

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫四：無線行動隨意網路上之移動支援與電源管理協定

(1/2)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2219-E-009-013-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學資訊工程學系

計畫主持人：曾煜棋

報告類型：完整報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 6 月 10 日

# 摘要

電池可說是行動主機的生命來源，由於在短期內電池科技不易有大突破的限制之下。如何做好電源管理藉以延長行動主機之運作時間，是無線行動隨意網路能否長期運作的一大關鍵，針對上述之問題，我們將分別在以 IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路與藍芽通訊子網路中，各層協定上提出一些有效可行的解決方案，並且對於多階隨意行動網路在整合不同系統時所需考量的省電機制，提出解決良策。這對於未來以輕、薄、短、小的行動主機而言，是非常重要的研究議題。

所以，本計畫的主要目標，是在以 IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路提出有效解決的省電協定、並在藍芽網路提出省電模式之可調式排程機制。

**關鍵詞：** 無線隨意行動網路，省電模式，IEEE 802.11，藍芽

# 目錄

報告內容 .....	1
I. 前言 .....	1
II. 研究目的 .....	2
III. 研究方法 .....	2
A. IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路上的省電協定 .....	2
B. 藍芽系統下省電模式之可調式排程機制 .....	3
IV. 研究成果 .....	5
V. 可供推廣之研發成果資料表 .....	6
附錄 .....	7
I. 國外差旅費使用情形 .....	7
II. 發表論文全文 .....	13

# 報告內容

## I. 前言

無線隨意行動網路是由行動主機所構成之網路，對於所有的行動主機而言，電池是其唯一的動力來源，沒有電源，行動主機將無法運行。然而，在可預期的近幾年之內，電池科技將不會有很大的突破，因此，如何延長電池的使用時間，對於無線隨意行動網路而言，是一個十分重要的課題。

本計劃之主要目標之一，即是在以 IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路上，研究省電模式之管理。當行動主機進入省電模式後，行動主機必須要去預測其他行動主機醒來的時機，以便彼此可以傳送或接收訊息，然而，由於沒有中央控管的機制，再加上因為不可預期之移動性與無線電干擾造成的封包延遲，使得無線隨意行動網路上的同步難以達成，也因此讓這項預測的工作變得十分複雜而且困難。除此之外，在無線隨意行動網路上設計省電模式的另一個挑戰，即是行動主機可能無法察覺其鄰居的存在，會發生這個現象的主要原因，是因為彼此醒來時間的不相同，再加上傳送與接收訊息的次數也減少了所造成的，而不精確的鄰居資訊可能會使得繞徑協定發生錯誤。為了解決上述之問題，我們以發送更多的 beacon、讓行動主機定期醒來的時間有所重疊、以及醒來時間的預測等策略，設計了三種省電協定，分別為：dominating-awake-interval protocol、periodically-fully-awake-interval protocol 與 quorum-based protocol，其中，每種省電協定其醒來的模式都不相同，但都能保證不同步的行動主機的醒來時間可以相互重疊。

本計劃的另一個目標，即是去探索在藍芽規格裡一種省電模式 - sniff mode。在這個模式下，一個角色為 slave 的移動設備，只要定期醒來接收 master 端的資料，而不須時時刻刻待命，浪費無謂的電池能量。然而，一個重要且具挑戰性的問題是，master 該如何去排程所有在子網內 slaves 的睡眠週期，使得在省電的同時，還能兼顧網路傳輸效能，這樣的一個問題，我們稱之為“省電排程問題”。針對這個問題，我們提出一個可調式的排程機制，動態調整每個 slave 的睡眠參數，使其符合每個 slave 與 master 之間經常改變的不對稱交通流量需求，並達到 slave 端的省電目標。

## II. 研究目的

本計畫的目的包括：

- (一) IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路上的省電協定
- (二) 藍芽網路中省電模式之可調式排程機制

