

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

病理遙測系統與生醫感測晶片--子計畫六：病理遙測 BNP 心臟衰竭即時檢測平台(1/3) 期中進度報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2220-E-002-016-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

計畫主持人：黃寶儀
共同主持人：周迺寬

處理方式：期中報告不提供公開查詢

中華民國 96 年 05 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

病理遙測 BNP 心臟衰竭即時檢測平台(1/3)

BNP-Based Heart Failure Detection Platform(1/3)

計畫編號：NSC 95-2220-E-002-016

執行期間：95 年 8 月 1 日 至 96 年 7 月 31 日 (第一年)

執行單位：國立台灣大學電機工程學系暨電信工程研究所

計畫主持人：黃寶儀 計畫共同主持人：周迺寬

計畫參與人：劉承榮、吳瑞傑、蔡明倉、蕭俊杰、陳星豪、吳意曦

中文摘要

本計畫的目標在建立一個 Programmable 的異質系統軟體開發平台，並結合模擬與實際醫療情境，來建置一個高擴充性之測試與評估平台。進而從測試與評估的經驗中，歸納出針對醫療應用軟體上可行的傳輸與省電機制，以期達到系統可靠與節電性最佳化的目的。本子計畫將逐年完成應用導向最佳化工作中的四大重點：(一) 軟體開發平台建立 (二) 模擬與實際 BNP 心臟衰竭即時檢測平台建立 (三) 軟體最佳化 (四) 硬體最佳化。第一年的工作重點在於軟體開發平台與模擬情境測試評估平台的建立。在 (一) 軟體開發平台建立方面，我們採用市面上販售之無線網路節點與可穿戴式生理參數感測器。兩個模組在整合之後，配合本團隊自行編寫的信號分析與傳輸程式，可以達到連續無線生理參數追蹤數日的目標。未來在節電性上最佳化是第二年度的主要目標。在 (二) 模擬與實際 BNP 心臟衰竭即時檢測平台建立方面，我們就地取材利用台大電機系博理館六樓的空間來模擬醫院環境。將原本似乎冰冷、無知覺的大樓，搖身一變成一個配置有超過 30 個感測器節點之感測網路的智慧型醫護空間。實驗結果發現可穿戴式感測器量測到的資料大多可經由博理館六樓之感測網路傳輸到資料庫端。整體感測資料收集的可靠性與續航性將是我們第二年努力的目標。這一年來佈建的經驗也讓我們重新檢視諸如生產成本、尺寸大小、部署、資料通訊及能源效率等技術性問題之嚴重性。

Abstract

This project is part of a larger-scale integrated project on the development of wireless bio-sensing SoC for remote monitoring. The main function is to establish and optimize the BNP, B-type natriuretic peptide, remote monitoring and real-time heart failure detection system. We start with the design of a flexible and programmable hardware/software co-design platform. Through the in-lab test beds established over the 1st year, we are able to evaluate realistically the reliability and energy efficiency of the system. (1) With regards to the bio-sensor node, we have achieved in integrating the bio-sensor module and the MSP430+CC2420-based sensor node. The bio-sensor node can measure heart rate, skin temperature, and skin conductivity. (2) On the test-bed establishment side, we have also successfully deployed 30+ nodes for the purpose of sensor data relaying in our department building. We have observed so far that the energy efficiency of the mobile bio-sensor node and the reliability of the sensor network acceptable for experimental purpose (i.e., continuous operation for a couple days). Our emphasis next year, as planned, will be to optimize the energy efficiency and data reliability of the overall system.

一、目錄

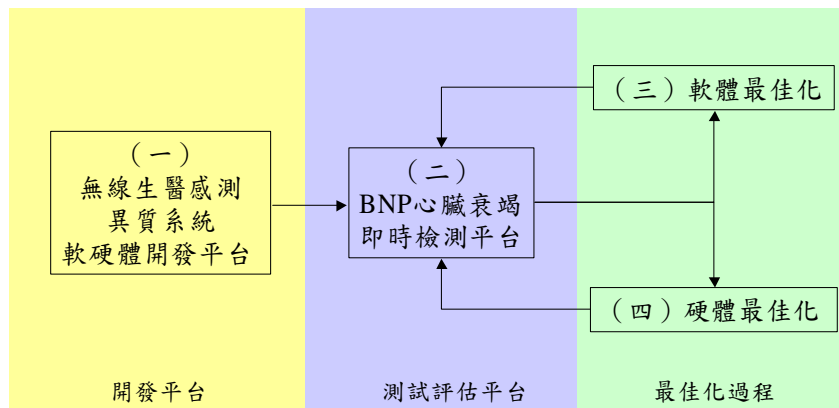
中文摘要	1
英文摘要	1
一、目錄	2
二、報告內容	3
1. 簡介與計畫背景	3
2. 可穿戴式生理參數感測器	4
3. 生理信號處理軟體	5
4. 感測網路建置與實驗	6
5. 平台佈建實作經驗	7
三、成果自評與展望	8
四、參考文獻	8

