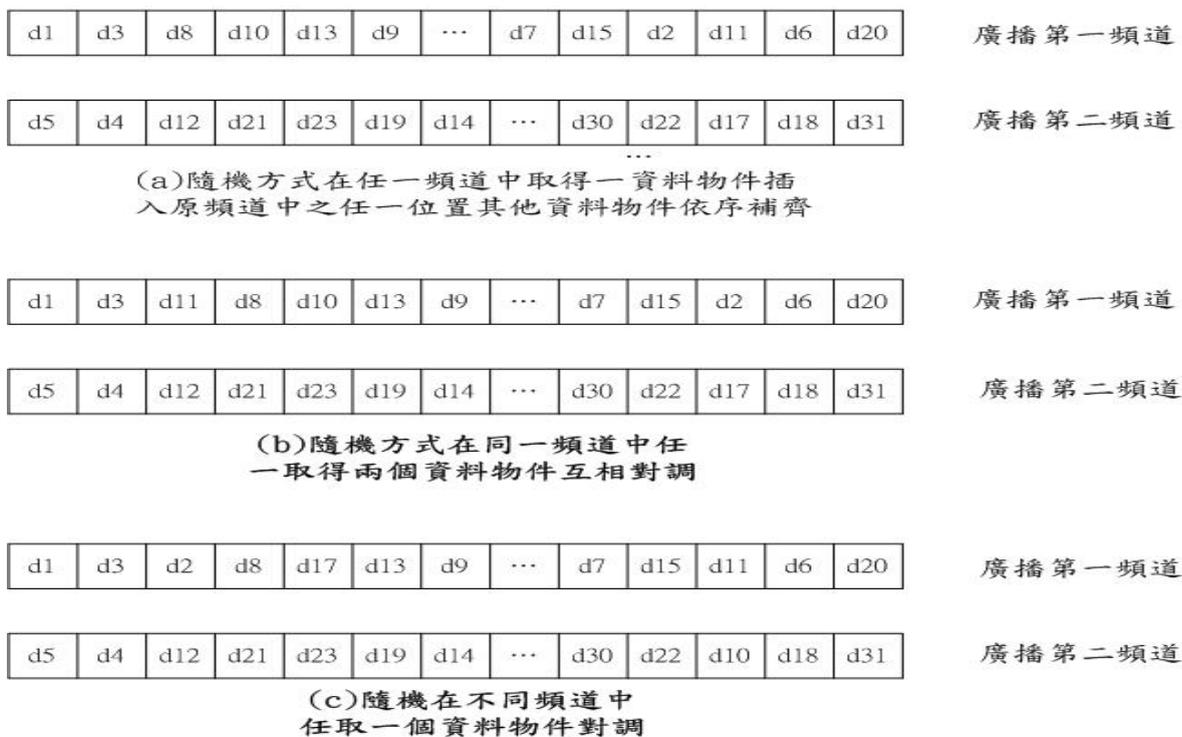


圖 11 模擬退火法雙通道擾動方式示意圖(擾動後)

五、成本函數(Cost Function)：

衡量廣播排程經由隨機選取擾動方法擾動後，所得到的排程品質，在此主要還是在量測擾動後產生一組新的排程，其對於行動用戶端的總存取時間 TAT，其量測標準與方法如本論文第二章所述。

六、搜尋法則(Move Set)：

退火過程中，由一組廣播排程移動到另一組廣播排程的規則，即將目前的可行解遞移(Transit)至另一可行解。前一組廣播序列 S_i ，其經由成本函數計算得到 $C_i(\text{cost}(S_i))$ ，經由擾動後得到一組新的序列 S_{i+1} ，同樣經由成本函數計算得到 $C_{i+1}(\text{cost}(S_{i+1}))$ ， $\Delta C = C_{i+1} - C_i$ ，假設 $\Delta C < 0$ ，則進行可行解遞移， $S_i = S_{i+1}$ ， $C_i = C_{i+1}$ ，若 $\Delta C > 0$ ，則產生一個 $\text{uniform}(0,1)$ 的亂數 R ，並計算 $p = \exp(-\Delta C / T)$ ， T 為當時溫度若 $p > R$ ，則令 $S_i = S_{i+1}$ ， $C_i = C_{i+1}$ 。若 $p < R$ ，則 S_i 仍為目前的最佳解。模擬退火演算法如下：

Algorithm:

Star with a random solution

While $T_i > T_f$

Loop K

Using op_1, op_2 , or op_1 (Produces a neighbor
solution ')

$C = \text{Cost}(\text{'}) - \text{Cost}(\text{'})$

If $C < 0$ then Accept ' ,

Else

$P = e^{(-C/T)}$

$R = \text{uniform}(0, 1)$

If $P > R$ Accept else Reject ' ,

EndLoop

$T_i = T_i$

EndWhile

本研究將初始的一組廣播排程，在退火過程中不斷擾動及計算成本函數，試圖找到一組較好的廣播序列，好的序列當然需要保留，但是為了在過程中能擁有離開區域最佳解的機會，較差的序列則交由波茲曼概率來決定，用以確保能夠往整體最佳解來前進。

第三節 本論文演算法程式：如附錄。

第四章 實驗結果與探討

第一節 實驗設備與環境

本論文是為了求得一較佳之無線廣播循環物件序列，以減少行動端查詢者平均存取時間。為了證明本論文的假設是正確的，我們必需透過實驗的過程來求證，本論文採用之研究方法是有效的，但實驗室的環境與實際真實的環境間顯然存在一些差異，我們期望獲得的結果與實際環境接近，以增加研究方法的可用性，故當我們進行本研究探討與實驗時，儘量將問題單純化，並將相關條件定義清楚，以利我們對於實驗結果之研究。

本論文係研究探討行動環境中使用模擬退火演算法在雙通道之資料廣播，我們的模擬平台所使用的硬體設備，為 Intel Celeron(R)、CPU 2.00GHz、RAM 512MB，使用之作業系統平台為 Microsoft Windows 98 第二版，並使用工具軟體為 Microsoft Visual C++來撰寫演算法程式。實驗中我們並不特別去關心電腦中央處理器(CPU)在整個實驗過程中所扮演之角色，因目前電腦科技進步一日千里，目前電腦執行速度均已相當快，故電腦設備並非我們強調之重點。我們強調的是廣播主機伺服器在做廣播物件排程演算時，所需花費的時間是合理的而且是可以接受的，而為了能夠達到上述的目的，其因素將不僅是硬體的條件，其所設

計的演算法亦是一重要關鍵。

在我們所提的廣播環境中，行動端查詢者可由上傳頻道提出要求之資料物件到伺服器端，而所送出之需求之資料物件為兩個以上的資料物件，即所謂之「多重資料物件要求」之廣播模式，並假定這些需求資料物件是「固定大小」、「長度相等」，廣播環境之伺服器端接收到各行動端查詢者之需求資料物件後，會放置於伺服器上進行查詢頻率計算，伺服器依據廣播資料查詢頻率及以往收集到之歷史資料進行統計分析，經由廣播排程處理器運用模擬退火法之廣播排程演算，而找到兩組較佳的廣播序列，將此兩組廣播序列置於兩個廣播頻道上進行循環廣播，取代現行廣播排程之內容。而行動端查詢者則透過監聽廣播頻道，並在適當時機切換頻道，當自己所需求之資料物件出現時，即經由廣播頻道下載接收資料物件，直到行動端查詢者所有資料物件均被下載接收為止。我們假設行動端查詢者皆可存取在廣播頻道中所需求的資料物件，且所有資料物件皆可於廣播頻道中獲得。因此如何縮短行動端查詢者的資料物件平均存取時間，是本篇論文所要研究的方向與目標。我們單純化實驗的環境，即假設廣播資料物件在廣播頻道大小相等且連續，並且廣播資料在廣播頻道中是不重複的，並以模擬退火法來幫助我們找到兩組較佳之廣播序列，將研究焦點集中於得到較佳廣播排程以減少行動端查

詢者之平均存取時間。

第二節 實驗資料的產生與實驗過程

在本文無線廣播的環境中，首先必利用造檔程式碼先造出實驗所需的資料庫檔案，而造出之資料檔最主要是用來模擬行動端查詢者對於廣播頻道資料物件之需求變化及分佈情形。就查詢頻率分佈狀況而言，在我們的實驗環境利用程式碼造以下三種型態之資料庫檔案：即均勻分佈資料檔 (Uniform Distribution Data File)、常態分佈資料檔 (Normal Distribution Data File)、及指數分佈資料檔 (Exponential Distribution Data File) 三種型態之資料檔，來模擬現實生活中無線廣播環境行動端查詢者的查詢狀況。

我們所在實驗環境中，均勻分佈資料檔型態，主要是模擬廣播資料排程伺服器(即廣播主機)所廣播的資料物件，為大部份一般行動端查者普遍有興趣的資料，例如：每日新聞報導之頭條新聞、明日氣候預測、或有關股價等財經資訊等等，行動端查詢者所查詢的資料物件頻率呈現均勻分佈的狀況，如運用隨機取樣的方式進行廣播資料物件的配置，其最後形成的廣播物件查詢頻率統計趨近於均勻分佈型態。常態分佈資料型態的環境進行，目的主要是模擬一般廣播環境中的行動端查詢者的查詢頻率，有一些資料物件是一般用戶端所感興趣的，而另一些資料物件是

