

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫四：無線感測網路微系統程式與發展系統之研製

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-032-025-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：淡江大學電機工程學系

計畫主持人：李維聰

計畫參與人員：張志豪、尤崇帆

報告類型：精簡報告

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 94 年 9 月 15 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

自主性分散式無線感測網路嵌入系統研製 子計畫四

無線感測網路微系統程式與發展系統之研製

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93 - 2213 - E - 032 - 025 -

執行期間： 93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

計畫主持人：李維聰

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：淡江大學 電機系

中 華 民 國 94 年 7 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

自主性分散式無線感測網路嵌入系統研製-子計畫四： 無線感測網路微系統程式與發展系統之研製

The Design and Implementation of Micro-Operation System and
System Implementation in Wireless Sensor Networks

計畫編號：NSC 93-2213-E-032-025

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

主持人：李維聰 淡江大學 電機系

計畫參與人員：張志豪 淡江大學 電機系
尤崇帆 淡江大學 電機系

一、中文摘要

本計畫為群體計畫「自主性無線感測網路嵌入系統研製」之子計畫之一，內容主要是開發一套 Wireless Sensor Network (WSN)之專屬執行平台及微型化作業系統(OS)，並在 OS 系統架構下開發相關的 driver、library，並支持 sensor node 感測硬體的功能。本計畫第一年已完成設計及規劃總計劃所需之執行平台，包含中央處理器及作業系統所需功能之界定、感測元件驅動程式撰寫等。目前正以雛型實現為主要目標，預計完成電路板雛型之測試實驗平台，具有微型作業系統於平台之執行，並規劃其他子計畫之替代模組，以進行基礎的系統量測。第三年將整合其他子計畫之成果於此平台上執行，並依據 monitor tracing 平台監控及追蹤系統之效能，使系統可正常即有效率的運作。

關鍵詞：無線感測網路、嵌入式系統、微型化作業系統

Abstract

This project is a sub-project of "The Design and Implementation of the Distributed Autonomous Embedded System in Wireless Sensor Network". The main object of this project is to design and develop a platform for wireless sensor network with a micro operation system. We will also develop the relative sensor node drivers,

libraries under the control of micro operation system. In the first year, we already designed and planed the functions of execution platform, including the processing power of CPU, the Libraries of micro operation system, and also the drivers of different sensor devices. Now, we focus on the implementation of this prototyping system. This prototype platform includes CPU, memory interface, and sensor devices. All these devices will be controlled by a micro operating system we developed. In the final year, we will integrate the result of other sub-projects in this platform and trace the performance of platform under different applications.

Keywords: Wireless Sensor Network,
Embedded System,
Micro-Operating System

二、計畫緣由與目的

近年來，由於無線網路與微機電技術的進步發展，無線感測網路在日常生活的應用越來越廣，基本上，無線感測網路之設備，主要用來進行的相關偵測是在於一些物理狀況的改變，例如溫度、聲音、光線的變化等等。而這些設備的特性為低功耗、低資料傳輸率、實體體積小、功能簡單，以及能獨立工作並互相協調。

本計畫為群體計畫「自主性無線感測網路嵌入系統研製」之子計畫之一，內容主要是開發一套 Wireless Sensor

Network(WSN)之專屬執行平台及微型化作業系統(OS)，並在 OS 系統架構下開發相關的 driver、library，並支持 sensor node 感測硬體的功能。另一方面，由於 sensor node 的效能需要有效執行，本子計畫也將研究並設計一監測平台，以監控 sensor node 的中央處理器之執行效能，達到有效處理感測元件及相關作業需求。為支援群體計畫之其他子計畫有一個執行平台，本子計畫預計在三年中實現一個 sensor node 的中央處理平台。由於具有體積小、低耗電等特性，因此 sensor node 的中央處理單元、作業系統及感測元件之驅動程式必須具有可嵌入式及體積小等功能。本計畫第一年已完成設計及規劃總計劃所需之執行平台，包含中央處理器及作業系統所需功能之界定、感測元件驅動程式撰寫等。目前正以雛型實現為主要目標，預計完成電路板雛型之測試實驗平台，具有微型作業系統於平台之執行，並規劃其他子計畫之替代模組，以進行基礎的系統量測。第三年將整合其他子計畫之成果於此平台上執行，並依據 monitor tracing 平台監控及追蹤系統之效能，使系統可正常及有效率的運作。