二、報告內容

1. 簡介與計畫背景

本計畫為NSoC病理遙測系統與生醫感測晶片總計畫下之子計畫，目標為提供一個無線生醫感測異質系統軟硬體開發與評估平台，透過初期模擬情境與後期真實醫療環境實作，來驗證子計畫一、二、三、四所開發的元件與整合晶片使用之效能，並針對實際心臟衰竭即時檢測需要最佳化。最佳化後之系統結合子計畫五所開發的感測網路傳輸技術，將形成一個高效能個人化病理遙測系統平台。在此個人化病理遙測系統平台中，除了被動的醫院病人BNP(B型腦排鈉利尿(1)肽, B-type natriuretic peptide) 監控外，還可以快速檢測心臟衰竭，提供大規模的心臟疾病篩檢，及早發現潛藏的發病徵兆減少許多意外的發生。

長期生理訊號追蹤與警訊將是未來無線生醫感測晶片的重點應用，研發走向勢必朝可植入式與可穿戴式系統發展。無線化與微小化的必要性無庸置疑，也是本整合計劃的研發重點。以目前



電池的電容量與體積比來看，未來即使無線生醫感測系統晶片化不成問題，電池的體積將成為整體系統無法有效微小化的癥結。也就是說，要真正落實微小化的目的，整體系統的節電性將是研發上的重大挑戰。如何將軟硬體根據實際應用上的需要最佳化，將耗電量降到最低。這是目前在無線感測系統研發中，十分受矚目的課題之一。本子計畫希望能建立一個 Programmable 的異質系統軟硬體開發平台，並結合模擬與實際醫療情境，來建置一個高擴充性之測試與評估平台。進而從測試與評估的經驗中，歸納出軟硬體上可行的省電機制，以期達到系統節電性最佳化的目的。

本子計畫將逐年完成應用導向最佳化工作中的四大重點：(一)軟硬體開發平台建立(二)模擬與實際BNP心臟衰竭即時檢測平台建立(三)軟體最佳化(四)硬體最佳化。四大重點關係如上圖所示。第一年的工作重點在於軟硬體開發平台與模擬情境測試評估平台的建立。

此外，近來全世界有許多關於無線感測網路的團隊不斷在傳輸理論與技術上發表研究成果，早在1999-2000年間，諸如Berkeley WEBS及UCLA CENS等研究實驗室便已開始進行研究計畫，開啟相關軟體/硬體平台之發展。美國國家科學基金會(NSF)於2003年開始於感測器及感測器網路領域徵求研究提案。感測器網路於軍事應用上之潛力，亦激勵了美國國防部高等研究計劃局(DARPA)有關於感測器及感測器網路之研究計畫。

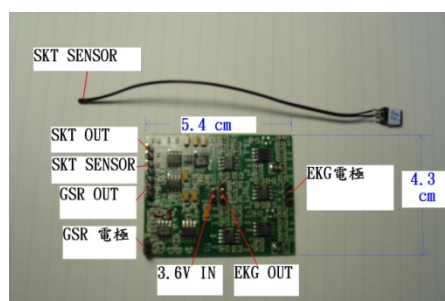
現在已是2007年，經過8年的感測網路研究與發展後，我們目前可以看到實體的感測網路仍然十分稀少，只有零星幾個拿來短期實驗用之感測網路的報導[1][2][3]。長期、日常使用之部署仍然缺乏。我們不禁存疑，是因為感測網路之部署太過困難、還是根本不可行？一方面我們希望