則是用戶端較不感興趣的，即資料查詢一定有其熱門資料，也相對的存在冷門資料，運用常態分佈的資料環境，是為了符合一行動端查詢者的習性所建置的。而指數分佈資料檔型態，主要是顯現現實生活中，某些資料是行動查詢者所極需的，例如世界性或全國性話題新聞且可吸引憾動人心，為大多數人目光焦點之事件，相對於大多數因過度轉移焦點而忽略應去關心的議題，此即為指數型資料型態的特性。

模擬退火演算法實驗用資料檔係有由造檔程式所產生，其符號意義說明如後，ed 表示指數分佈資料檔，nd 表示常態分佈資料檔，ud 表示均勻分佈資料檔，q 表示行動端查詢者個數，而 s 表示選擇率(%)。例如：ed600q200s002 即表示廣播資料物件為 600 個並呈指數分佈之資料檔，行動端查詢者有 200 個，選擇率為 2%即表示每一行動端查詢者查詢資料物件數為 12 個(廣播資料物件數 600 個乘以 2%)，又若 nd500q200s006 即表示廣播資料物件為 500 個並呈常態分佈之資料檔，行動端查詢者有 200 個，選擇率為 6%即表示每一行動端查詢者查詢資料物件數為 30 個(廣播資料物件數 500 個乘以 6%)。模擬退火法計算 QD 之執行程式為 Double_channel.cpp，其結果輸出到 Result_file.txt 之檔案中，輸出資料包括廣播物件數、廣播資料型態、行動端查詢者數、每個查詢之資料物件數、選擇率及未經模擬退火法之 QD 質、經模擬退火法之 QD 質等。並將資料

庫型態分成 Type A Type B Type C 三種, Type A 係改變選擇率由 2%~10%, Type B 係改變廣播資料物件數由 500~700, 而 Type C 係改變行動端查詢者數由 100~300, 且每一種 Type 均包括指數型、常態型、均勻型三種資料檔型態, 如表 2 本論文實驗使用資料檔型態所示。

型式	Type A	Type B	Type C
廣播資料檔型態	ed600q200s002	ed500q200s006	ed600q100s006
	ed600q200s004	ed550q200s006	ed600q150s006
	ed600q200s006	ed600q200s006	ed600q200s006
	ed600q200s008	ed650q200s006	ed600q250s006
	ed600q200s010	ed700q200s006	ed600q300s006
	nd600q200s002	nd500q200s006	nd600q100s006
	nd600q200s004	nd550q200s006	nd600q150s006
	nd600q200s006	nd600q200s006	nd600q200s006
	nd600q200s008	nd650q200s006	nd600q250s006
	nd600q200s010	nd700q200s006	nd600q300s006
	ud600q200s002	ud500q200s006	ud600q100s006
	ud600q200s004	ud550q200s006	ud600q150s006
	ud600q200s006	ud600q200s006	ud600q200s006
	ud600q200s008	ud650q200s006	ud600q250s006
	ud600q200s010	ud700q200s006	ud600q300s006

ed600q200s002: 即表示廣播資料物件為 600 個並呈指數分佈之資料檔, 行動端查詢者有 200 個, 選擇率為 2%即表示每一行動端查詢者查詢資料物件數為 12 個(廣播資料物件數 600 個乘以 2%)。

nd500q200s006: 即表示廣播資料物件為 500 個並呈常態分佈之資料檔, 行動端查詢者有 200 個, 選擇率為 6%即表示每一行動端查詢者查詢資料物件數為 30 個(廣播資料物件數 500 個乘以 6%)。

Double_channel.cpp: 模擬退火法計算 QD 之執行程式。

結果輸出到 Result_file.txt 之檔案中, 輸出資料包括廣播物件數、廣播資料型態、行動端查詢者數、每個查詢之資料物件數、選擇率及未經模擬退火法之 QD 值、經模擬退火法之 QD 值等。

表 2 本論文實驗使用資料檔型態

資料檔產生後我們將之讀入模擬退火演算法程式中，先以亂數產生兩組廣播序列，每組序列廣播物件數及長度均相同(如 ed600q200s008 即表示廣播資料務物件數 N 為 600 個，每一廣播頻道資料物件數為 300 個)，計算未經模擬退演算法擾動之 cost 值(即 QD 值)。再用此兩組廣播序列，經由模擬退火演算法，不斷擾動、計算 QD 距離值、降溫等過程的演算，找到兩組最終資廣播序列，此兩組雖並不一定是 QD 距離值最小之廣播序列，但以已可達到模擬退火演算法之精神，找到較佳之廣播資料物件循環序列，且為多數行動用戶端所能接受之序列。

本篇論文有關模擬退火演算法在降溫過程中，所使用之相關參數之設定介紹如後，起始溫度設定為 $T_i=1000^{\circ}\text{C}$ ，溫度長度 K 值，即指在同一溫度下反覆進行 K 次擾動，本研究採用廣播資料物件數 N 乘以 20，平均採用 $k=N*20$ 次，冷卻率 $\alpha=0.95$ 即每次溫度以 0.95 倍來降低，凍結條件 $T_f < 1$ 即演算終止，實驗過程中我們並紀錄查詢距離變化情形。

圖 12 本論文模擬退火法流程圖所示，來描述本文整個實驗過程，首先執行 Double_channel.cpp 程式，讀入資料檔，並由亂數方式產生兩組大小相同之廣播頻道物件序列，計算其 QD 值寫入 Result_file.txt 中，再用此兩組廣播頻道序列，經由模擬退火演算法之不斷擾動、降溫之過程，得到兩組最終之廣播頻道物件序列，並將其 QD 值寫入 Result_file.