## III. 研究方法

### A. IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路上的省電協定：

我們提出以下的策略來設計 multi-hop 隨意行動網路上的省電協定：

1. 發送更多的 beacon：為了避免鄰居資訊不精確的問題，我應該讓進入省電模式的行動主機多發送 beacon。因此，在每個 beacon interval，每個行動主機都會發送一次 beacon，即使別的行動主機已經成功發送 beacon。
2. 讓行動主機定期醒來的時間有所重疊：我們將重新設計行動主機的睡眠模式，使得行動主機即使在不同步的種況下，也能保證彼此醒來的時間相互重疊，因而讓彼此都能收到對方的 beacon。
3. 醒來時間的預測：當收到鄰居的 beacon 後，我們便可知道鄰居的存在，同時也可知道鄰居的時脈。此時，便可依據彼此的時間差來預估鄰居醒來的時間，以便在鄰居醒來時傳送訊息給對方。在此，我們只是去預測鄰居的醒來時間並不做同步的動作。

依據以上的策略我們提出了三種省電協定，每種省電協定，其醒來的模式都不相同，但都能保證不同步的行動主機的醒來時間可以相互重疊。此外，我們也重新設計了 beacon interval 的結構。在每個 beacon interval 中包含了三個 window，即 beacon window、MTIM window 與 active window。Beacon window 是讓每個行動主機發送 beacon 的，MTIM window 是讓行動主機發送 MTIM(Multi-hop TIM) 訊框的，MTIM 訊框是用來通知其他行動主機有資料封包要傳送給它，在 active window 中，行動主機會保持清醒，以便接收其他行動主機重送之訊息。在不同的省電協定中，其 beacon interval 的結構也會略有不同，我們將會在後面說明之。以下我們將分別說明三種不同的省電協定：

#### 1. Dominating-Awake-Interval 協定

要讓進入省電模式且不同步的行動主機醒來的時間互相重疊，最簡單的方法就是讓行動主機在每個 beacon interval 醒來的時間超過一半。但是，如此並不足以保證彼此

都能收到對方的 beacon。因此，我們必須調整 beacon interval 的結構。我們將 beacon interval 分為奇數週期與偶數週期。在奇數週期 beacon interval 由 beacon window 開始，接下來是 MTIM window 與 active window；在偶數週期，則是由 active window 開始，接下來是 MTIM window 與 beacon window。如此一來，便可保證進入省電模式且不同步的行動主機彼此都能收到對方的 beacon。

## 2. Periodically-Fully-Awake-Interval 協定

如果我們讓進入省電模式的行動主機每  $T$  ( $T$  是自然數) 個 beacon interval 完全醒來一次，也可以保證進入省電模式且不同步的行動主機彼此都能收到對方的 beacon。當行動主機進入省電模式後，每三個 beacon interval 便會醒來一次，如此一來，每三個 beacon interval 便可收到鄰居的 beacon 一次。

## 3. Quorum-Based 協定

我們依據分散式系統 quorum 的概念設計了這個省電協定，如上圖所示，我們將  $n^2$  個 beacon interval 分為一群，每個進入省電模式的行動主機從  $n^2$  個 beacon interval 中任意挑選一行與一列的 beacon interval 完全醒著，如此也能保證進入省電模式且不同步的行動主機彼此都能收到對方的 beacon。

當我們能保證進入省電模式且不同步的行動主機彼此都能收到對方的 beacon 後，行動主機便可依據上述三種省電協定的清醒模式來預測鄰居醒來的時間，因而便能順利的傳送資料給對方。因此，所有的行動主機都進入省電模式，各種繞徑協定仍能正常運作。

## B. 藍芽系統下省電模式之可調式排程機制

由於藍芽是個由 master 主控的系統架構，在我們的方法裡，將維持一個“資源槽”(Resource Pool) 或稱為 RP，在 master 端，所有的 slaves 的睡眠參數 (sniff parameters) 都將根據其與 master 之間的交通流量，儲存佇列資料量，先前分配的頻寬使用率，以及 RP 的使用情況，來動態調整。假設子網路 (piconet) 內含  $K$  active slaves,  $1 \leq K \leq 7$ ，在 master 端，有 3 個主要的 components，包括“評估者”(Evaluator)，“排程者”(Scheduler)，以及“資源槽”(RP)，master 端定期會執行“評估者”來評估各個 slave 的情況，若有必要，會產生一個評估值 ( $S_k$ )，來反映對 slave  $k$  目前的評估狀況，並將此值餵進“排程者”，“排程者”再視 RP 目前的使用情況，來重新分配一組新的睡眠參數給 slave  $k$ 。而在 slave 方面，亦要定期執行“評估者”來評估自己的狀況，若有必要，得將產生的評估值傳回給 master，master 再交由“排程者”去搜尋 RP，並重新分配一組適當的睡眠參數給此 slave。