能找到這個問題的解答，另一方面結合本計畫即時檢測平台建立的需要，我們在國立台灣大學總校區內的一座大學校區建築—電機工程博理館（Barry Lam, BL, Hall）中，部署一超過30個節點之無線感測器網路。看來似乎冰冷的水泥建築—博理館，被轉變成一座智慧型醫護空間[4]。

在這個感測網路中我們提供諸如心跳、體溫、體表導電度等生理參數之長期監控。欲支援這項服務，需完成三項工作：硬體、感測器信號處理、以及感測網路傳輸。（一）硬體是最為重要之構成要素。我們採用市面上販售之無線網路節點[5]與可穿戴式生理參數感測器。量測的參數包括皮膚溫度(skin temperature)、皮膚導電度(skin conductance)及心電圖(ECG)。（二）兩個模組在整合之後，配合本團隊自行編寫用來從心電圖中擷取心跳的 median filter 信號分析程式，可以達到連續無線生理參數追蹤數日的目標。（三）感測網路中的每一個節點上都執行 Magnetic Diffusion [6]。Magnetic Diffusion (MD)是一個由本團隊自行研發的路由協定，透過它，由穿戴式生理感測器傳出的感測資料，可傳遞並收集至資料庫端。

2. 可穿戴式生理參數感測器

生理訊號感測器可感測皮膚溫度(skin temperature)、皮膚導電度(skin conductance)及心電圖(ECG)。主要的硬體分為「感測電路模組」(圖 1)及「無線訊號處理模組」(圖 2)。「感測電路模組」將欲感測之生理資訊經由前置的電路放大處理，轉換成相對應的電壓輸出。其所輸出的電壓訊號經過類比數位轉換器(ADC)轉換成數位訊號。「無線訊號處理模組」上的軟體將這些數位訊號轉換為有意義的資訊(例如溫度，心跳等)，再經由無線感測網路傳送到電腦主機。除了主要的感測及訊號處理模組之外，我們設計的感測器尚包含有可充電電池、充電器、腕帶式手套等便於使用之週邊(圖 3, 4)。