Txt 之檔案中。

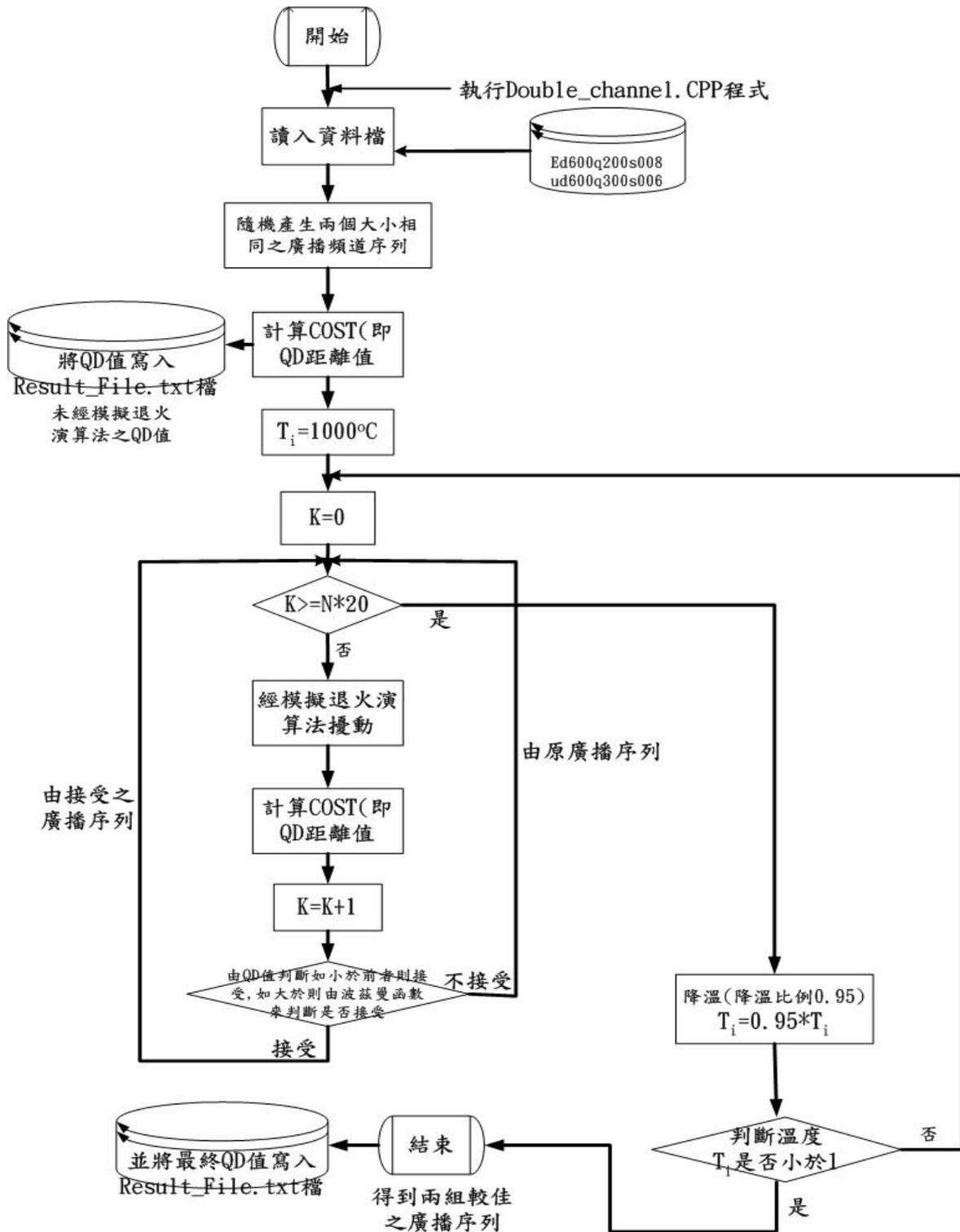


圖 12 本論文模擬退火演算法流程圖

第三節 實驗結果與探討

本論文廣播實驗環境，行動端查詢者為「多重資料物件要求」、查詢取得資料無順序性，廣播資料物件無重複之「平坦式(即單調式)」廣播，且係在兩個長度大小相等廣播頻道進行 TAT 之演算，我們分析整個實驗的效能，是以兩組由亂數取得之廣播物件序列，演算法所得之查詢總存取時間為 TAT_a ，同此兩組廣播物件序列經模擬退火演算法之擾動、降溫等，得到最終之兩組廣播物件序列，其演算法所得之查詢總存取時間 TAT_b ，計算 TAT 降低率(TAT Reduction Rate)，即 $TAT\ Reduction\ Rate = (TAT_a - TAT_b) / TAT_a * 100\%$ ，即以 TAT Reduction Rate 來觀察未經模擬退火演算法與經模擬退火演算法之 TAT Reduction Rate 之變化情形，TAT Reduction Rate 值愈大表示效能愈高。

本論文模擬退火演算法有關參數如後敘述，每一個資料物件在廣播頻道上被一個或多個行動端查詢者所存取；N 表示廣播頻道上的資料物件數量，而 M 則代表所有行動端查詢者的個數，每個行動端查詢者之查詢物件數相同，且每個行動端查詢者少需要廣播頻道上一個資料物件；而選擇率 S 則是表示在一個查詢中 QDS 大小百分比，例如 10% 集即表示一個行動端查詢者需要接收 10% 之廣播資料物件，若廣播資料物件數為 600 個，則每一個行動端查詢者必須接收 60 個廣播資料物件(即 $600 * 10\%$)，

每一個行動端查詢者查詢資料物件數為 60 個。

實驗開始前我們利用造檔程式，造出指數型、常態型及均勻型之三種實驗用之資料檔，並區分為 Type A、Type B、Type C 三種類型，每一種類型皆包括三種資料檔型態。Type A 廣播資料物件 N 為 600 個，行動端查詢者數 M 為 200 個，選擇率有 2%、4%、6%、8%、10% 五種變化。Type B 廣播物件數 N 有 500 個、550 個、600 個、650 個、700 個五種變化，行動端查詢者數 M 為 200 個，選擇率為 6%。Type C 廣播資料物件 N 為 600 個，行動端查詢者數 M 有 100 個、150 個、200 個、250 個、300 個五種變化，選擇率為 6%。例如 ed600q200s006，表示廣播資料物件呈指數型分佈，廣播資料物件數 N 為 600 個(兩個廣播頻道)，行動端查詢者數 M 為 200 個，選擇率 S 為 6%(即每一行動端查詢者查詢數為 36 個)，先由出初始兩組廣播頻道計算 TAT 值，再用此兩組廣播頻道經模擬退火演算法之擾動、降溫等運算得到最中終之廣播序列，並計算其 TAT 值。其實驗結如表 3 本論文演算法實驗結果(雙通道)。

實驗類型	資料檔名	廣播資料物件數 (N)	查詢數 (Query 數) (M)	選擇率 (S)	原始距離 (未經模擬退火法之 TAT)	經模擬退火法之 TAT	TAT 降低率 (%)
Type A	ed600q200s002	600	200	0.02	251,497	49,147	80.46
Type A	ed600q200s004	600	200	0.04	301,282	137,310	54.42
Type A	ed600q200s006	600	200	0.06	356,459	182,485	48.81
Type A	ed600q200s008	600	200	0.08	485,240	198,449	59.10
Type A	ed600q200s010	600	200	0.10	518,459	231,920	55.27
Type A	nd600q200s002	600	200	0.02	170,652	63,781	62.63

實驗類型	資料檔名	廣播資料物件數(N)	查詢數(Query數)(M)	選擇率(S)	原始距離(未經模擬退火法之TAT)	經模擬退火法之TAT	TAT降低率(%)
Type A	nd600q200s004	600	200	0.04	213,566	104,972	50.85
Type A	nd600q200s006	600	200	0.06	255,556	146,204	42.79
Type A	nd600q200s008	600	200	0.08	333,787	188,437	43.55
Type A	nd600q200s010	600	200	0.10	379,444	192,384	49.30
Type A	ud600q200s002	600	200	0.02	470,630	290,230	38.33
Type A	ud600q200s004	600	200	0.04	583,440	412,820	29.24
Type A	ud600q200s006	600	200	0.06	719,980	483,120	32.90
Type A	ud600q200s008	600	200	0.08	920,120	553,120	39.89
Type A	ud600q200s010	600	200	0.10	1,070,850	803,320	24.98
Type B	ed500q200s006	500	200	0.06	283,037	146,937	48.09
Type B	ed550q200s006	550	200	0.06	301,370	144,583	52.02
Type B	ed600q200s006	600	200	0.06	432,736	159,081	63.24
Type B	ed650q200s006	650	200	0.06	527,082	187,442	64.44
Type B	ed700q200s006	700	200	0.06	578,259	184,380	68.11
Type B	nd500q200s006	500	200	0.06	211,466	119,459	43.51
Type B	nd550q200s006	550	200	0.06	247,639	126,107	49.08
Type B	nd600q200s006	600	200	0.06	282,438	135,906	51.88
Type B	nd650q200s006	650	200	0.06	295,447	160,227	45.77
Type B	nd700q200s006	700	200	0.06	385,039	180,321	53.17
Type B	ud500q200s006	500	200	0.06	548,160	411,670	24.90
Type B	ud550q200s006	550	200	0.06	664,150	434,260	34.61
Type B	ud600q200s006	600	200	0.06	697,680	490,610	29.68
Type B	ud650q200s006	650	200	0.06	806,800	551,780	31.61
Type B	ud700q200s006	700	200	0.06	912,990	607,940	33.41
Type C	ed600q100s006	600	100	0.06	334,796	139,682	58.28
Type C	ed600q150s006	600	150	0.06	382,022	160,649	57.95
Type C	ed600q200s006	600	200	0.06	399,254	148,088	62.91
Type C	ed600q250s006	600	250	0.06	382,349	185,823	51.40
Type C	ed600q300s006	600	300	0.06	556,173	163,492	70.60
Type C	nd600q100s006	600	100	0.06	212,436	117,527	44.68
Type C	nd600q150s006	600	150	0.06	262,194	123,196	53.01
Type C	nd600q200s006	600	200	0.06	256,711	173,543	32.40
Type C	nd600q250s006	600	250	0.06	284,509	158,801	44.18

實驗類型	資料檔名	廣播資料物件數 (N)	查尋數 (Query 數) (M)	選擇率 (S)	原始距離 (未經模擬退火法之 TAT)	經模擬退火法之 TAT	TAT 降低率 (%)
Type C	nd600q300s006	600	300	0.06	298,139	164,963	44.67
Type C	ud600q100s006	600	100	0.06	367,030	222,310	39.40
Type C	ud600q150s006	600	150	0.06	553,810	354,760	35.94
Type C	ud600q200s006	600	200	0.06	729,540	502,350	31.14
Type C	ud600q250s006	600	250	0.06	889,460	633,950	28.70
Type C	ud600q300s006	600	300	0.06	1,149,340	808,110	29.68

表 3 本論文演算法實驗結果(雙通道)

第一個實驗 Type A 型中我們固定廣播資料物件數 $N=600$ 及行動端查詢者數 $M=200$ ，改變選擇率由 2%到 10%，其廣播資料檔型態包括指數型、常態型、及均勻型三種型態。其所得結果如表 4 Type A 型實驗結果及降低率之計算及圖 13 選擇率與降低率之關係圖所示，廣播資料檔型態呈指數型分佈時，當選擇率是 2%時其 TAT 降低率為 80.46%，選擇率 10%其 TAT 降低率為 55.27%，選擇愈高時其 TAT 降低率有不規則下降的趨勢，廣播資料檔型態呈指數型分佈時，其選擇率由 2%~ 10%其 TAT 平均降低率為 59.61%。廣播資料檔型態呈常態型分佈時，當選擇率是 2%時其 TAT 降低率為 62.63%，選擇率 10%其 TAT 降低率為 49.30%，選擇率愈高時其 TAT 降低率有不規則下降的趨勢，廣播資料檔型態呈常態型分佈時，其選擇率由 2%~ 10%其 TAT 平均降低率為 49.82%。廣播資料檔型態呈均勻型分佈時，當選擇率是 2%時其 TAT 降低率為 38.33%，選擇率 10%其 TAT 降低率為 24.98%，選擇

