

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 低功率短距離無線隨身精靈系統之研製

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-E-032-002-CC3

執行期間：93年05月01日至94年04月30日

執行單位：淡江大學電機工程學系

計畫主持人：許獻聰

計畫參與人員：施雲巖、尹華強、賴家偉、洪昱臺

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 5 月 18 日

## 中、英文摘要及關鍵詞：

### I. 中文摘要：

最近低速率短距離以及低耗電的無線網路被大量應用，其中一項應用是結合了無線傳輸與各樣式的感測器以爲人們提供特殊的服務，這類型感測網路的主要研究題目在於定位、省電機制、移動性與傳輸效能的提升。有個新興且標準化的 MAC 層通訊協定被制定用來滿足感測網路傳輸上的需要，此通訊協定名爲 IEEE 802.15.4。而另個名爲 ZigBee 組織的團體亦著手定義此 MAC 層與更上層網路的協定以使 IEEE 802.15.4 更加強健。

基於考量到人們的健忘毛病，因此我們提出一種可通知使用者有物品被遺忘的應用，而這項通知的功能是由一張名爲隨身精靈的卡片所提供的。隨身精靈可以透過無線傳輸的方式連結黏附在常被遺忘的東西上方的裝置，當我們離開被遺忘的東西時，與它們連結中斷的隨身精靈會鳴響蜂鳴器以發出警告。而隨身精靈上的無線傳輸協定就是採用 IEEE 802.15.4 來運作的，隨身精靈在 IEEE 802.15.4 協定中所扮演的角色就是協調者，而與協調者連結的節點就是那些裝置。

在此計畫中，我們將會結合微處理器與無線收發器以研製出隨身精靈與其他裝置。我們採用 ATmega-128 晶片作爲微處理器以及採用 CC2420 晶片作爲 IEEE 802.15.4 之無線收發器的中央控制單元。此計畫促使我們專研無線傳輸協定而且增進我們在嵌入式系統上的發展。可預測到的，隨身精靈以及這些裝置將可以爲我們帶來更便利的生活。

### II. 英文摘要：

Recently, the low-rate, short-distance, and low-cost wireless networks are required in many applications. One of these applications is sensor network which combines wireless transmission and different sensors to provide special services for human beings. The main researches of sensor networks are location, power saving, mobility, and the performance of transmissions. There is a novel and standard medium access control (MAC) protocol constructed to satisfy the requirements of sensor networks named IEEE 802.15.4. Another group ZigBee Alliance also proceeds to define this kind of networks to make it robust.

Consider of the forgetfulness of people, we propose one kind of application to notify user something forgotten. This notified function is supported by one card which is named "personal wizard". The personal wizard can connect devices which are pasted on something we often forgotten. When we leave these things, the disconnected personal wizard will ring the buzzer to alarm us. The wireless transmission protocol of the personal wizard is worked as IEEE 802.15.4. The personal wizard plays the role of the coordinator and the devices cemented on things with us play the roles of nodes in the IEEE 802.15.4.

We will combine a micro-control unit (MCU) and a transceiver to implement the personal wizard and other devices. We adopt the ATmega-128 chip to be the MCU and the CC2420 chip to be the transceiver controller of IEEE 802.15.4. This project encourages us to study the wireless transmission protocol and to develop the technology of embedded systems. It is expected that the personal wizard and the devices will bring us more convenient life.

**關鍵詞(keywords)： IEEE 802.15.4、感測網路(sensor networks)、隨身精靈(personal wizard)**

## 報告內容：

### I. 前言：

隨著無線網路技術蓬勃發展，其應用也日趨廣泛，從高頻寬需求的無線影像傳輸至低頻寬需求的無線感測網路 (sensor network)，這中間所能涵蓋的應用幾乎可包含所有數位訊號的傳輸。其兩極化之頻寬需求的應用便成為各家致力研究的方向。

今天我們選擇低傳輸速率卻也具備低功率消耗特性的網路作為我們開發應用的方向，這類型的網路行為是以降低功率消耗為目標而提供可靠且即時性的傳輸。通常這類型的應用都會偏重在搭配感測器 (sensor) 進而尋求一種週期性監測行為，例如工廠生產線的監控、自然環境或生物活動範圍的追蹤、保全與防盜警報的觸發以及數位家電的控管等...。然而有些是被我們需要卻尚未有其產品之應用，比如說透過感測器節點 (sensor node) 所提供之簡易定位系統、人體健康狀態與個人隨身物品之監控等...。透過感測器節點所支援的簡易定位系統其簡易的部分只在於節點設備本身，但其背後卻有著極為複雜的演算法與通訊協定，因此短期內並無法獲得可觀的成果。至於人體健康狀態的追蹤監控，必須有醫界開出研究認可證明，而且針對人體實驗也是必須通過層層關卡認可才能執行，這方面的實驗與研究被限制在醫工領域才能接觸。剩下一個未被重視卻有其價值的應用就是隨身物品的監控。