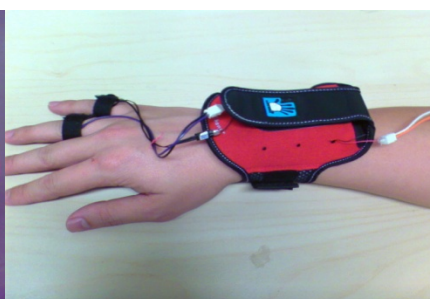
(1) 生理感測模組



(2) 無線傳輸模組



(3) 封裝零件

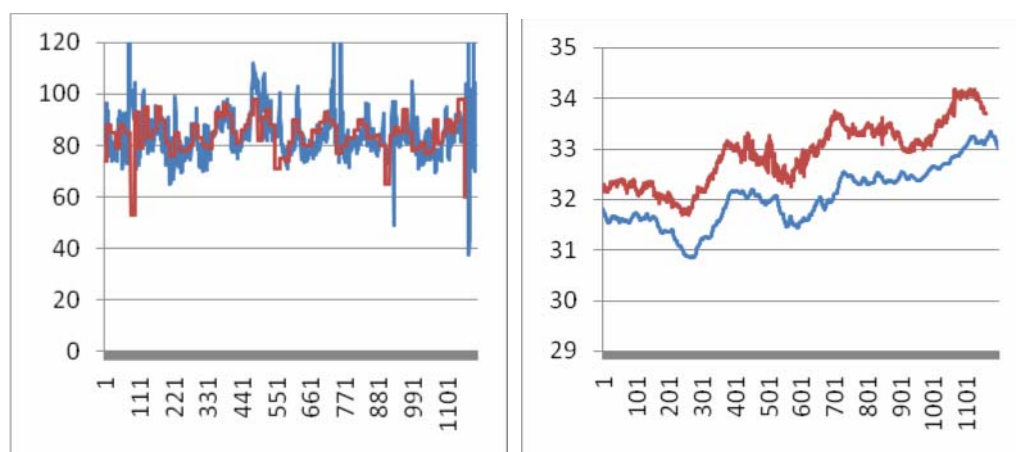


(4) 穿戴示範

3. 生理信號處理軟體

經由類比數位轉換器(ADC)所得到的訊號是一連串的相對電壓數值。這些數值必需經過處理，才能轉換為有意義的可讀資訊。皮膚溫度(skin temperature)及皮膚導電度(skin conductance)的轉換只需經過對照表(table mapping)，將電壓轉換成溫度或電阻值，處理過程相對簡單。至於心電圖(ECG)部份，一般做法是把心電圖所有的原始資料傳送到電腦主機，再由電腦主機計算出心跳等有用的資訊。然而這種做法會大大增加無線傳輸的資料量，嚴重影響電池的使用時間。為了克服這個問題，我們選擇利用無線感測器上的微處理器計算出心跳，以減少無線資料傳輸量。經研究過數種不同的心跳計算方法，我們選擇利用中位數濾波(median filter)將心電圖的波峰找出來，再計算出兩個波峰之間的時間間隔，進而算出心跳。數位訊號處理需耗費大量的 CPU 運算，因此最大問題便在於微處理器有限的運算能力(8MHz, 10K RAM 的微處理器相比於 1GHz, 512MB RAM 以上的個人電腦)是否能在有效的時間內完成運算工作。經過多次嘗試，我們最後使用線性時間排序(linear time sorting)中的計數排序法(counting sort)，同時大量減少不必要的運算，解決此問題。

為了驗證此感測器的準確度及可靠度，我們利用受認可的市售生理回饋系統與我們的感測器進行比對。我們所使用的生理回饋系統為美商 J&J ENGINEERING(<http://www.jjengineering.com/>)所生產。此系統可量測皮膚溫度(skin temperature)、皮膚導電度(skin conductance)，心電圖(ECG)，腦波(EEG)，呼吸等生理訊號。將兩組同樣的感測器配戴於同一個受測者身上，記錄 20 分鐘的資料，然後比較兩者之間的差異。



(5) 心跳對照

(6) 體溫對照

以上圖 5 為心跳、圖 6 為皮膚溫度之數據比較。X 軸為時間(秒)，Y 軸為讀值。其中紅色為感測器、藍色為市售生理回饋系統的量測結果。由上圖可看出我們的感測器與市售產品的量測結果相近似。

除了與市售產品相比較之外，我們同時也與新竹教育大學音樂教育系合作，將此感測器配戴於國小學童身上，研究音樂及放鬆訓練是否有助於減輕國小學童考試前焦慮。目前已有 120 人次的實際使用實驗。於實驗過程中，我們亦多次修改感測器的整體設計，增加耐用度，以符合不同年齡層使用者的需求。

4. 感測網路建置與實驗

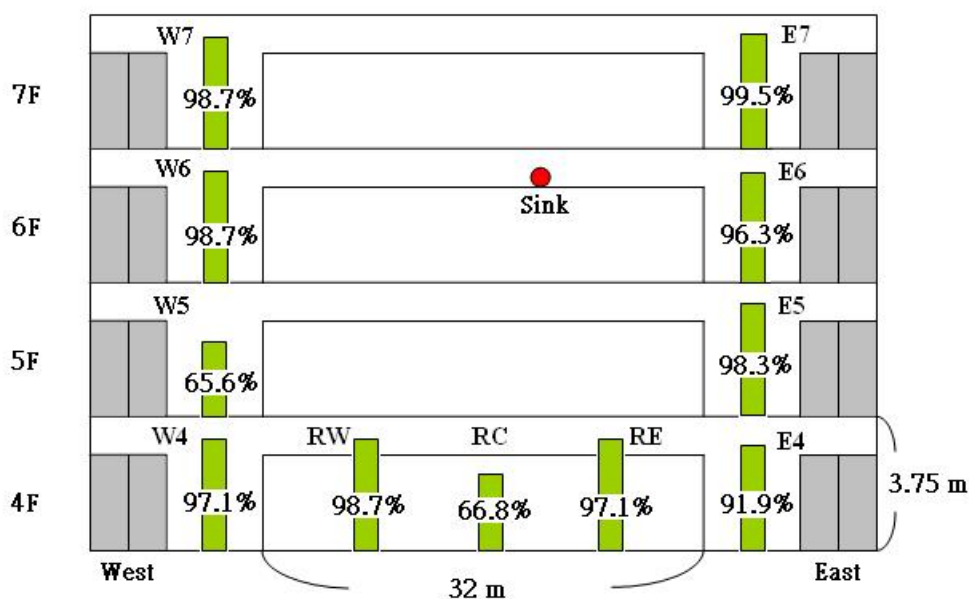
博理館中之無線感測器網路是由 Source、Relay 及 Sink 等節點所構成。欲將資料透過此網路送回彙集節點，我們採用 Magnetic Diffusion 路由協定。在 Magnetic Diffusion 路由協定中，匯聚節點之功能如同磁鐵般傳播磁荷以建立磁場，在磁場的影響下，感測器資料就如同鐵釘般被吸引至匯聚節點。磁場之建立方式是在位於匯聚節點範圍內之感測器節點上設定磁荷，而磁荷之強度是由至匯聚節點之 hop 數來決定。匯聚節點會定期廣播 interest，並於其他 source 及 relay 節點上建構磁場，當 source 節點（即生理參數感測節點）要送感測資訊至資料庫端，該資料會由低磁荷節點傳送至高磁荷節點，最後會抵達擁有最高磁荷之匯聚節點。

