

無線感測網路之路由協定效能分析

Performance Analysis of Routing Protocol over Wireless Sensor Networks

陳文銘, 黃文祥*, 林政翰
Wen-Ming Cheng, Wen-Shyang Hwang*, Cheng-Han Lin
國立高雄應用科技大學 電機系
wshwang@cc.kuas.edu.tw*

蘇暉凱
Hui-Kai Su
國立虎尾科技大學 電機系

摘要

現今的無線感測網路(Wireless Sensor Network, WSN)已被廣泛應用在生活中的技術產業, 包括醫療上健康照護、安全上保全監控、產業中的環境感測、工業上機具操控等等, 由於在無線感測網路中的節點必須要定期將所監測到的資訊進行回傳, 因此提高傳輸效能是相當重要的議題。本論文針對無線感測網路中的路由傳輸協定提出相關分析, 分別依據無線感測網路中的傳輸封包大小與節點移動速度來進行相關模擬分析。本論文的模擬實驗是經由 NS2 網路模擬工具來進行分析, 在實驗中使用現今廣為使用的 DSDV、DSR、AODV 等路由技術進行效能比較, 進而提出最適合的路由技術與網路傳輸設定。

關鍵詞：無線感測網路、DSDV、DSR、AODV。

1. 前言

現今的無線感測網路是生活中普遍使用的技術產業, 舉凡醫療上健康照護、安全上保全監控、產業中的環境感測、工業上機具操控等, 皆有運用到感測網路來進行使用。在無線感測網路中, IEEE802.15.4 標準技術是最常被使用在無人環境進行監測的工作, 其原因主要是 IEEE802.15.4 本身在傳輸上具有多種頻段(868、915、2450MHZ)、較小的資料封包規格和較低的傳輸功率(20、40、100、250 kbps).....等等, 而在組成網路上則是使用可進行移動的網路拓撲(star、tree、peer-to-peer), 在應用無線感測的應用環境上, 是較合適的標準協定。

在無線感測網路組成上主要分為兩種類別裝置, 分別是全功能(Full-function device)裝置和半功能裝置(Reduce-function device), 全功能裝置可應用在任何的網路拓撲上, 同時具有協調其他裝置的功能, 甚至是當作整個網路上的協調者(PAN Coordinator), 而半功能裝置則是功能較為簡單, 只具有回傳功能, 主要作用在於擷取環境資訊。

在無線感測網路中進行資料的傳送時, 資料需要透過路由節點當做轉傳的中繼點, 最後才能被傳送至目的端, 在傳送的過程中, 除了無線網路本身環境會影響傳輸的效能之外, 封包的大小和節點的移動也會影響到傳輸效能, 因此本論文希望透過網路環境參數與路由技術的設定, 加以分析無線感測網路上的傳輸效能與路由延遲時間所造成的影響, 進而提出最適合的路由技術與網路傳輸設定。

本篇論文的章節安排如下, 第二章介紹相關的背景知識, 包含無線感測網路所使用的 IEEE 802.15.4 標準技術, 另外也將針對三個路由協定(DSR[1]、AODV[2]、DSDV[3])做詳細的規格特性介紹。在第三段模擬與結果的部分, 針對本篇論文所探討的封包大小與節點的移動分析, 利用 DSDV、DSR、AODV 三個路由協定, 進行模擬分析, 並分析實驗結果。最後提出本論文之結論與未來可行之研究方向。

2. 背景知識

2.1 IEEE 802.15.4

IEEE 802.15.4 是一個無線感測網路的標準, 此標準是一個低複雜、且構造簡單的傳輸的協定, 在網路的架構上通常會包

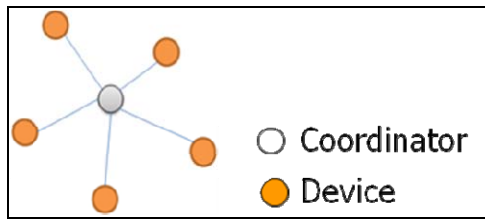


圖 1 星狀拓撲

含一個裝置全功能裝置(Coordinator)和數個半功能裝置(Device)，如圖 1 所示。IEEE 802.15.4 所建置的無線感測網路具有以下三個特性：