在我們提出的架構裡，RP 是用來管理所有目前可用的時槽 (time slots) 資源，而時間

軸係由一連串無限的時槽所構成，管理不易，因此我們提出一個二維陣列  $M$  來有效管理時槽，亦即頻寬，其中行 (column) 數  $T$  係事先定義之系統最小睡眠週期單位，而列 (row) 數為  $2$  的  $u$  指數次方， $u$  是事先定義之系統參數， $2uT$  定義了系統最大的睡眠週期單位，在這個二維陣列裡的每一個方格，其值為  $0$  或  $1$ ， $0$  表示此時槽無人使用， $1$  則表示此時槽已分配出去給某個 slave 使用。

當“排程者”在搜尋 RP 時，對於同樣的評估值參數需求，可有多種分配方式，例如，若 slave 的頻寬需求為  $16/120$ ，則可以發現有  $4$  種不同的方式來安排其睡眠參數，第  $1$  種情況是讓 slave 每  $120$  時槽起來一次，一次醒  $16$  個時槽，第  $2$  種情況是每  $60$  時槽醒來一次，一次維持  $8$  時槽，第  $3$  和  $4$  種情況是每  $30$  和  $15$  時槽醒來一次，一次分別持續  $4$  和  $2$  時槽。

## IV. 研究成果

本計畫依時程順利進行，並獲致豐碩成果，相關論文發表如下，論文全文詳如附錄：

- [1] Y.-C. Tseng, C.-S. Hsu, and T.-Y. Hsieh, "Power-Saving Protocols for IEEE 802.11-Based Multi-Hop Ad Hoc Networks", *IEEE INFOCOM*, 2002.
- [2] T.-Y. Lin and Y.-C. Tseng, "An Adaptive Sniff Scheduling Scheme for Power Saving in Bluetooth", *IEEE Wireless Communications*, Vol. 9, No. 6, Dec. 2002, pp. 92-103. (SCI, EI)

## V. 可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：93年05月25日

<b>國科會補助計畫</b>	計畫名稱：無線行動隨意網路上之移動支援與電源管理協定(1/2) 計畫主持人：曾煜棋 計畫編號：NSC 92-2219-E-009-013      學門領域：
<b>技術/創作名稱</b>	無線行動隨意網路上之移動支援與電源管理協定
<b>發明人/創作人</b>	曾煜棋
<b>技術說明</b>	<p>中文：電池可說是行動主機的生命來源，由於在短期內電池科技不易有大突破的限制之下。如何做好電源管理藉以延長行動主機之運作時間，是無線行動隨意網路能否長期運作的一大關鍵，針對上述之問題，我們將分別在以 IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路與藍芽通訊子網路中，各層協定上提出一些有效可行的解決方案，並且對於多階隨意行動網路在整合不同系統時所需考量的省電機制，提出解決良策。這對於未來以輕、薄、短、小的行動主機而言，是非常重要的研究議題。</p> <p>本計畫提出了兩項技術，包括以 IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路的省電協定，以及藍芽網路省電模式之可調式排程機制。</p> <p>英文：Because battery technology seems not to have great improvement in near future, power management is one of many ways to lengthen the operation of a mobile host, which also is a key point for wireless ad hoc network. For those issues, we will propose feasible solution for power saving under multi-tier multi-hop ad hoc network and bluetooth, which is important for devices that will be small and compact in the future.</p>
<b>可利用之產業 及 可開發之產品</b>	Bluetooth 及 IEEE 802.11 相關無線通訊設備開發業者及相關服務提供廠商。
<b>技術特點</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IEEE 802.11 為基礎之無線隨意行動網路上的省電協定</li> <li>● 藍芽網路中省電模式之可調式排程機制</li> </ul>
<b>推廣及運用的價值</b>	由於省電機制的設計為無線網路的關鍵技術之一，本計畫所提之成果，可應用在未來行動設備的設計之中，將可使所開發之產品更具市場競爭優勢。