為評估系統效能，我們利用在博理館建置初期完成的電梯監測應用[4]。於二部電梯中各部署一個配備加速度計之感測器節點，並部署 14 個 Telos 來建構感測器網路。在電梯附近的節點，在每次電梯到達時，會傳送資料二次，以增加可達率。我們的部署涵蓋包括四樓到七樓之四個樓層，圖 7 中顯示博理館中節點之放置位置。實驗進行的時間為二個小時，在這段時間中，我們將傳送至匯聚節點的訊息記錄下來。

二部電梯資料的可達性如表 1 所示。東電梯資料之可達性為 95%，大約比西電梯高%，這是由於在實驗期間，圖 7 中的二個節點，西五樓（W5）與中繼中心（RC）電源耗盡的關係。如果沒有故障節點的話，西電梯資料之可達性，應該與東電梯相似。

(表 1) 電梯資訊之可達性

節點 ID	傳送封包數	接收封包數	可達性
東電梯	60	57	95%
西電梯	56	50	89.2857%



(7) 個別節點之資料接收率。

5. 平台佈建實作經驗

生理感測器節點的製作花費約 8 個月的時間，與感測器網路協定之實作同步進行，感測網路的實作花了約 3 個月多一點的時間，部署、測試與除錯是最費時的部分，大約耗費剩下的所有時間（6 個月）。我們在製造、硬體的選擇、節點放置、資料傳輸、及可用性方面，學到許多寶貴的經驗。

製造費用 穿戴式生理感測器製作需約新台幣 5 萬元，建構此一超過 30 個節點的感測器網路花費約台幣 20 萬元，每一節點之元件成本約為台幣 3000 元，其他為配線與 gateway 的花費。這比全球所有製造者的目錄表價都來得低。若有需要，這些生理感測器與無線感測網路節點可大量生產並自動組裝，價格預估可壓到更低。我們也因此認為，成本應該不會是未來將感測器網路產品商業化的瓶頸。

硬體平台之選擇 建築物中感測器節點之部署與建築物之結構與建築材質有密切關連。在工廠式建築中，因空間較為開放且連續，部署較為容易。而在辦公室或公寓式建築中，地板、天花板、牆壁則以相對高許多之密度構建。博理館是一棟混和式建築，在四樓（含）以上有開放式空間，因此一個小型的約 20 個節點的感測器網路可以涵蓋整個四樓至 7 樓的樓板面積。在三樓（含）以下，是比較辦公室類型的建築方式，樓板是由結實的混凝土隔開，因此會阻隔由感測器節點所發出之低功率無線電訊號。這意味著，在現代辦公室建築中部署感測器網路，必須採用更為強有力之開道節點，如具備更高無線傳輸功率或甚至有線傳輸能力之節點。

節點之擺放位置 在部署感測器網路的過程中，我們曾數次改變中繼節點之配置位置。感測器節點最終被隱藏起來，或被放置在很高不易被看到或被移動的牆面上。主要是因為人類的好奇心有時會勝過榮譽感。有二次，我們發現感測器節點被拿走，第一次被拿走的感測器節點，經在被拿走處貼出告示後，順利找回來，而第二次則沒如此幸運。我們因此決定放置感測器節點的原則，不再是最高的覆蓋率，而是最高的安全性。