◆ 低速率傳輸：

在傳輸的環境中，可以依據傳輸的需求，進行速率傳輸的更動，以延長傳輸的效能壽命，在傳輸速率上，又可以分為(20、40、100、250)kbps。

◆ 可調式的資料封包：

在傳輸資料上，主要是利用訊框(superframe)架構來進行封包的傳輸，對於此架構的最大特色在於，superframe 可依據傳輸封包，來調整目前的封包大小，以避免出現不必要的傳輸浪費。

◆ 可移動的節點：

在移動性上，本協定具有彈性的網路組成架構，可以依照自身需求，來進行節點的移動，以提高資料的擷取完整性。

2.2 路由技術

2.2.1 動態目標序列距離向量路由(DSDV)

DSDV(Destination Sequenced Distance Vector Routing)路由演算法的產生，主要是基於原有的 Bellman-Ford 繞境選擇演算法再加以改良成具有路由表為基礎的通訊協定，每一個節點都擁有所有節點的路由訊息，當要進行訊息傳送時便可以利用路由表找出傳送目的地，並得知所需連結的節點與距離，因此 DSDV 還具有更新維護路由表的功能，以隨時保持路由的路徑最新狀態，另一方面，為了避免建立路徑時產

生繞境迴圈(Routing loop)的產生，路由表還會記錄節點的序列編號，藉以得知最新的可傳輸路徑，當節點序列編號的數目越大，便可得知與目的地的節點越近，而此編號方式也可以避免發生路由迴圈的問題。

2.2.2 動態來源路由(DSR)

在 DSR(Dynamic Source Routing)路徑演算一開始會以來源路由(Source routing)當作路由基礎，在傳送資料時來源節點便已有一條傳送路徑並存在於路由緩衝區(Route cache)，並且將欲傳送至目的地的路徑資訊紀錄放在資料封包的表頭中，藉以傳送至目的地。

若是無傳送到目的地節點路徑資訊時，DSR 便會啟動路由探索(Route discovery)的機制。進行路由探索的機制主要是利用發送路由請求(Route request, RREQ)、路由回覆(Route Reply, RREP)和路由錯誤(Route Error, REER)這三種封包來進行路徑的生成。一開始來源節點先發送路由請求，當節點收到此訊息時便會比對先前有無接收到的紀錄，若已具有該資訊，便將請求封包丟棄，反之則會建立封包資訊，並進行探索動作，當傳送到目的地節點或具有路由緩衝的中繼點時，該節點便會回傳路由回覆(RREP)封包，在回傳封包的表頭中，夾帶著先前經過中繼節點的路由資訊，沿著建立的節點傳回，而中繼節點也會將路徑資訊紀錄下來。

2.2.3 隨意隨選距離向量路由(AODV)

AODV(Ad-Hoc On-demand Distance Vector)的路由協定的建立，分別運用了前面兩種路由協定：DSR 路由路徑探索找尋的演算法與 DSDV 的定期更新路由資訊。在傳送資料封包時，AODV 因為沒有來源路由的幫助，所以在傳送時，只能依照每個節點中的路由表格得知下一個傳輸的節點，而在傳送封包至目的節點之後，便會藉由初始建立路徑時所發送的請求封包

(RREQ)所建立的反向路徑，回覆請求(RREP)資訊，並且使用 DSDV 的序列編號方式，判別路徑的新舊，以避免發生路由迴圈的問題。另外，為了避免路由資訊存放過久，AODV 還使用了計時器(timer)機制，當路由資訊存放過久時，便會進行刪除資訊的動作。

3. 模擬與結果

3.1 環境參數設定

本篇論文針對無線移動感測節點網路中所傳送的封包大小與移動時間進行效能分析，同時將封包資料透過 DSDV、DSR 與 AODV 等路由技術進行傳送，在實驗結果上以封包到達率與點對點傳輸延遲時間來進行分析，並使用 NS2 網路模擬工具[4]進行模擬實驗。本論文模擬分析主要針對封包大小和節點移動性區分為不同的模擬情境，相關參數設定如表 1 所示。