率愈高時其 TAT 降低率有不規則下降的趨勢，廣播資料檔型態呈均勻型分佈時，其選擇率由 2%~ 10%其 TAT 平均降低率為 33.07%。整體而言三種廣播資料檔型態，隨著選擇率增加其 TAT 降低率有下降之趨勢，即選擇率高時效能較低，而指數型資料分佈比其他兩種資料分佈呈現了較佳的效能，這樣的結果呈現，真實環境有些資料是相當熱門，而有些資料則是乏人問津，與指數型資料分佈狀態不謀而合，使用我們所提出的方法對於降低 TAT 是有幫助的。

資料檔名	廣播資料物件數(N)	查詢數(Query數)(M)	選擇率(S)	原始距離(未經模擬退火法之 TAT)	經模擬退火法之 TAT	降低率(%)	各種資料型態之平均 TAT 降低率
ed600q200s002	600	200	0.02	251,497	49,147	80.46	指數型資料檔平均 TAT 降低率為 59.61%
ed600q200s004	600	200	0.04	301,282	137,310	54.42	
ed600q200s006	600	200	0.06	356,459	182,485	48.81	
ed600q200s008	600	200	0.08	485,240	198,449	59.10	
ed600q200s010	600	200	0.10	518,459	231,920	55.27	
nd600q200s002	600	200	0.02	170,652	63,781	62.63	常態型資料檔平均 TAT 降低率為 49.82%
nd600q200s004	600	200	0.04	213,566	104,972	50.85	
nd600q200s006	600	200	0.06	255,556	146,204	42.79	
nd600q200s008	600	200	0.08	333,787	188,437	43.55	
nd600q200s010	600	200	0.10	379,444	192,384	49.30	
ud600q200s002	600	200	0.02	470,630	290,230	38.33	均勻型資料檔平均 TAT 降低率為 33.07%
ud600q200s004	600	200	0.04	583,440	412,820	29.24	
ud600q200s006	600	200	0.06	719,980	483,120	32.90	
ud600q200s008	600	200	0.08	920,120	553,120	39.89	
ud600q200s010	600	200	0.10	1,070,850	803,320	24.98	

表 4 Type A 型實驗結果及降低率之計算

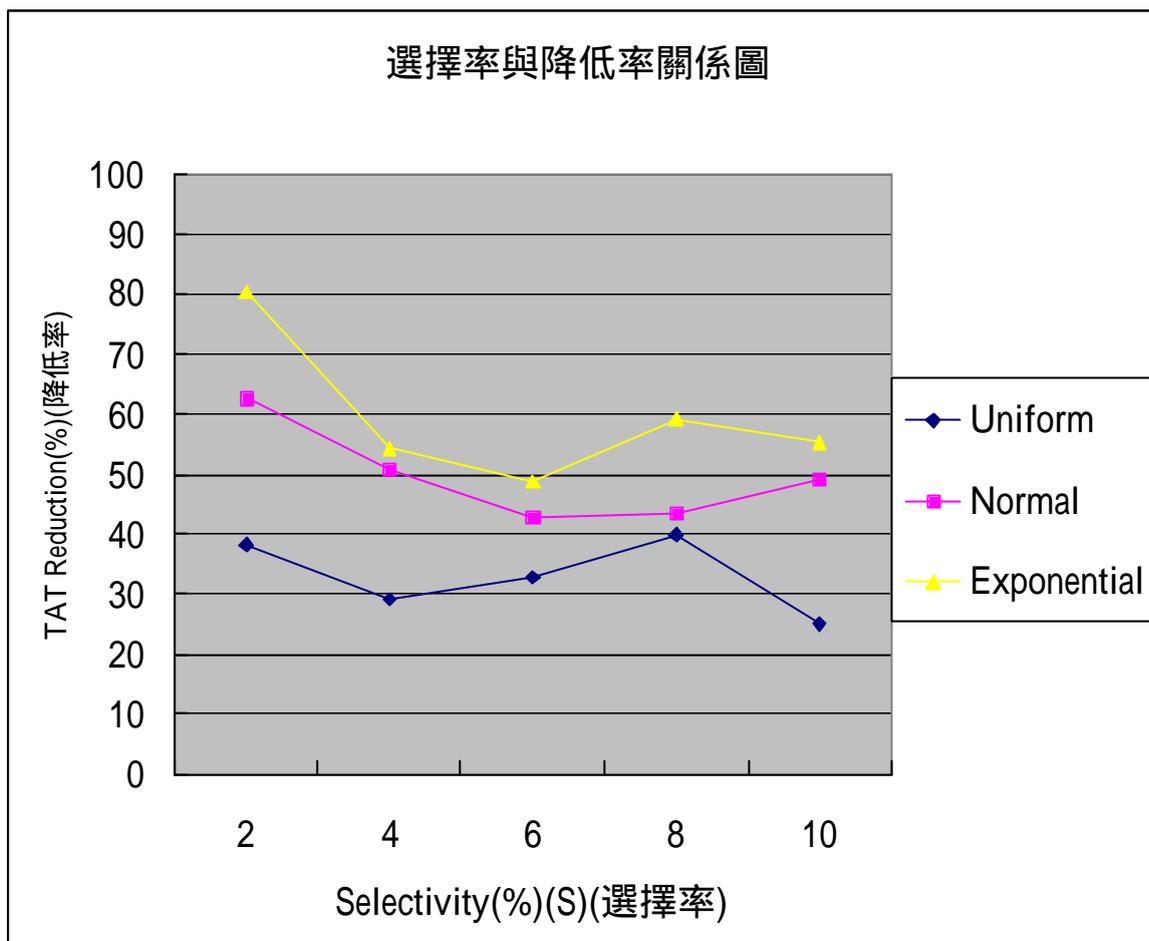


圖 13 選擇率與降低率之關係圖

第二個實驗 Type B 型中我們固定行動端查詢者數 $M=200$ 及選擇率 $S=6\%$ ，改變廣播資料物件數 N 值由 500 個變化到 700 個，其廣播資料檔型態包括指數型、常態型、及均勻型三種型態。所得結果如表 5 Type B 型實驗結果及降低率之計算及圖 14 廣播資料物件數與降低率關係圖所示，廣播資料檔型態呈指數型分佈時，當廣播資料物件數是 500 時其 TAT 降低率為 48.09%，廣播資料物件數是 700 時其 TAT 降低率為 68.11%，廣播資料物件數愈高時其 TAT 降低率有規則上升

的趨勢，廣播資料檔型態呈指數型分佈時，其廣播資料物件數 N 值由 500 個變化到 700 個其 TAT 平均降低率為 59.18%。廣播資料檔型態呈常態型分佈時，廣播資料物件數是 500 時其 TAT 降低率為 43.51 %，廣播資料物件數是 700 時其 TAT 降低率為 53.17%，廣播資料物件數愈高時其 TAT 降低率有不規則上升的趨勢，廣播資料檔型態呈常態型分佈時，廣播資料物件數 N 值由 500 個變化到 700 個其 TAT 平均降低率為 48.68%。廣播資料檔型態呈均勻型分佈時，廣播資料物件數是 500 時其 TAT 降低率為 24.90%，廣播資料物件數是 700 時其 TAT 降低率為 33.41%，廣播資料物件數愈高時其 TAT 降低率有不規則上升的趨勢，廣播資料檔型態呈均勻型分佈時，廣播資料物件數 N 值由 500 個變化到 700 個其 TAT 平均降低率為 30.84%。整體而言三種廣播資料檔型態，隨著廣播資料物件數增加其 TAT 降低率有上升之趨勢，即廣播資料物件數增加效能增加，而指數型資料分佈比其他兩種資料分佈呈現了較佳的效能，這樣的結果呈現，亦說明真實環境有些資料是相當熱門，而有些資料則是乏人問津，與指數型資料分佈狀態不謀而合，且指數型資料分佈型態仍然有極高的降低率，這意味意著本論文所提出的方法將可適用於大量的廣播資料物件數的情形。

資料檔名	廣播資料物件數(N)	查詢數(Query數)(M)	選擇率(S)	原始距離(未經模擬退火法之TAT)	經模擬退火法之TAT	降低率(%)	各種資料型態之平均TAT降低率
ed500q200s006	500	200	0.06	283,037	146,937	48.09	指數型資料檔平均TAT降低率為59.18%
ed550q200s006	550	200	0.06	301,370	144,583	52.02	
ed600q200s006	600	200	0.06	432,736	159,081	63.24	
ed650q200s006	650	200	0.06	527,082	187,442	64.44	
ed700q200s006	700	200	0.06	578,259	184,380	68.11	
nd500q200s006	500	200	0.06	211,466	119,459	43.51	常態型資料檔平均TAT降低率為48.68%
nd550q200s006	550	200	0.06	247,639	126,107	49.08	
nd600q200s006	600	200	0.06	282,438	135,906	51.88	
nd650q200s006	650	200	0.06	295,447	160,227	45.77	
nd700q200s006	700	200	0.06	385,039	180,321	53.17	
ud500q200s006	500	200	0.06	548,160	411,670	24.90	均勻型資料檔平均TAT降低率為30.84%
ud550q200s006	550	200	0.06	664,150	434,260	34.61	
ud600q200s006	600	200	0.06	697,680	490,610	29.68	
ud650q200s006	650	200	0.06	806,800	551,780	31.61	
ud700q200s006	700	200	0.06	912,990	607,940	33.41	

