



# 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

## 行動電子商務系統無線通訊協定關鍵技術之研發與實作 (I)

### Wireless Network Protocols for Mobile Electronic Commerce Systems (I)

計劃編號： NSC90-2213-E-002-119

執行期限： 90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人： 廖婉君博士 國立台灣大學電機工程學系

計畫參與人員： 柯建安、賴俊如

國立台灣大學電機工程學系

#### 一、 摘要

本計畫是總計劃「行動電子商務系統關鍵技術之研發與實作」下之子計畫五「行動電子商務系統無線通訊協定關鍵技術之研發與實作」之第一年計畫。

在本年度的計畫中，研究是著重支援行動電子商務系統的核心網路部分，特別是 IP mobility 對於 QoS 與可靠的多址傳播的影響。

無線環境下的行動電子商務系統相關網路通訊協定關鍵技術中，IETF Mobile IP(MIP)所提供的兩種模式：雙向通道技術(Bi-directional Tunneling, MIP-BT)及遠端加入(Remote Subscription, MIP-RS)，並不能有效達成行動電子商務系統中對於 QoS 與可靠的多址傳播的需求。因此在本研究中，我們以 MIP-RS 為設計出發點，提出一個新的行動可靠多址傳播協定(RMMP) [1][2]，提供作為一個更具規模性與簡易性的行動電子商務系統無線通訊協定，並且我們也提出利用解析分析方式。定量分析與目前所存在的 Token(TR)技術 [3]的差異性，接著以模擬分析的結果驗證正確性。透過分析結果，所提出的協定不論在資源需求或是所支援的人數上，都能夠以更簡單有效的方式達成可靠的行動多址傳播的需求。

本計畫成果已發表於 IEEE GLOBECOM 2001 (Global Telecommunications Conference 2001)。

**關鍵詞：**無線通訊協定、可靠的多址傳播、行動通訊網路、Mobile IP、RMMP

#### Abstract

As a sub-project of the joint project entitled "A Mobile Electronic Commerce System," this project, named "Wireless Network Protocols for Mobile Electronic Commerce Systems," attempts to design wireless network protocols to enable mobile E-commerce. We will carry out this project in a three-year span.

In the first year, we studied the impact of IP mobility on QoS and reliable multicasting. We proposed a new protocol called RMMP (Reliable Mobile Multicast Protocol) and analyzed the performance of existing reliable multicast protocols for host mobility in IP networks. We examined two schemes: global token rotation and local recovery with tunneling. Both schemes support reliable multicast for mobile hosts at the expense of extra buffer spaces in mobility agents. We model the buffer requirement of each protocol as an M/G/∞ queuing system, from which we can further derive service latency and system throughput. We have also conducted simulations to verify the derived analytical model. The results show that the local recovery with tunneling mechanism has much smaller buffer size, higher throughput, and lower service latency, as compared to other protocols.

The preliminary results of this project have been published on the IEEE GLOBECOM 2001.

**Keywords：**Mobile reliable multicast, Mobile IP, QoS, RMMP

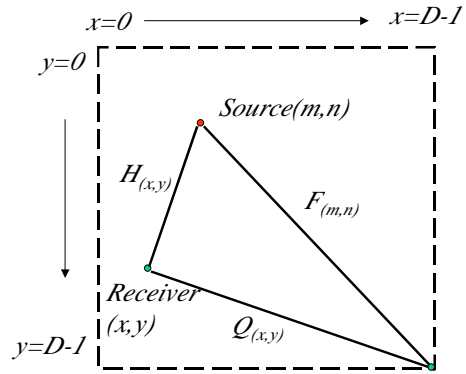
## 二、研究動機與目的

由於目前 IP 網路之通訊協定大多是基於有線環境來發展，對於無線環境下的行動電子商務系統，無法提供有效的支援。因此如何針對無線環境來提供高品質服務，以提供上層通訊協定之需求，將是決定能否成功地提供行動電子商務的重要因素。因此本計劃目標為：研究無線網路通訊協定關鍵技術以支援行動電子商務系統，預計將分三年執行，重點將探討：(1) 用戶端至行動通訊網路及(2)行動通訊網路之核心網路技術兩方面進行。