3.2 模擬結果分析

我們假設網路處於固定式環境中即表示網路中的所有感測節點是不會移動的，當模擬過程中節點被產生時，其位置即被固定下來，直到模擬結束。圖 2 為封包到達率，從此圖示可以看出三個路由傳輸的傳送率皆是趨於 100%，其原因在於建立路徑之後，節點位置不再進行更動，所以不會發生傳輸路徑錯誤的問題，因而傳輸率趨於百分百。圖 3 為平均點對點延遲，在點對點的傳輸上，隨著節點的增加各路徑皆有些微延遲的產生，但仍可看出延遲最嚴重的採用 AODV 路由技術，原因在於 AODV 中有一個周期性發 beaconing 的機制，其目的在於更新節點的狀態，也因此增加更多頻寬的需求，使得傳輸的時間增加，因而造成傳輸延遲。而圖 4 為增加封包大小(512Byte)的平均點對點延遲，與圖三相較後可以得知點對點的延遲不會受到封包大小的影響。

表 1 環境參數設定表

項目	數值
節點	10~100
最大連線數	5
傳輸率	128~512 bytes
環境節點數量	10~100
移動速度	0、30、100 sec

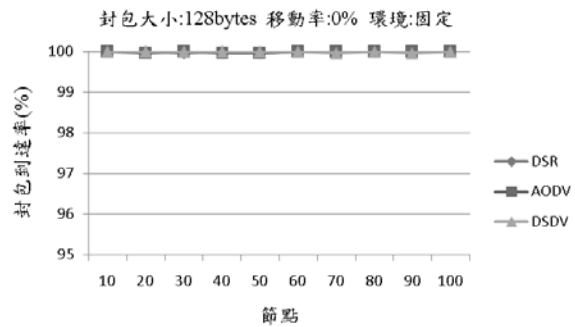


圖 2 封包到達率

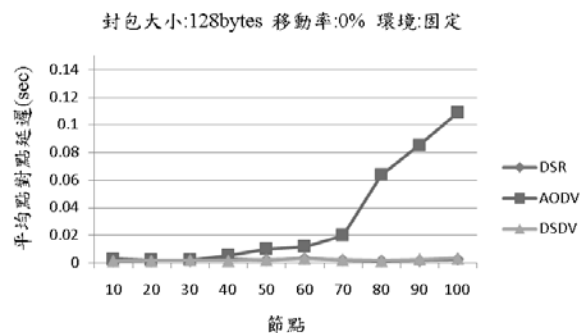


圖 3 平均點對點延遲(封包：128 Byte)

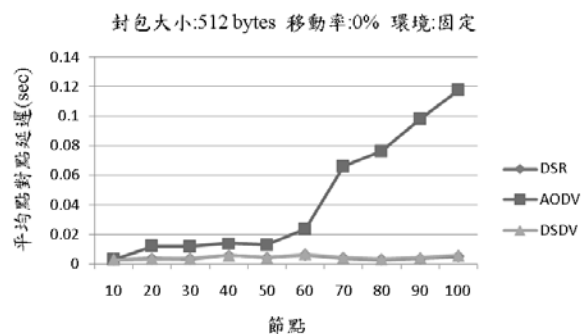


圖 4 平均點對點延遲(封包：512 Byte)

在移動環境的模擬實驗中，我們將設定感測節點的移動時間，移動率 70%代表感測節點在整體的模擬實驗中有 70%的時間是處於移動的狀態，30%是處於靜止的狀態。如圖 5 所示，在移動環境上可以很