資料傳送率 感測器資料之傳送率約為 90%-95%，會因天候、建築物中可能產生衝突之無線電裝置之使用、及電池壽命而有所不同。在這三個因素中，瓶頸中繼節點的電池壽命，對資料傳送成功率的影響最大。對日常應用而言，為中繼節點佈一次線的成本，可能比經常更換電池的循環成本來得低。為求較佳之資料完整性與一致性，商業性的感測器網路中的基礎建設節點，較實際的连接方式應是由牆上之插座供應電源。換言之，對於有線基礎建設之感測器節點而言，能源效率不再是最重要的議題。然而，對移動式感測器節點而言，能源效率仍是一重要議題。

可用性 由智慧型辦公室的經驗，我們發現目前的生理參數節點尺寸太大，且配戴起來不是很舒服。電池快沒電時沒有警示，也是待解決的問題之一。大部分的志願參與者建議，最好是能有一

較薄、如悠遊卡大小，且具備充電能力與低電量警示功能的節點。大部分的志願參與者，在模擬病房移動時，都曾忘了攜帶配戴式感測器節點，這個問題可由將門禁功能加到配戴式節點上來解決。或許更嚴重的是隱私權的考量，我們亦觀察到，有少數的志願者在少數的情況下，故意將配戴式節點關掉，以隱瞞行蹤之事實。本系統如欲順暢運作，建築物之使用者與管理者皆須達成共識才可行。

三、成果自評與展望

在採購完台幣 25 萬元的材料與設備，配置 6 位研究生的人力，並經過 10 個月的時間後，我們完成了，一套包含 30 多個節點、並可提供長期生理參數追蹤服務的無線感測網路。基於我們的經驗，我們重新探討諸如製造成本、部署、通訊、能源效率與可用性等技术議題。整體來看已完成第一年規劃之（一）軟硬體開發平台建立與（二）模擬與實際 BNP 心臟衰竭即時檢測平台建立等工作。

我們認為克服這些技術難題很重要，然而目前之瓶頸在於我們辨識需求的能力，及對於使用感測器之經驗。沒有人比使用者更懂得實際的需求是什麼，而沒有實際的部署與實驗，提議之方案可能永遠不切實際。在經過多年對於感測器網路 R&D 發展之觀察後，我們覺得感測器網路技術之所以無法更上層樓及商業化的原因，在於缺乏行動與經驗分享。

可穿戴式生理參數感測器目前可以連續無線生理參數追蹤數日。節電性上最佳化是第二年度的主要目標。我們就地取材利用台大電機系博理館六樓的空間來模擬醫院環境。實驗結果發現大多生理參數資料可經由這個感測網路傳輸到資料庫端。整體感測資料收集的可靠性與續航性將是我們第二年努力的目標。

四、參考文獻

- [1] Gilman Tolle, Joseph Polastre, Robert Szewczyk, Neil Turner, Kevin Tu, Stephen Burgess, David Gay, Phil Buonadonna, Wei Hong, Todd Dawson, David Culler, "A Macroscopic in the Redwoods," *In Proceedings of the 3rd international Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2005)*, San Diego, California, USA, November, 2005.
- [2] Robert Adler, Phil Buonadonna, Jasmeet Chhabra, Mick Flanigan, Lakshman Krishnamurthy, Nandakishore Kushalnagar, Lama Nachman, Mark Yarvis, "Design and Deployment of Industrial Sensor Networks: Experiences from the North Sea and a Semiconductor Plant," *In Proceedings of the 3rd international Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2005)*, San Diego, California, USA, November, 2005.
- [3] Iuliu Vasilescu, Keith Kotay, Daniela Rus, Peter Corke, Matthew Dunbabin, "Data Collection, Storage and Retrieval with an Underwater Optical and Acoustical Sensor Network," *In Proceedings of the 3rd international Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2005)*, San Diego, California, USA, November, 2005.
- [4] Seng-Yong Lau, Ting-Hao Chang, Shu-Yu Hu, Hsing-Jung Huang, Lung-de Shyu, Chui-Ming Chiu, Polly Huang, "Sensor Networks for Everyday Use: The BL-Live Experience," *In*