在本年度的計畫中，支援行動電子商務系統的核心網路部分，研究是著重於 IP mobility 對於 QoS 與可靠的多址傳播的影響。首先，我們透過分析的方式研究關於在 IP 網路中支援行動性的可靠多址傳輸的協定的效能。其中研究的機制包含：global token rotation(TR) 以及 local recovery with tunneling(RMMP) 的兩種技術。這兩種機制都必須透過利用在行動代理器上使用暫存器(buffer)的方式來支援行動性的可靠多址傳輸。因此本計畫提出利用一個 M/G/ $\infty$ 的系統模型，來作為分析關於這兩種機制的暫存器需求。並且進一步推導出關於系統服務延遲以及輸出的定量分析表示。透過分析，可以瞭解到在無線環境下的行動電子商務系統下的，不同的技術對 QoS 與可靠的多址傳播的影響程度，並可對無線環境下的品質服務作一適當的修正，形成一完整的下層基礎，提供其他上層之子計劃完整的服務環境。

## 三、 結果及討論

關於提供行動性的可靠多址傳輸的協定的技術：global token rotation(TR)利用 token rotation 的機制，互相溝通報告群體目前的收訊狀況，因此克服使用者移動時所造成的封包漏失的問題，而對於暫存器的釋放時機，則以全體成員收到這個相關的封包時，才通知所有的行動代理器釋放；local recovery with tunneling(RMMP)



圖一、D-by-D 網路拓樸

的技術，並不需要全部行動代理器去等一個尚未成功受到封包的行動使用者，利用前一個與現在的行動代理器的合作就可以完成關於封包漏失的修復動作。圖一表示我們分析的方形方格點(grid)的網路，長、寬各為  $D$ ，每個方格點代表一個基地台，以座標  $(x,y)$  來表示，因此共有  $D^2$  個基地台。若發送點位於基地台  $(m,n)$ ，我們把離發送點最遠的基地台點與發送點的距離以  $F(m,n)$  表示，而接收點距離發送點的距離以  $H(x,y)$  表示，而接收點與最遠的基地台點的距離以  $Q(x,y)$  表示。而兩個基地台  $(x,y)$  與  $(m,n)$  的距離  $d$  可表示為  $H(x,y) = d[(m,n), (x,y)] = |m-x| + |n-y|$ . (in terms of number of hops)。

另外我們說明一些使用的符號意義， $T_{local}$  代表在一個 cell 中傳送一次封包所需的平均時間， $T_{roam}$  則代表封包傳送過一個 hop 所需的平均時間。

我們假設只有一個群播群組(multicast group)，並且只有一個發送者(sender)，而封包到達是以 Poisson 分佈的方式，其平均值為  $\lambda$ ；為了更清楚集中注意在分析關於使用者行動性的問題，我們簡化性地假設網路有線傳輸部分是可靠的。會發生行動性使用者封包漏失(packet loss)的情況主要來自：換手(handoff)過程中暫態所造成的封包漏失以及當行動性使用者停留在區域網路(cell)中，因為無線頻道傳輸錯誤的漏失，我們把這種錯誤的機率訂為  $p$ ，而關於這種錯誤的回復，我們假設利用選擇

性重複性重傳 (selective repeat retransmission) 來進行修補，因為它以廣泛地被認定具有很高輸出率與低的緩衝器要求。此外，我們假設每個行動代理器具有足夠多的暫存器來支援協定的動作。而對於暫存器的釋放時機，會因不同的技術機制而不同。

因此我們可以利用一個 M/G/∞ 的系統模型來分析上面的系統。而平均暫存器的數目就是系統中平均忙碌的伺服器數目，可表示為  $B = \lambda \times \bar{T}$ 。式子的最後一項是指封包平均暫存在暫存器內的時間，這會跟協定相關。此外我們假設沒有變動的群組加入離開下，關於每個封包漏失的事件上，彼此是獨立的，並且沒有 ACK 漏失的狀況。

