



RFID三維空間定位演算法

柯千禾 副教授

國立屏東科技大學 土木工程系
分機：7189 ko@mail.npust.edu.tw

一、先前技術

在21世紀的今日，無線通訊技術廣泛應用於日常生活之中，帶給我們非常大的便利性，無線技術除通訊外，另一可加以利用的是定位技術，常用的定位技術包含GPS、Cell ID、紅外線、IEEE 802.11、超音波、超寬頻、Zig Bee與無線射頻辨識(RFID; Radio Frequency Identification)等。GPS雖可精準定位且成本低廉，但該技術適用於戶外定位；Cell ID與超寬頻適合大範圍的地區定位；紅外線易受干擾且建構成本高；IEEE 802.11與Zig Bee的定位效果不及預期；超音波系統建置成本高。

RFID無線識別標籤是一種非接觸式自動識別系統，它是利用無線電波來傳送識別資料，一組射頻識別系統由標籤與讀寫器組成，標籤上裝有電路，讀寫器從一段距離外間歇發射能量給標籤讀寫器交換訊息，標籤基本上是在一塊矽晶片上加裝簡單的天線，然後以玻璃或塑膠組件封裝而成。

RFID室內定位系統是由HighTower與Borriello於2001年提出，該研究發展SpotON定位系統驗證RFID於室內定位之可行性，在SpotON的方法中，未知物件的定位並沒有經過系統中央控管的過程，而是由其他硬體規格相同的感測點，以分散式計算的方式來完成，這些分散在感測環境之中的感測點會將其接收訊號強度(RSSI)資料集合並回報，最後以定位演算法計算出未知物件的預測位置。

RFID天線定位則適用於室內且建置成本低，但三維空間若僅採用單一RFID天線進行定位，所獲得的定位目標位置為一球面，若增加一個RFID天線，可將定位目標位置侷限於兩個球面的交集，即為一個圓弧線，依據無線感測網路增加第三個天線，將會與此一圓弧有兩個交點，此兩點代表定位目標的兩個可能位置，為求得合理解，一般需要4個天線。

如圖1示，該定位概念至少需要三個訊號發射塔且發射塔位置已知，假設每個節點所發出的信號為圖中圓圈所涵蓋的範圍，訊號發射塔的座標分別為 $(X=0, Y=0)$ 、 $(X=1, Y=0)$ 與 $(X=3, Y=0)$ ，三個節點涵蓋範圍為 r_1 、 r_2 與 r_3 ，利用三個節點所交叉範圍即可計算出未知物位置，若將此概念運用於四個以上訊號發射塔則稱為Multilateration。

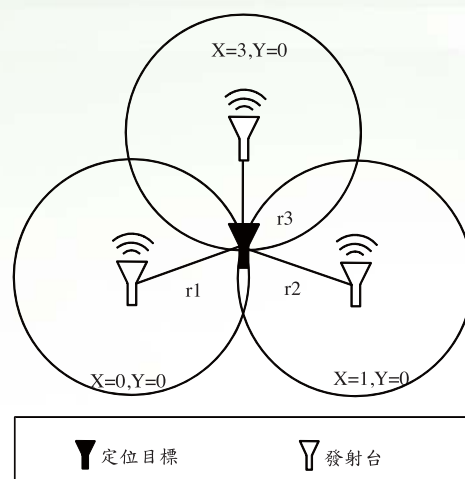


圖1. Trilateration定位示意

二、發明內容

本發明之目的在於提供一種RFID標籤定位演算法，可應用於二維或三維空間。

本發明的演算法，是先在一含有目標標籤的定位空間內佈設 m 個參考標籤及 k 個天線，接著量取第 k 天線和該些已知位置之參考標籤之RSSI值，再依據第 k 天線之RSSI值和該些參考標籤距離製作RSSI值-距離的無線訊號衰減曲線圖。

接著，以天線 k 和量測目標標籤之RSSI值，再根據該天線 k 之無線訊號衰減曲線圖以計算天線 k 和量測目標標籤之距離，隨後，量測所有天線和量測目標標籤之距離，