表 5 Type B 型實驗結果及降低率之計算

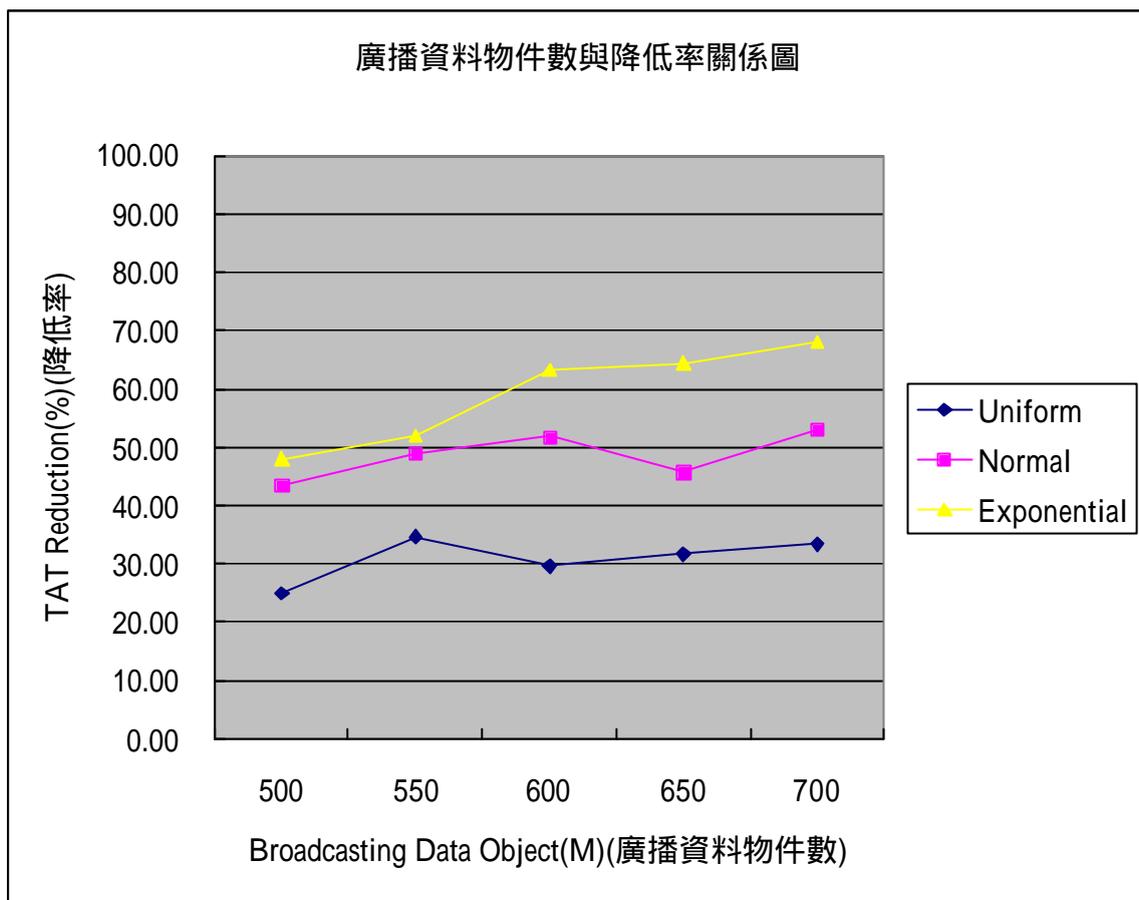


圖 14 廣播資料物件數與降低率關係圖

第三實驗 Type C 型中我們固定廣播資料物件數 $N=600$ 及選擇率 $S=6\%$ ，改變行動端查詢者數 M 值由 100 個變化到 300 個，其廣播資料檔型態包括指數型、常態型、及均勻型三種型態。所得結果如表 6 Type C 型實驗結果及降低率之計算及圖 15 行動端查詢者數與降低率關係圖所示，廣播資料檔型態呈指數型分佈時，行動端查詢者數 M 是 100 時其 TAT 降低率為 58.28%，行動端查詢者數 M 是 300 其 TAT 降低率為 70.06%，行動端查詢者數愈高時其 TAT 降低率有不規則上

升的趨勢，廣播資料檔型態呈指數型分佈時，其行動端查詢者數 M 值由 100 個變化到 300 個其 TAT 平均降低率為 60.23%。廣播資料檔型態呈常態型分佈時，行動端查詢者數 M 是 100 時其 TAT 降低率為 44.68%，行動端查詢者數 M 是 300 時其 TAT 降低率為 44.67%，行動端查詢者數愈高時其 TAT 降低率有不規則變化的趨勢，廣播資料檔型態呈常態型分佈時，行動端查詢者數 M 值由 100 個變化到 300 個其 TAT 平均降低率為 43.79%。廣播資料檔型態呈均勻型分佈時，行動端查詢者數 M 是 100 時其 TAT 降低率為 39.43%，行動端查詢者數 M 是 300 時其 TAT 降低率為 29.69%，行動端查詢者數 M 愈高時其 TAT 降低率有不規則下降的趨勢，廣播資料檔型態呈均勻型分佈時，行動端查詢者數 M 值由 100 個變化到 300 個其 TAT 平均降低率為 32.99%。整體而言三種廣播資料檔型態，隨著行動端查詢者數增加其 TAT 降低率有不規則變化之趨勢，而指數型資料分佈比其他兩種資料分佈呈現了較佳的效能，這樣的結果呈現，也說明真實環境有些資料是相當熱門，而有些資料則是乏人問津，與指數型資料分佈狀態不謀而合，且指數型資料分佈型態仍然有極高的降低率，這意味意著本論文所提出的方法將可適用於廣播資料檔呈指數型分佈且與行動端查詢者數的多寡無明顯之關係。

資料檔名	廣播資料物件數(N)	查詢數(Query數)(M)	選擇率(S)	原始距離(未經模擬退火法之TAT)	經模擬退火法之TAT	降低率(%)	各種資料型態之平均TAT降低率
ed600q100s006	600	100	0.06	334,796	139,682	58.28	指數型資料檔平均TAT降低率為60.23%
ed600q150s006	600	150	0.06	382,022	160,649	57.95	
ed600q200s006	600	200	0.06	399,254	148,088	62.91	
ed600q250s006	600	250	0.06	382,349	185,823	51.40	
ed600q300s006	600	300	0.06	556,173	163,492	70.60	
nd600q100s006	600	100	0.06	212,436	117,527	44.68	常態型資料檔平均TAT降低率為43.79%
nd600q150s006	600	150	0.06	262,194	123,196	53.01	
nd600q200s006	600	200	0.06	256,711	173,543	32.40	
nd600q250s006	600	250	0.06	284,509	158,801	44.18	
nd600q300s006	600	300	0.06	298,139	164,963	44.67	
ud600q100s006	600	100	0.06	367,030	222,310	39.40	均勻型資料檔平均TAT降低率為32.99%
ud600q150s006	600	150	0.06	553,810	354,760	35.94	
ud600q200s006	600	200	0.06	729,540	502,350	31.14	
ud600q250s006	600	250	0.06	889,460	633,950	28.70	
ud600q300s006	600	300	0.06	1,149,340	808,110	29.68	