- Proceedings of the IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing (SUTC 2006)*, Industrial Program, Taichung Taiwan, Jun. 2006
- [5] J. Polastre, R. Szewczyk, and D. Culler, "Telos: Enabling Ultra-Low Power Wireless Research," *In Proceedings of the Fourth International Symposium on Information Processing in Sensor Networks (IPSN), Special track on Platform Tools and Design Methods for Network Embedded Sensors (SPOTS)*, UCLA, Los Angeles, California, USA, April 2005.
- [6] Hsing-Jung Huang; Ting-Hao Chang; Shu-Yu Hu; Polly Huang, "Magnetic Diffusion: Scalability, Reliability, and QoS of Data Dissemination Mechanisms for Wireless Sensor Networks," *Computer Communications*, In Press, Mar. 2006
- [7] *Tsung-Han Lin, Ju-Peng Chen, Polly Huang*
Context-Aware Communication for Energy Efficient Wearable Systems
Submitted to IEEE Transaction on Mobile Computing (November 2006 submitted)
 (SCI, Impact factor: 3.034, 傑出期刊)
- [8] *Keng-Hao Chang, Tsung-Han Lin, Hao-hua Chu, Polly Huang*
Modeling and Simulation Comparison of Two Time Synchronization Protocols
 Submitted to IEEE Wireless Communications (February 2007 submitted)
 (SCI, Impact factor: 2.638, 優良期刊)
- [9] *Chuang-wen You, Polly Huang, Hao-hua Chu, Yi-Chao Chen, Ji-Rung Chiang, Seng-Yong Lau*
Sensor-Enhanced Mobility Prediction for Energy-Efficient Localization (Extended)
 Invited to Elsevier Ad Hoc Networks (February 2007 submitted)
 (SCI, Impact factor: N/A, 優良期刊)
- [10] *Chuang-wen You, Yi-Chao Chen, Hao-hua Chu, Polly Huang, Ji-Rung Chiang, Seng-Yong Lau*
Sensor-Enhanced Mobility Prediction for Energy-Efficient Localization
 In the proceedings of the 3rd Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks (SECON 2006), Reston VA, USA, September 2006
 (Acceptance Rate: 25.9%)
- [11] *Hsing-Hau Chen, Polly Huang, Chia-Hui Chen, Heng-Shuen Chen, Jer-Junn Luh*
Sensor Data Fusion for Timely Emergency Alarm
 In the proceedings of the 8th International Conference on E-Health Networking Applications and Services (Healthcom 2006), New Delhi, India, August 2006
- [12] *Keng-hao Chang, Shih-yen Liu, Hao-hua Chu, Jane Hsu, Cheryl Chen, Tung-yun Lin, Polly Huang*
The Diet-Aware Dining Table: Observing Dietary Behaviors over a Tabletop Surface
 In the proceedings of the 4th International conference on Pervasive Computing (Pervasive 2006), Dublin Ireland, May 2006 (Acceptance Rate: 13%)
- [13] *Tsung-Han Lin, Polly Huang, Hao-Hua Chu, Hsing-Hau Chen, Ju-Peng Chen*
Enabling Energy-Efficient and Quality Localization Services
 In the proceedings of the 4th IEEE International Conference on Pervasive Computing and

Communications (PerCom 2006), Work in Progress Session, Pisa Italy, March 2006 (Acceptance Rate: ~30%)

[14] *Hsing-Jung Huang; Ting-Hao Chang; Shu-Yu Hu; Polly Huang*

Magnetic Diffusion: Disseminating Mission-Critical Data for Dynamic Sensor Networks

In the proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM 2005), Montreal, Qc. Canada, October 10-13, 2005 (Acceptance Rate: 21.8%)

[15] *Yi-Chao Chen, Ji-Rung Chiang, Hao-hua Chu, Polly Huang, Arvin Wen Tsui*

Sensor-Assisted Wi-Fi Indoor Location System for Adapting to Environmental Dynamics

In the proceedings of the 8th ACM/IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM 2005), Montreal, Qc. Canada, October 10-13, 2005 (Acceptance Rate: 21.8%)

[16] *Meng-Che Teng, Ju-Peng Chen, Tsung-Han Lin, Chia-Li Huang, Polly Huang, Chia-Hui Chen, Heng-Shuen Chen*

Emergency Alarm System: Prototype and Experience

In the proceedings of the 7th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry (Healthcom 05), Busan, Korea, June 2005

[17] *Tsung-Han Lin, Polly Huang*

Sensor Data Aggregation for Resource Inventory Applications

In the Proceedings of the IEEE Wireless Communications & Networking Conference 2005 (WCNC), New Orleans, LA USA, 13-17 March 2005