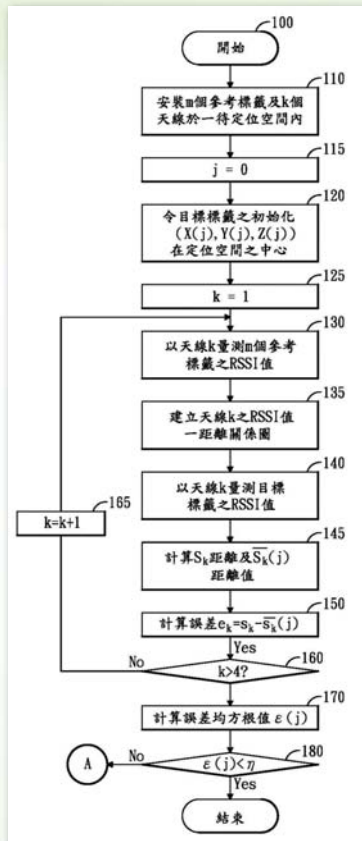
為進行迭代修正，首先假設目標標籤之初始座標值。次計算天線 k 和目標標籤之距離，再計算所有天線與目標標籤之均方根誤差(Root Mean Square Error, RMSE)。若均方根誤差小於預設值就結束，否則進行迭代修正，該迭代修正，為運用初始座標值局部梯度、初始座標與調整率運算求得。

接著，再計算所有天線與目標標籤之均方根誤差(Root Mean Square Error, RMSE)。若均方根誤差小於預設值就結束，否則持續進行迭代修正。

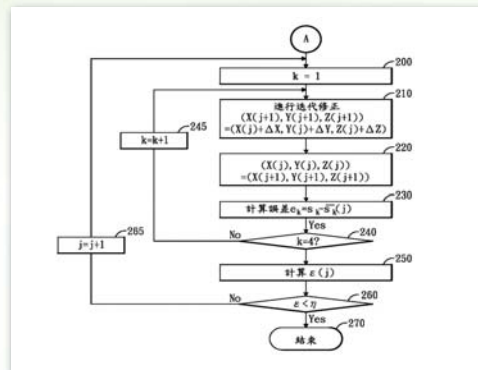


三、實施方式

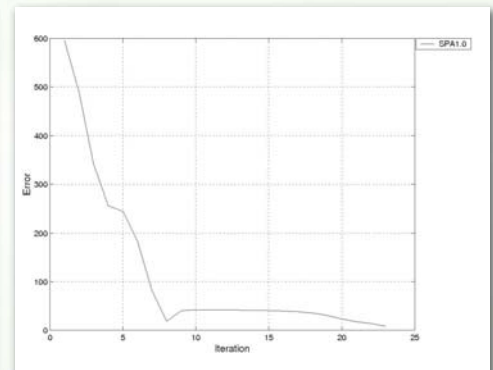
RFID讀寫器包含一天線，可用以讀取RFID標籤之無線電接受訊號強度(以下簡稱RSSI)，藉由RSSI可推算出距離，但RFID目標標籤的位置仍然未知。因此，一如先前技藝所述，要獲取位置，至少要三個天線(但仍會有兩個可能位置)，為求得合理解，本發明運用第四個天線，求得三維空間中定位目標的唯一位置，本發明之方法稱為空間定位演算法。請參考圖2所示之流程圖。