表 6 Type C 型實驗結果及降低率之計算

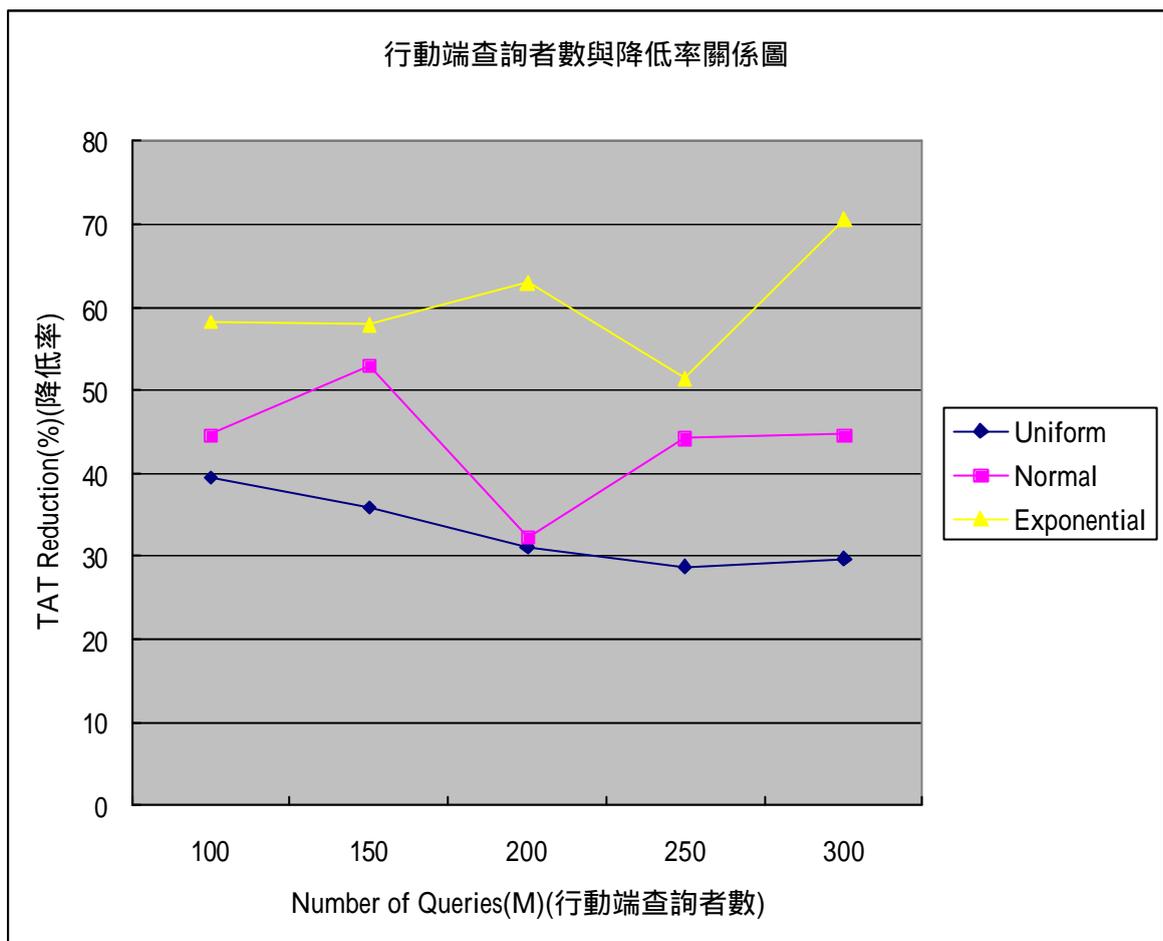


圖 15 行動端查詢者數 (M) 與降低率關係圖

綜合以上說明，我們整理成表 7 廣播資料型態及參數變化與降低率之關係所室示，Type A 型廣播資料物數 N 600 個，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 2%、4%、6%、8%、10% 五種變化，廣播資料物件呈指數型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 59.61%，廣播資料物件呈常態型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 49.82%，廣播資料物件呈均勻型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 33.07%。Type B 型行動端查詢者數 M 200 個，選擇

率 S 為 6%，廣播資料物數 N 為 500、550、600、650、700 個五種變化。廣播資料物件呈指數型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 59.18%，廣播資料物件呈常態型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 48.68%，廣播資料物件呈均勻型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 30.84%。Type C 型廣播資料物數 N 為 600 個，選擇率 S 為 6%，行動端查詢者數 M 為 100、150、200、250、300 個五種變化，廣播資料物件呈指數型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 60.23%，廣播資料物件呈常態型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 43.79%，廣播資料物件呈均勻型分佈其平均降低率 (TAT Average Reduction Rate) 為 32.99%。由實驗數據得知，改變選擇率 S 之 Type A 型，其廣播資料型態分別是指數型、常態型、均勻型其平均降低率分別為 59.61%、49.82%、33.07%，而改變廣播資料物件數 N 之 Type B 型，其廣播資料型態分別是指數型、常態型、均勻型其平均降低率分別為 59.18%、48.68%、30.84%，改變行動端查詢者數 M 之 Type C 型，其廣播資料型態分別是指數型、常態型、均勻型其平均降低率分別為 60.23%、43.79%、32.99%，廣播資料型態即表示其資料之分佈狀況，是依據行動端查詢者需求資料物件之出現頻率來決定分佈狀況，指數型分佈即表示行動端查詢者需求資料物件有較熱門與較

冷門之分，較熱門之資料物件其廣播資料物件出現頻率相對很高，較冷門之資料物件其廣播資料物件出現頻率相對很低，常態型之分佈其冷熱門行動端查詢者需求資料物件在廣播頻道出現頻率較指數型差距較小，而均勻型分佈，其行動端查詢者需求資料物之冷熱門程度並不影響廣播物件之出現頻率。由以上分析可之 Type A、Type B、Type C 三種資料變化型態，其指數型平均降低率大於常態型平均降低率，常態型平均降低率又大於均勻型平均降低率，而且呈現明顯之變化如 圖 15 實驗類型與平均降低率(TAT Average Reduction(%))之關係圖所示，其降低率之變化情形與實際廣播環境之廣播資料分佈狀況是相吻合的，即廣播資料型態是指數型時，表示查詢者需求較頻繁之熱門資料，廣播頻道被播出之機會較多，因而需求熱門資料之查詢者可以降低其平均存取資料物件之時間，而廣播資料型態是均勻型時，表示不管查詢者需求較頻繁或較不頻繁之冷、熱門資料，在廣播頻道上被播出之機會是相同的，所以將增加行動端查詢者存取熱門資料之平均等待時間，廣播資料型態是常態型時，表示查詢者需求較頻繁或較不頻繁之冷、熱門資料，其在廣播頻道上被播出之機會介於指數型與均勻型之間，固其平均降低率亦介於指數型與均勻型之間。

實驗類型	資料型態與參數變化情形描述	TAT 平均降低率	備 註
Type A	廣播資料物件呈指數型分佈，廣播資料物數 N 600 個，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 2%、4%、6%、8%、10% 五種變化	59.61 %	
	廣播資料物件呈常態型分佈，廣播資料物數 N 600 個，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 2%、4%、6%、8%、10% 五種變化	49.82 %	
	廣播資料物件呈均勻型分佈，廣播資料物數 N 600 個，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 2%、4%、6%、8%、10% 五種變化	33.07 %	
Type B	廣播資料物件呈指數型分佈，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 6%，廣播資料物數 N 為 500、550、600、650、700 個五種變化	59.18 %	
	廣播資料物件呈常態型分佈，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 6%，廣播資料物數 N 為 500、550、600、650、700 個五種變化	48.68 %	
	廣播資料物件呈均勻型分佈，行動端查詢者數 M 200 個，選擇率 S 為 6%，廣播資料物數 N 為 500、550、600、650、700 個五種變化	30.84 %	
Type C	廣播資料物件呈指數型分佈，廣播資料物數 N 為 600 個，選擇率 S 為 6% 行動端查詢者數 M 為 10Q、15Q、20Q、250、300 個五種變化	60.23 %	
	廣播資料物件呈常態型分佈，廣播資料物數 N 為 600 個，選擇率 S 為 6% 行動端查詢者數 M 為 10Q、15Q、20Q、250、300 個五種變化	43.79 %	
	廣播資料物件呈均勻型分佈，廣播資料物數 N 為 600 個，選擇率 S 為 6% 行動端查詢者數 M 為 10Q、15Q、20Q、250、300 個五種變化	32.99 %	