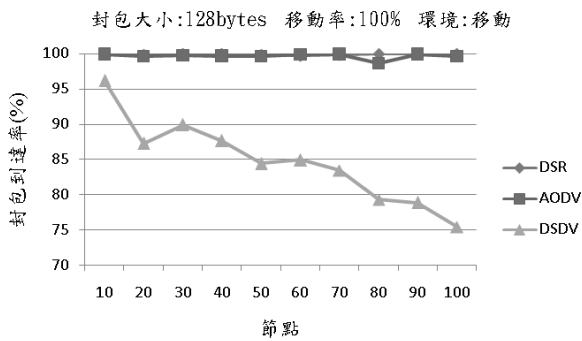


圖 5 封包到達率

明顯的看出 AODV 與 DSR 路由封包到達率趨於百分之百，但是採用 DSDV 路由到達率的曲線便有較大的起伏，其原因在於 DSDV 在路徑發生更動時，會使用累加式路徑更新，當路徑一直發生錯誤便會進行局部更新，因而造成封包到達率較低的曲線。圖 6 為平均點對點延遲，採用 AODV 路由的傳輸延遲時間是較為嚴重的，主要是因為當發生傳輸錯誤的時候，AODV 並無備用路徑可以進行傳輸的動作，因而需要重新建立路徑，也因此在此點對點延遲時間是比其他路徑是較多的，另一方面，當移動率設定為 70% 時，如圖 7 所示，點對點延遲是比 100% 是更加嚴重，原因在於當路徑發生錯誤時，AODV 路徑進行重組，當路徑建立完成時，因移動率是較緩慢的，所以出現了路徑建立完成，整個環境還處於移動狀態，因而又出現第二次路徑錯誤的問題，導致延遲增加。

4. 結論

本篇論文主要是針對固定環境與移動環境藉由模擬分析，找出最合適的路由傳送封包規格與最適合移動的路由技術，在固定環境的部分，我們建議傳輸較大封包時，可以使用 DSDV 與 DSR 兩個路由技術，因為 AODV 路由技術為了隨時掌握節點的更新，會定期發送 beaoning，以致使在傳送會上出現稍微延遲的問題，而在移動環境上，也是較為建議使用 DSDV 與 DSR 的路由技術，因為當發生路徑錯誤時，還有其他路徑可以替代使用，以避免花費多餘的時間在建立路徑上。

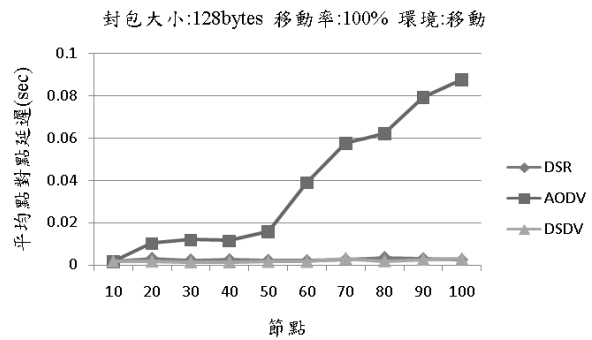


圖 6 平均點對點延遲(移動率：100%)

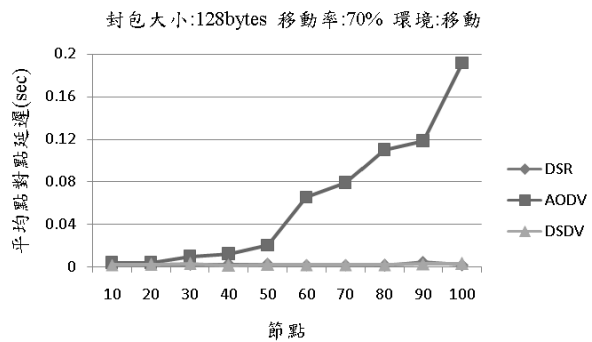


圖 7 平均點對點延遲(移動率：70%)

致謝

本研究成果由國科會計畫編號 NSC 101-2221-E-151-020-MY3 補助支持，特此誌謝。

參考文獻

- [1] D. B. Johnson, D. A. Maltz, and Y.-C. Hu. The dynamic source routing protocol for mobile ad hoc networks (dsr). draft-ietf-manet-dsr-10.txt, July, 19 2004.
- [2] C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das. Ad hoc on demand distance vector (aodv) routing. RFC 3561, July 2003.
- [3] C. E. Perkins and P. Bhagwat. Highly dynamic destination sequenced distance-vector routing (dsv) for mobile computers. Proc. of the SIGCOMM '94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, page: 234-244, August 1994.
- [4] 柯志亨團隊，“計算機網路實驗—以 NS2 模擬工具實作”。