現代人事務繁忙且工作壓力大，遺忘這個名詞常常圍繞在我們週遭，因此各式各樣貴重的隨身物品都有可能成為此名詞下的犧牲品，當然，除了自己粗心遺忘之外，貴重物品也有可能會因為外力不翼而飛。通常我們無法隨時隨地保持警覺注意著隨身貴重的物品，因此如果有種產品可以代替我們監視著所有隨身貴重的物品，它將會成為我們不可或缺的得力助手。所以我們將依此需求設計一個攜帶方便的中央控制器作為隨時提醒我們的幫手，我們稱呼這個控制器為隨身精靈 (personal wizard)。

### II. 研究目的：

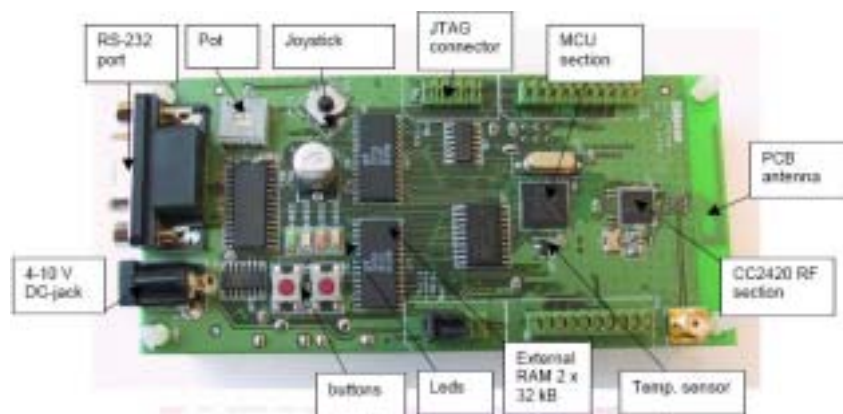
考量隨身精靈 (personal wizard) 其應用的特性以及能依循一個統一的運作規格，因此我們將採取 2004 年才剛制定完成的通訊協定 IEEE 802.15.4 作為我們無線傳輸應用的標準。另一方面，有個從 Home RF 協會中分離出來的組織 ZigBee 針對 IEEE 802.15.4 做了更詳盡的補充及改善，而我們將以它所制定的規格為主軸再配合 IEEE 802.15.4 以致力於硬體的實現。我們希望能設計出一套由隨身精靈以及數個被監視點 (watched node) 所組成的設備。根據 IEEE 802.15.4 所制定的傳輸協定，我們訂定一個隨身精靈至多可與七個被監視點保持聯絡，而這七個被監視點可以為不同的物品，例如皮包、手機、鑰匙或鑰匙卡片、筆記型電腦、PDA 以及行李等...，當物品一旦與隨身精靈聯繫成功後，此物品會定期回報隨身精靈它仍存在，當此物品離開隨身精靈一定的距離之後，無法收到回報的隨身精靈會立刻啟動蜂鳴器 (buzzer) 以通知物品所有者 (owner) 此物品的遺失，於是所有者可藉由隨身精靈的回報第一時間做出反應。

## 報告內容：

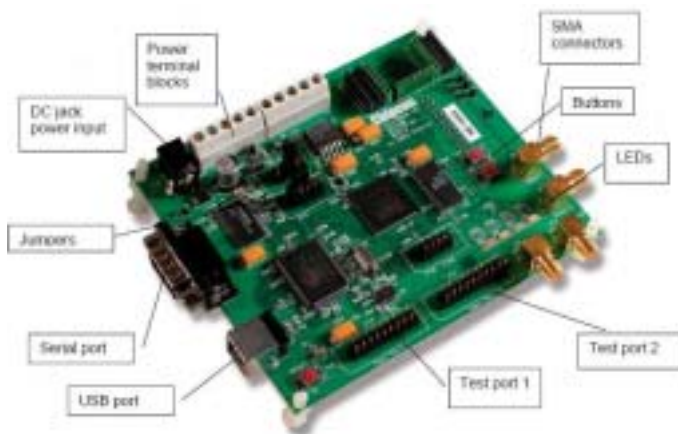
### III. 研究方法：

吾人於計劃執行前期尚未實現硬體之前，先採用由瑞典 Chipcon 公司所販售之 CC2420 開發平台 CC2420 DBK (如圖一所示) 進程式碼的開發，CC2420 DBK 乃結合 Atmel 公司所提供之 ATmega128 微處理器(MCU)以及 Chipcon 公司的 CC2420 無線送發器。此開發平台可讓使用者將撰寫完成之程式碼載入至 MCU 中進行運算及執行，兩塊開發平台間的無線傳輸便可透過程式碼而標準化。標準化是為了依照 IEEE 802.15.4 通訊協定來制定平台間的運作方式，目的是為了未來能與其他數位家電互相通訊。