表 7 廣播資料型態及參數變化與降低率之關係

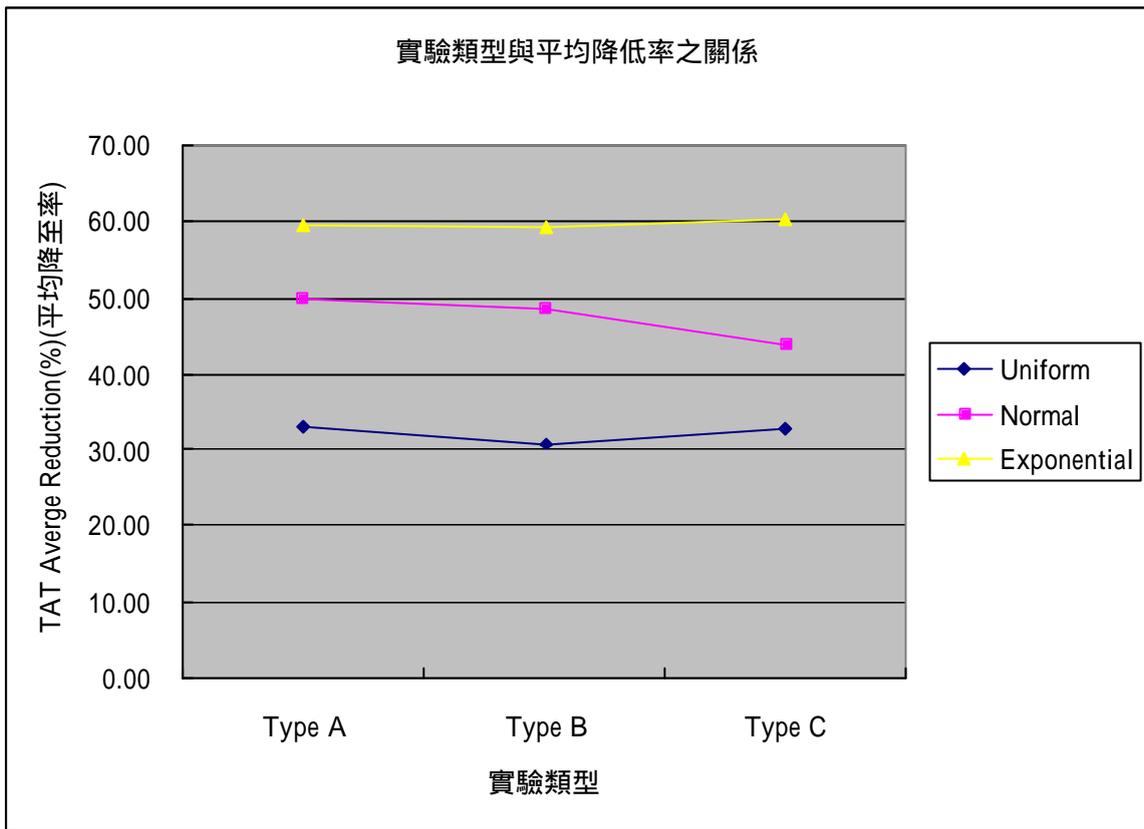


圖 16 實驗類型與平均降低率(TAT Average Reduction(%))之關係圖

第五章 結論與未來研究方向

第一節 結論

為應付大量客戶端同時上網查詢及節省頻寬，廣播是我們常使用的方法，而在無線廣播的環境裡，因行動客戶端行動裝置電力的無法持久之電力不足問題，為了縮短行動客戶端的查詢資料物件的等待時間，及實現科技結合生活的目標，滿足更多網路知識需求者，目前無線網路之研究主要都是應用適當的演算法則，進行廣播資料物件排程最佳化的演算，使得行動客戶端可因演算法所得到較佳排序較好之廣播資料物件排程，能較快速在廣播頻道上取得所需之資料物件，而解決網路頻寬、應付大量客戶端同時上線及行動裝置電力不足等問題。

在無線廣播環境研究領域，對於廣播物件排程之研究所使用之演算法，如基因演算法、貪婪法、索引法及雜湊法等等。而本篇論文是利用模擬退火演算法在雙頻道上資廣播資料排程之研究，而模擬退火演算法是科學家在金屬冶煉、材料加工技術上觀察所得到的演算法，用以研究各種最佳化的問題，他是運用組合最佳化以及降溫程式邏輯並結合波茲曼函數來進行搜尋過程的控制，可使演算法在演算過程中跳脫區域最佳解的狀況，並且利用同一溫度下大量搜尋的次數，來強化搜尋效率，期望能在有限且合理的時間範圍，找到一組較佳的廣播資料排程，幫助我

們解決問題的方法。本篇論文研究之無線廣播環境，係[多重資料物件之要求]、[平坦式](即單調式)的廣播模式，為了縮短廣播頻道長度(Broadcasting Channel Length)，而使用模擬退火演算法在雙通道之廣播資料物件排程研究，幫助我們找到兩組較佳的廣播序列，以有效降低行動端查詢者接收資料之平均存取時間，經實驗結果得知在不同之廣播資料物件型態(指數形、常態型、均勻型)，且改變選擇率 S 、改變廣播資料物件數 N 及改變行動端查詢者數 N 等等狀況，其 TAT 平均降低率介於 30.84%~ 60.23%，其效能均相當顯著。故本論文所使用模擬火演算法在雙通道環境之廣播資料物件排程之研究，不管廣播資料物件型態是指數型、常態型、或均勻型，均能有效降低行動用戶端接收資料物件的平均存取時間。

第二節 未來研究方向

以往之研究著重於[單一資料物件要求]、[平坦式]廣播模式且大都在單一頻道之環境，本文所提出的研究範圍，[多重資料物件要求][平坦式]之廣播模式，並且在多通道之廣播環境，假設廣播資料物件大小相同，實驗中用到各種廣播資料物件之分佈型態，均能成功得到有效 TAT 平均之降低率。雖然本論文提到多通道之廣播環境，但鑒於實驗時間過長，而只能做到雙通到的環境，是本人之遺憾。未來我們仍然還有很多

有關無線廣播資料排程的研究技術需要去研究求證，諸如三個廣播頻道以上、考慮熱門資料之重複廣播資料物件之研究即非平坦式之廣播模式、非同步無線廣播環境、有順序性廣播頻道、多個廣播頻道及每個頻道資料物件可重複等等，都是未來可以持續研究之目標。

參 考 文 獻

- [1] 巫沛倉、楊文宏、洪國偉”應用遺傳演算法與模擬退火法在存貨模式之研究”2002年科技與管理學術研討會論文集,頁 329~339,民91。
- [2] 吳俊樂”利用分段法改善線性規劃式無線廣播機制”,國立中興大學資訊科學研究所碩士班碩士論文,民 91。
- [3] 賴嘉恩”使用一個有效的演算法來解決無線廣播資料配置問題”私立南華大學資訊管理研究所碩士班碩士論文 民 93 年。
- [4] S. Acharya, R. Alonso, M. Franklin, and S. Zdonik, "Broadcast Disks: Data Management for Asymmetric Communication Environments," In Proceedings of the 1995 ACM-SIGMOD International Conference on Management of Data, pp. 199-210, June 1995.
- [5] S. Acharya ,M. Franklin ,and S. Zdonik , "Dissemination-Based Data Delivery Using Broadcast Disks," IEEE Personal Communications, pp.50-60, December 1995.
- [6] D.Aksoy and M.Franklin, "Scheduling for Large-Scale On-Demand Data Broadcasting," In Proceeding of the 1998 IEEE INFOCOM Conference, San Francisco, CA, March 1998.

- [7] S.Acharya,M.Franklin and S.Zdonik, "Disseminating Updates on Broadcast Disk," in Proceedings of Very Large Data Bases Conference,pp.354-365, 1996.
- [8] T.F.Bowen,G.Gopal,G.Herman,T.Hickey,K.C.Lee,W.H.Mansfield, J.Raitz and A.Weinrib,"the Databycle Architecture," Communications of the ACM,35(12) December 1992.
- [9] Y.D.Chung and M.H.Kim,"QEM:A Scheduling Method for Wireless Broadcast Data," Proc.International Conference on Database Systems for Advanced Applications Proceedings,pp.135-142, 1999.
- [10] Yon Dohn Chung and Myoung Ho Kim , "Effective Data Placement for Wireless Broadcast,"Division of Computer Science Department of Electrical Engineering and Computer Science,Korea Advanced Institute of Science and Technology, 373-1, Kusung-dong,Yusung-gu,Taejon,pp.305-701 ,Korea.2001.
- [11] Y.D.Chung and M.H.Kim,"An Index Replication Scheme for Wireless Data Broadcasting," Journal of Systems and Software, vol .51 ,no.3,pp. 191- 199 ,2000.

- [12] Demet Aksoy and Michael Franklin, "RxW: A Scheduling Approach for Large-Scale On-Demand Data Broadcast" In ACM/IEEE Transactions on Networking, Volume 7, Number 6, pp. 846-860, December 1999.
- [13] M. Franklin and S. Zdonik, "Dissemination-Based Information Systems," IEEE Data Engineering, 19(3): pp. 20-30, September 1996.
- [14] V. Gondhalekar, "Scheduling Periodic Wireless Data Broadcast," M.S. Thesis, The University of Texas at Austin, U.S.A, December 1995.
- [15] Chih-Lin Hu and Ming-Syan Chen, "Adaptive Balanced Hybrid Data Delivery for Multi-Channel Data Broadcast," IEEE International Conference on Communications, pp. 960-964 vol. 2, 2002.
- [16] Chin-Hao Hsu, Guanling and Arbee L.P. Chen, "A Near Optimal Algorithm For Generating Broadcast Programs on Multiple Channels," proc. ACM 10th int'l Conference Information and Knowledge Management, pp. 303-309, 2001.

- [17] G.Herman,G.Gopal ,K.C.Lee and A.Weinrib, "The Datacycle Architecture for Very High Through Put Database Systems," In Proceedings of the 1987 ACM-SIGMOD International Conference on Management of Data,pp.97-103,June 1987.
- [18] S.C.Lo and A.L.P.Chen, "Optimal Index and Data Allocation in Multiple Broadcast Channels," Proc.16th IEEE Int.,I Conference Data Eng.pp.293-302,February 2000.
- [19] Sung-Hwa Lim and J.H.Kim , "Real-Time Broadcast Algorithm for Mobile Computing," The Journal of Systems Software 69 (2004), pp.173-181,2004.
- [20] W.C.Lee and D.I.Lee,"Using Signature Techniques for Information Filtering in Wireless and Mobile Environments," Distributed and Parallel Databases, vol.4, no.3,pp.205-227,July 2004.
- [21] Guanling Lee,S.C.Lo and A.L.P.Chen, "Data Allocation on the Wireless Broadcast Channel for Efficient Query Processing," IEEE Trans. On Computers Special on Data Management Systems and Mobile Computing,volume 51, pp.1237-1252,October 2002.