所以關於平均暫存器的數目的推導的重點，就是如何得到在不同技術下，封包平均暫存在暫存器內的時間。我們以  $M_r$  來代表一使用者，在無線頻道的錯誤率  $p$  之下，能夠成功收到一個封包需要傳輸的次數。因為每個的錯誤事件是獨立的，因此  $M_r$  的機率分佈函數(p.d.f.)呈幾何分佈，

$$P_{M_r}(k) = \begin{cases} (1-p)p^{k-1}, & k=1,2,3,\dots \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

期望值可求得為： $E[M_r] = 1/(1-p)$ 。當基地台內有  $R$  個行動性使用者，要成功地傳送一個封包給所有的使用者，所需要的傳送次數我們以  $M^R$  來表示， $M^R$  值就是所有使用者  $r$  中 ( $r=1-R$ ) 的  $M_r$  的最大值。因為每個漏失事件與使用者，都是彼此獨立，因此我們可以推演  $M^R$  的累積密度函數(c.d.f.)。

$$\begin{aligned} P(M^R \leq k) &= P\left(\text{Max}_{r=1,2,\dots,R} \{M_r\} \leq k\right) \\ &= \prod_{r=1}^R P(M_r \leq k) = (1-p^k)^R, k=1,2,3,\dots \end{aligned} \quad (2)$$

根據上式，我們取  $M^R$  的期望值，得到

$$\begin{aligned} E[M^R] &= \sum_{k=1}^{\infty} k P_{M^R}(k) = \sum_{k=1}^{\infty} P(M^R \geq k) \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} [1 - P(M^R \leq k-1)] = \sum_{k=1}^{\infty} [1 - (1-p^{k-1})^R] \end{aligned} \quad (3)$$

在上式中，期望值的數量級大約是  $O(1 + \ln R / (-\ln p))$ 。

接下來我們來推導關於 TR 技術的平均暫存器的數目。我們以  $T_{TR}$  代表封包平均暫存在暫存器內的時間， $T_{token}$  代表 token 繞行一次的時間，

$$T_{token} = D^2 \times T_{roam} \times \frac{\text{Token length}}{\text{Data packet length}} \quad (4)$$

但因為發送點位置不同， $T_{TR}$  可以表示為

$$\begin{aligned} T_{TR} &= E[M^{N_m}] \times T_{local} + Q_{(m,n)} \times T_{roam} \\ &\quad + (0.5 + 0.5) T_{token} \end{aligned} \quad (5)$$

利用平均不同發送點的方式，得到

$$\begin{aligned} E[T_{TR}] &= E[E[M^{N_m}] \times T_{local} + Q_{(m,n)} \times T_{roam} + T_{token}] \\ &= E[M^{N_m}] \times T_{local} + E[Q_{(m,n)}] \times T_{roam} + T_{token} \end{aligned} \quad (6)$$

$$E[Q_{(m,n)}] = \begin{cases} \frac{1}{6D}(5D^2 - 6D + 4), & \text{if } D \text{ is even} \\ \frac{1}{6D}(5D^2 - 6D + 1), & \text{if } D \text{ is odd} \end{cases}$$

因此，關於 TR 技術的平均暫存器的數目為  $B_{TR} = \lambda \times E[T_{TR}]$ 。

關於 RMMP 技術的平均暫存器的數目推導，我們必須考慮關於連續性換手 (cascading handoff) 的問題，當使用者移出目前區域的機率為  $q$  時，則關於傳輸時間必須被重新考慮為：

$$T = \sum_{k=0}^{\infty} (1-q)q^k (T_{local} + k \times T_{roam}) = T_{local} + \frac{q}{1-q} T_{roam} \quad (7)$$

而當區域網路中的平均人數為  $N_m$  時，則  $T_{RMMP}$  可推導表示為：

$$\begin{aligned} E[T_{RMMP}] &= E[M^{N_m} \times T] = E[M^{N_m}] \times T \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} [1 - (1-p^{k-1})^{N_m}] \times [T_{local} + \frac{q}{(1-q)} T_{roam}] \end{aligned} \quad (8)$$