開發程式的過程中，需要除錯及驗證各程序或是所傳送的封包內容是否符合吾人的要求，因此需要一個輔助的設備監視著空氣中的訊號並且能夠解釋所接收到之封包內容。除了向 Chipcon 公司購置 CC2420 DBK 開發平台外，吾人另外採購一組名為 CC2420 DK (如圖二所示) 的測試平台。CC2420 DK 此測試平台可以接收空氣中的訊號，並且解釋 IEEE 802.15.4 標準之封包格式。透過此儀器，吾人於開發階段，可判斷所撰寫之程式是否可正確的傳送出封包以及兩平台間資料交換的程序是否滿足標準。



圖一、CC2420 DBK



圖二、CC2420 DK

## 報告內容：

### III. 研究方法：(續)

針對硬體方面的設計，吾人在本計劃採用 ATmega128L 微處理器與 CC2420 無線收發器兩者之結合，參照 CC2420 DBK 開發平台來設計硬體之間接線方式，與 CC2420 DBK 不同的地方在於吾人採用更為省電之 ATmega128L 以延長電池壽命。自行設計之開發平台省略了許多用不到的接腳及元件已達省電效果。硬體佈線規劃上遇到最大的瓶頸是天線電路的設計，本計劃中的天線電路採直接佈在電路上之平面天線，此設計方式最為簡單，但訊號的失真以及雜訊的產生最為嚴重，不過目前所研製之開發平台仍可有效地接收及傳送無線訊號。

### IV. 結果與討論：

將近九個月的開發研製後，吾人成功地將硬體以及通訊協定開發完成，IEEE 802.15.4 通訊協定中大多數溝通流程已經完成並通過測試，而第一代硬體平台亦製作且測試完成。圖三為第一代的硬體平台。平台上的元件包含微處理器 ATmega128L、無線收發器 CC2420、三個 LED 燈號、兩個按鈕及一個蜂鳴器。目前測試的結果，兩顆三號電池可讓裝置工作時間超過一個星期，目前並未將微處理器切換成休眠模式，把休眠機制加入後，預期基本的運作時間可超過兩個星期。

對廠商而言，裝置的體積、產品成本以及省電能力為最主要之考量。廠商在第二代硬體上會改採用 Chipcon 公司於 94 年 6 月所提供之微處理器與收發器整合晶片 CC2430 以縮小裝置面積以及節省成本。另一方面會將三個 LED 擴展到八個 LED 燈號以便於同時監控七個裝置。原本效率較差之平面天線電路則會改以天線晶片來提升效能。



圖三、第一代隨身精靈

# 可供推廣之研發成果資料表

可申請專利     可技術移轉

日期：94年5月11日

<p><b>國科會補助計畫</b></p>	<p>計畫名稱： 提升產業技術及人才培育研究計畫低功率短距離無線隨身精靈系統之研製</p> <p>計畫主持人： 許獻聰</p> <p>計畫編號： NSC93-2622-E-032-002-CC3 學門領域：電機、電信</p>
<p><b>技術/創作名稱</b></p>	<p>低功率短距離無線隨身精靈系統之研製</p>
<p><b>發明人/創作人</b></p>	<p>許獻聰、施雲巖、陳陸威</p>
<p><b>技術說明</b></p>	<p>中文：本計劃結合微處理器 ATmega-128 與無線收發器 CC2420 以研製出隨身精靈系統。為了能符合低功率短距離的無線傳輸特性，除了採用 CC2420 做為無線收發器，另外研製符合 IEEE 802.15.4 標準無線通訊協定作為各裝置間溝通的方式依據。因此本計劃包含了硬體製作與軟體開發，以提供一個適用於低功率短距離無線傳輸環境的開發平台。</p> <p>英文：This project attempts implementation of personal wizard by integrating micro-processor ATmega-128 and radio transceiver CC2420. For satisfying the characteristic of low-power and short distance, we also implement IEEE 802.15.4 wireless protocol on the devices. Consequently, this project includes hardware implementation and software design to provide a development platform.</p>
<p><b>可利用之產業及可開發之產品</b></p>	<p>可利用於數位家電、防盜安全、玩具自控等產業。本計劃是針對隨身精靈此產品進行開發，但未來仍可應用至上述產業之各項產品上</p>
<p><b>技術特點</b></p>	<p>符合標準無線通訊協定 IEEE 802.15.4 之通訊技術，除了整合中央處理器以及無線收發器的技術外，亦開發了可依照標準通訊協定運作的程式碼。</p>
<p><b>推廣及運用的價值</b></p>	<p>由於數位家電的發展，各家電彼此之間的溝通及資料交換在可見的未來內乃勢在必行，因此本技術提供一個適用於短距離低耗電的家電環境，亦可推廣至防盜安全或未來的玩具市場中。</p>

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。