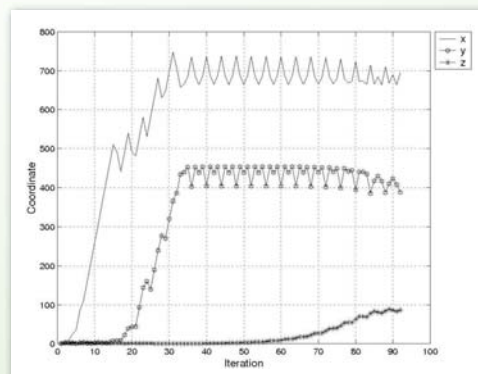
▲ 圖2. 空間定位演算法流程圖



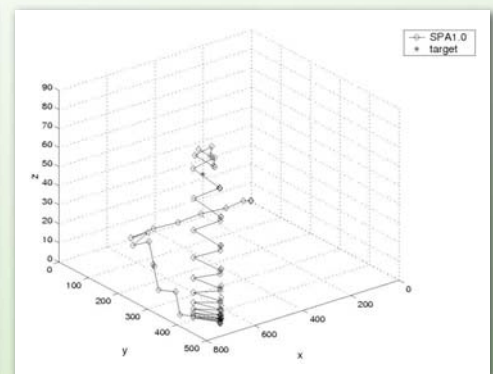
▲ 圖2. 空間定位演算法流程圖(續)



▲ 圖4. 誤差收斂趨勢



▲ 圖3. 搜尋趨勢



▲ 圖5. 收斂軌跡

四、案例驗證

為了驗證上述空間定位演算之可行性，本發明以實際案例模擬演算流程，所採用的定位空間大小為長926cm寬535cm高211cm，目標標籤實際位置為(694 cm, 400 cm, 75 cm)。

首先，將初始位置座標設定為(1,1,1)，空間定位演算法搜尋趨勢如圖3所示，圖3中x, y, z代表於蒐尋過程中數值之分布，參數 $\alpha_x = \alpha_y = \alpha_z = 5 \times 10^{-5}$ ，由圖中觀察得知，因為初始位置x和y軸距離目標標籤較遠，所以收斂過程為先趨近目標標籤的x與y軸，待x與y軸穩定後，開始收斂z軸，收斂過程的誤差趨勢如圖4所示，圖4中證明陡降梯度法可成功應用於空間定位，三維空間位置之變化如圖4所示，於空間定位過程中初始點逐步趨近目標標籤位置。圖5所示為收斂軌跡的示意圖。

【致謝】本發明為國科會補助計畫研究成果，計畫編號NSC 99-2622-E-020-006-CC3，特此申謝。

參考文獻

1. J. Yagi, E. Arai, T. Arai, Parts and packets unification radio frequency identification (RFID) application for construction, *Automation in Construction* 14(4) (2005) 477-490.
2. D. Grau, C.H. Caldas, C.T. Haas, P.M. Goodrum, J. Gong, Assessing the impact of materials tracking technologies on construction craft productivity, *Automation in Construction* 18(7) (2009) 903-911.
3. V.D. Hunt, A. Puglia, and M. Puglia, *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*, Wiley-Interscience, 2007.
4. J. Fontelera, RFID exploration, *Converting Magazine* (2005) 23(9) 28-32.
5. C.H. Ko, RFID-based building maintenance system, *Automation in Construction* 18(3) (2009) 275-284.
6. E.J. Jaselskis, T. El-Misalami, Implementing Radio Frequency Identification in the Construction Process, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE 129(6) (2003) 680-688.
7. E.J. Jaselskis, M.R. Anderson, and C.T. Jähren, Radio-Frequency Identification Applications in Construction Industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE 121(2) (1995) 189-196.
8. H.S. Kim, S.Y. Sohn, Cost of ownership model for the RFID logistics system applicable to u-city, *European Journal of Operational Research* (2009) 194(2) 406-417.
9. S. Véronneau and J. Roy, RFID benefits, costs, and possibilities: The economical analysis of RFID deployment in a cruise corporation global service supply chain, *International Journal of Production Economics* 122 (2) (2009) 692-702.
10. A. Ustundag, M. Tanyas, The impacts of Radio Frequency Identification (RFID) technology on supply chain costs, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 45(1) (2009) 29-38.
11. A. Möbius, D. Elbick, E.R. Weidlich, K. Feldmann, F. Schübler, J. Borris, M. Thomas, A. Zänker, C.P. Klages, Plasma-printing and galvanic metallization hand in hand—A new technology for the cost-efficient manufacture of flexible printed circuits, *Electrochimica Acta* 54(9) (2009) 2473-2477.