因此，關於 RMMP 技術的平均暫存器的數目為  $B_{TR} = \lambda \times E[T_{RMMP}]$ 。

關於上面的詳細推導內容以及其他相關的效能參數的推導可以參考[1][4]。

圖四、規模性比較

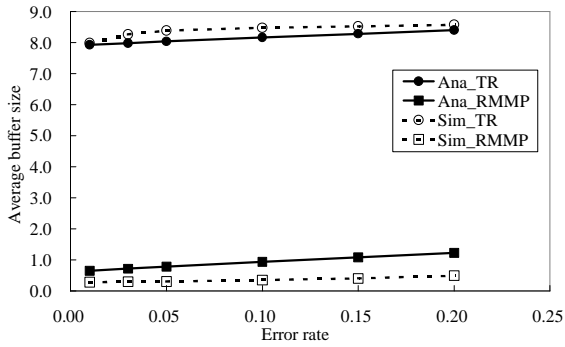
#### 四、計劃結果自評

本年度子計劃「行動電子商務系統無線通訊協定關鍵技術之研發與實作」是著重支援行動電子商務系統的核心網路部分。本計畫中提出一個  $M/G/\infty$  的系統模型，來作為分析關於這兩種機制的暫存器需求。透過分析，可以瞭解到在無線環境下的行動電子商務系統下，不同的技術對 QoS 與可靠的多址傳播的影響程度。並可應用本子計劃的成果，對無線環境下的品質服務作適當的修正，因此可提高系統效能與可行性。本子計劃本年度的成果有：(1)研究 IETF Mobile IP 之可靠性多址傳播協定，(2)研究適於無線網路的品質服務協定，(3)研究適於多址傳播的品質服務協定，(4)提供定量分析行動性可靠性多址傳播協定的方法。

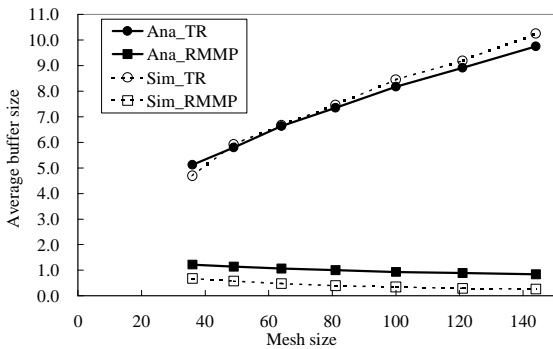
本計劃初步成果已發表於 IEEE GLOBECOM 2001 (Global Telecommunications Conference 2001)。未來我們將繼續完成研究用戶端至行動通訊網路及行動通訊網路之核心網路技術的目標。並設計實作的軟體，實際傳輸測試。

#### 五、參考文獻

- [1] Jiunn-Ru Lai and Wanjiun Liao, "Analytical Study of Reliable Multicast for Host Mobility in IP Network," in *IEEE GLOBECOM 2001*, San Antonio 2001, pp.1683-1687
- [2] Wanjiun Liao; Chien-An Ke; Jiunn-Ru Lai, "Reliable Multicast with Host Mobility", in *IEEE GLOBECOM 2000*, San Francisco 2000, pp.1692 -1696
- [3] Ioanis Kilolaidis and J. J. Harms, "A Logical Ring Reliable Multicast Protocol for Mobile Nodes," *Proc. IEEE ICNP '99*, Vancouver, Canada, pp. 106-113
- [4] Jiunn-Ru Lai and Wanjiun Liao, "Performance Evaluation of Reliable Multicast Protocols for Host Mobility in IP Networks," *Technical Report*
- [5] C. Perkins, "IP Mobility Support", *IETF RFC 2002*, Oct 1996



圖二、錯誤率與暫存器數目的關係



圖三、網路規模與暫存器數目的關係

在圖二中，我們可以看到模擬的結果與分析的圖相當接近，而對於兩種技術而言，對於暫存器的需求數目都是會隨著錯誤率的增加而上升。在圖三中，我們可以清楚看到 RMMP 的暫存器的需求數目，並不會隨著網路變大而上升，這是因為利用 local recovery with tunnel 的技術，可以把使用者移動的漏失，由少數個行動代理器來控制回復。在圖四中，兩種技術在相同的暫存器的數目下，我們可以看到 RMMP 能夠支援更多的使用者，更清楚表現出其優點與規模性。