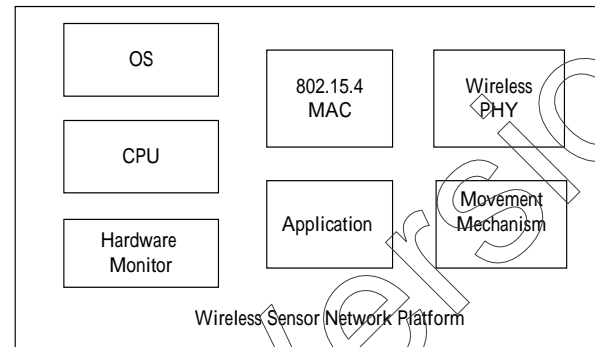
由於無線感測網路的應用廣泛，已逐漸受到學術界及產業界之重視，本計畫之進行，將研製出一個完整、高效率的無線感測網路。同時經由理論與結合的經驗，不僅可發現新的研究方法，同時也可利用校際之合作方式整合國內研發的工作，培育相關之高科技人才，加速國內通訊時代的來臨。

三、結果與討論

總計劃預定在三個年度內完成如圖一所示的架構圖。總共包含七大模組，以下分別介紹其功用。

1. 中央處理機 (CPU)：選定一顆現有 CPU，負責執行各項應用程式。
2. 作業系統(OS)：管理平台的運作及做為 CPU 和其他硬體間的溝通介面。
3. Application：應用程式，包含一些控制協定。如：Multi-hop Routing 及 Clustering。

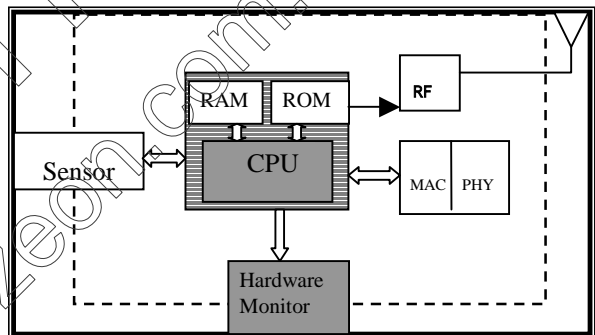
4. 802.15.4 MAC：網路的 MAC 部份。
5. Wireless PHY：網路的實體層部分。
6. Movement Mechanism：平台移動的機械裝置。
7. Hardware Monitor：硬體監測裝置，可以收集平台執行時的各項指令及資料資訊。



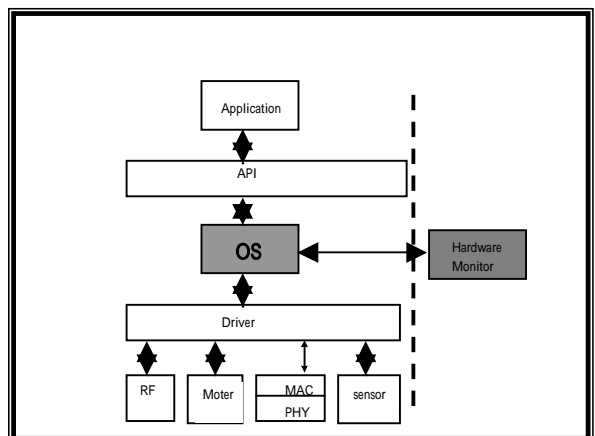
圖一：無線感測網路平台架構圖

本子計畫「無線感測網路微系統程式與發展系統之研製」，預定於三年內完成 CPU OS 及 Hardware Monitor 等三個模組。

圖二及圖三為本計畫規劃之無線感測網路的硬體架構圖與系統控制架構圖。



圖二：無線感測網路硬體架構圖



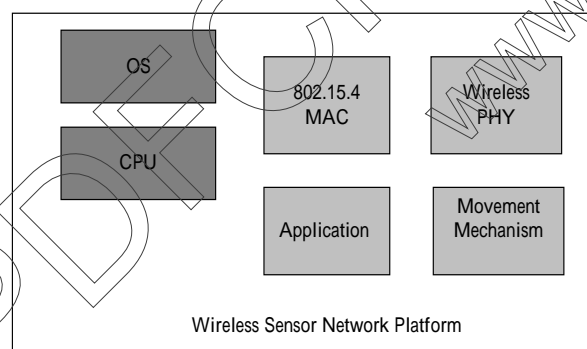
圖三：無線感測網路系統控制架構圖

Applications 經由 OS 所提供的 API

介面與 OS 進行溝通。資料及指令經過 CPU 處理後,由 OS 經過 Driver 來控制 802.15.4 MAC、Wireless PHY、Sensor、Movement Mechanism Motor 以及 RF 傳輸的運作。Hardware Monitor 則屬於系統外的架構,從外部來觀測系統內部的運作,經由連接平台上的匯流排,得知整個平台運作的情形。