- [22] T.Lmielinski,S.Viseanathan and B.R.Badrinath,"Power Efficient Filtering of Data on Air,"Proceedings of the International Conference on Extending Database Technology, pp.245-258,1994.
- [23] T.Lmielinski,S.Viswanathan,and B.R.Badrinath,"Data on Air," Organization and Access," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,vol.9,no.3,pp.353-372,1997.
- [24] T.Lmielinski,S.Viswanathan, and B.R.Badrinath,"Energy Efficient Indexing on Air,"in Proceedings of ACM SIGMOD Conference,pp.25-36,1994.
- [25] Wen-Chin Peng,Ming-Syan Chen , "Dynamic Generation of Data Broadcasting Programs for a Broadcast Disk Array in Mobile Computing Environment,"Proc.of the ACM 9th Internal Conf. on Information and Knowledge Management ,6-10, pp.38-45,November 2000.
- [26] C.Su,L.Tassiulas,and V.j.Tsotrs,"Broadcast Scheduling for Information Distribution,"Wireless Network , vol.5,no.1998, pp.137-147,1998.

- [27] K.L. Tan and J.X.Yu, "A Dynamic Scheduler for The Infinite Air-Cache," Data and Knowledge Engineering, 24(1): 101-112, 1997.
- [28] N. Vaidy and S. Hameed. "Scheduling Data Broadcast in Asymmetric Communication Environment," ACM/Baltzer Wireless Networks, 5(3) :pp.171-182, 1999.
- [29] J.W.Wong, "Broadcast Delivery," Proceedings of the IEEE , 76 (12): pp.1566-1577, December 1988.
- [30] K.H Yeung T.S Yum, "Selective Broadcast Data Distribution Systems," IEEE Trans. Computers, vol.46,no.1,pp.100-104, 1997.

附 錄

/*

校 名: 南華大學
系 所: 資訊管理研究所
論文題目: 使用模擬退火法在多通道行動環境中之資料廣播
指導教授: 吳光閔 博士
研 究 生: 姚文成
使用語言: Microsoft Visual C++ 6.0
範例檔案: double_channel.cpp
資料分佈: uniform && normal && exponential
完成日期: 2005/03/19
工作進度: 測試資料庫

*/

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <stdlib.h>
#include <iomanip.h>
#include <algorithm>
#include <time.h>
#include <math.h>
#define      DOs      600           //the number of data objects ?
#define      QS      200           //the number ofQueries   ?
#define      Sel      12           //the number of select   ?
#define      K      12000         //K Sols
unsigned int QUERY_ary[QS][Sel+1]; //所有用戶端所需查詢資料
unsigned int A_ary[DOs], B_ary[DOs]; //前後所用資料序列 A 及 B
unsigned int cost_cau(unsigned int *, unsigned int (*Q)[Sel+1]); //cost 函數原型

void main()
{
    char    fn[20]="ed600q200s002.txt";           //      ?
    int    i, j, l, d1, s_d1, d2, r1, r2, Delta_1, gmin=9999999;
    double e=2.718;
```

```

double t=1000.0, q, r3;

// -----read data from file into array-----
fstream file; //開啟檔案並讀入
QUERY_ary
file.open(fn, ios::in);
if(!file) { cerr << "Can't open file!\n"; exit(1); }
for (i=0; i<QS; i++) { for (j=0; j<=Sel; j++) (j==0)?
file>>QUERY_ary[i][Sel]:file>>QUERY_ary[i][j-1]; }
file.close();

// -----inzi first two -----
srand((unsigned)time(NULL)); //產生最初的一組序列
for (i=0; i<DOs; i++) { A_ary[i]=0; B_ary[i]=0; } //擷取時間為亂數因子

for (i=0; i<DOs; i++) //採用線性探測 linear probing 修正碰撞
{
    l=rand()%DOs; while (A_ary[l]!=0) { l++; l%=DOs; }
    A_ary[l]=i; B_ary[l]=i;
}
d1=cost_cau(A_ary, QUERY_ary); s_d1=d1;

// ----- simulated annealing operator 模擬退火法-----
while (t>=1) //溫度控制
{
    for (i=0; i<K; i++) //擾動次數控制
    {
        if (rand()%2==0)
        {
            r1=rand()%DOs; r2=rand()%DOs; //擾動方法一
            while (r1==r2) r2=rand()%DOs; //隨機挑選兩個不重複的 data objects 對調
            l=B_ary[r1]; B_ary[r1]=B_ary[r2]; B_ary[r2]=l; //並且計算 COST 值
        }
        else
        {
            r1=rand()%DOs; r2=rand()%DOs; //擾動方法一
            while (r1==r2) r2=rand()%DOs; //隨機挑選一個 data objects 插入前後任一位置

```

```

        if (r1<r2)
        {
            l=B_ary[r1];                //插入後段位置
            for (j=0; j<(r2-r1); j++) B_ary[r1+j]=B_ary[r1+j+1];
            B_ary[r2]=l;
        }
        else
        {
            l=B_ary[r1];                //插入前段位置
            for (j=0; j<(r1-r2); j++) B_ary[r1-j]=B_ary[r1-j-1];
            B_ary[r2]=l;
        }

        d2=cost_cau(B_ary, QUERY_ary);    //計算擾動後的距離計算
        if (d2<gmin) gmin=d2;
        Delta_l=d1-d2;                    //檢視擾動後的結果
        if (Delta_l>=0)                   //擾動後優於擾動前無條件接受
        { for (j=0; j<DOs; j++) A_ary[j]=B_ary[j]; d1=d2; }
        else
        {
            q=pow(e,((double)Delta_l/t)); //條件計算
            r3=(double)(rand()%10000)/10000;
            if (q>=r3)
            { for (j=0; j<DOs; j++) A_ary[j]=B_ary[j]; d1=d2; } //接受
            el
            { for (j=0; j<DOs; j++) B_ary[j]=A_ary[j]; } //不接受
        }
    }
    t*=0.95;                             //溫度下降公式
}

// ----- 秀出最後的廣播序列結果 -----
cout<<endl<<"最佳廣播序列"<<endl;
for (i=0; i<DOs; i++) cout<<setw(4)<<A_ary[i];
cout<<endl<<"最短距離="<<d1<<endl;
ofstream fop;
fop.open("result_file.txt", ios::out|ios::app); //開啟檔案並紀錄結果

```

```

if(!fop) { cerr << "Can't open file!\n"; exit(1); }
fop<<fn<<" "<<" 原始距離 ="<<s_d1<<" "<<"data objects="<<DOs<<"
"<<"Query="<<QS<<" "<<"Sel="<<Sel<<" "<<"最終距離="<<d1<<" "<<"最短距離
="<<gmin<<"\n";
fop.close();
}

```

//-----對每個查詢計算出該排程總距離-----

```

unsigned int cost_cau(unsigned int *b_ptr, unsigned int (*q_ptr)[Sel+1])
{
    unsigned int r, x, w, y, z, flag; unsigned int vars, cost, distance;
    unsigned int s_sch[DOs], ch[DOs/2], dis_ary[DOs/2];
    distance=0;
    for (x=0; x<QS; x++)
    {
        for (z=0; z<DOs; z++) s_sch[z]=0; //位置量測
        for (y=0; y<DOs; y++)
        {
            flag=0; z=0;
            while (flag==0 && z<Sel)
            {
                if (*(b_ptr+y)==*(q_ptr+x+z)) { s_sch[y]=1; flag=1; }
                else z++;
            }
        }
        for (y=0; y<DOs/2; y++) ch[y]=0; for (y=0; y<DOs/2; y++)
ch[y]=s_sch[y]+s_sch[y+DOs/2];
        vars=0; for (y=0; y<DOs/2; y++) vars+=ch[y]/2; //量測雙通道投影後的重複情形
        switch(vars)
        {
            case 0: //雙通道投影後完全不重複
                for (y=0; y<DOs/2; y++) dis_ary[y]=0;
                z=0; w=DOs/2-1;
                while (!(ch[z] && ch[w])) { if (ch[z]==0) z++; else if (ch[w]==0)
w--; }
                for (r=0; r<(DOs/2-(w-z+1)); r++) dis_ary[r]=1;
                for (r=z; r<w; r++) { if (ch[r]==1) z=0; else { dis_ary[z]=1; z++; } }

```

```

        r=0; while (dis_ary[r]==1) r++; cost=(DOs/2-r);
        break;
    case 1: //雙通道投影後只有一個重複
        cost=1+DOs/2;
        break;
    default: //雙通道投影後兩個以上重複
        z=0; w=DOs/2-1;
        while (!(ch[z] && ch[w])) { if (ch[z]==0) z++; else if (ch[w]==0)
w--; }
        cost=(w-z)+DOs/2;
    }
    distance+=cost*(*(q_ptr+x)+Sel);
}
return distance;
}

```