四、計畫成果自評

本子計畫的目標放在建立起無線感測網路平台的 CPU 及 OS 的部份,並和其他子計畫完成規格上的協調及傳輸介面的定義。圖四為我們在第一年度執行中已完成規劃之無線感測網路平台圖。在計畫第一年度,因為各個子計畫都還在執行,所以為了測試上的便利性,我們在 802.15.4 MAC、Wireless PHY、Movement Mechanism 及 Application 部份,都先採用其他市面上已有較簡易或類似功能的模組替代,如:Wireless PHY 可先用紅外線模組替代。待其他子計畫完成該模組後,再替換為預定功能之模組,而對於這四個部份我們著淺色表示之。Hardware Monitor 在我們第一年度還未開始實作,所以在圖中並無顯示出來。第一年度我們著手 CPU 以及 Embedded OS 的選擇及評估,在選定之後,目前仍在學習 CPU 以及 OS 等相關部份,這部份我們則在圖四中用著深色來代表。



圖四：已完成規劃之無線感測網路平台圖

以下本計畫第一年度執行中所完成之工作：

1. 定義無線感測網路平台的作業系統及硬體相關規格以提供其他子計劃開發

發展平台及相關週邊。包含了評估相關硬體,確定硬體及 CPU。

2. 學習 TinyOS 及硬體電路相關知識
3. 學習 Hardware Monitor 相關知識
4. 利用前面學習結果,著手開始設計無線感測網路平台 CPU 及作業系統

本子計畫目前所完成之工作項目及進度,符合總計畫及本子計畫預計之目標。為了與其他子計畫結合,完成總計畫所規劃之成果,本子計畫亦規劃了第二年度及第三年度之預計工作目標：

第二年度預計工作項目：

1. 完成電路版雛型之測試實驗平台,並做基本系統量測。
2. 撰寫 OS 雛型,以及設計函式庫及 API 以提供上層呼叫介面的定義。
3. 撰寫 Driver 以控制下層傳輸介面。
4. 與其他子計畫的雛形進行整合。

第三年度預計工作項目：

1. 完成無線感測網路平台和上層軟體與下層硬體電路的整合。
2. 完成各個子計劃之整合及測試。
3. 完成 Hardware Monitor,並進行系統實際操作,以評估效能並進行所有模組的改進。

五、參考文獻

- [1] Akyiliz I.F., Weilian Su, Sankarasubramaniam Y., Cayirci E.,“A survey on sensor networks,” *IEEE Communications Magazine*, vol.40 no.8, pp.102-114, Aug. 2002.
- [2] W. Heinzelman *et al.*, Template for Wireless Sensor Network, available at <http://www-mtl.mit.edu/research/icsystems/uamps>
- [3] Mani B. Srivastava *et al.*, Template for Network & Embedded System, available at <http://nesl.ee.ucla.edu>
- [4] K. Bult *et al.*, Template for Wireless Integrated Network Sensors, available at <http://www.janet.ucla.edu/WINS>
- [5] David Culler *et al.*, Template for Wireless Sensor Network of TinyOS, available at <http://webs.cs.berkeley.edu>
- [6] Paul Nikolich *et al.*, Template for IEEE 802 parts, available at <http://www.ieee802.org>
- [7] Pat Kinney *et al.*, Template for IEEE 802.15.4 LR-WPAN, available at <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4>
- [8] Bruno Sinopoli, Courtney Sharp, Luca Schenato, Shawn Schaffert, S. Shankar Sastry, “Distributed Control Applications Within Sensor Networks”, *Proceedings of The IEEE*, Vol.91, No.8, Aug, 2003.
- [9] 吳健豪, 尹華強, 許獻聰, “感測網路的技術與進展”, 通訊雜誌, Vol116, Sep, 2003.