



ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG CỦA MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY VỚI MỘT SỐ GIAO THỨC ĐỊNH TUYẾN

Nguyễn Văn Hậu, Phạm Thị Ánh Hương
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày nhận: 22/06/2016
Ngày sửa chữa: 16/08/2016
Ngày xét duyệt: 09/09/2016

Tóm tắt:

Hiện nay, mạng cảm biến không dây được triển khai và áp dụng rất phổ biến trong đời sống: theo dõi sự thay đổi của môi trường, khí hậu, trong y tế, trong quân sự, và trong công nghiệp. Tuy nhiên, mạng cảm biến không dây đang phải đối mặt với rất nhiều thách thức. Một trong những thách thức lớn nhất trong mạng cảm biến không dây là nguồn năng lượng bị giới hạn và không thể nạp lại. Chính vì thế rất nhiều nghiên cứu đang tập trung vào việc cải thiện khả năng sử dụng hiệu quả năng lượng của toàn mạng. Xuất phát từ những thực tế đó, bài báo tập trung vào đánh giá hiệu năng của của mạng cảm biến không dây với một số giao thức định tuyến nhằm mục đích đưa ra kết quả so sánh, đánh giá hiệu quả trong việc tiết kiệm năng lượng tiêu thụ cho các nút cảm biến của từng giao thức. Với đóng góp đó, bài báo có thể coi là một tham khảo cho việc áp dụng các giao thức định tuyến trong mạng cảm biến không dây.

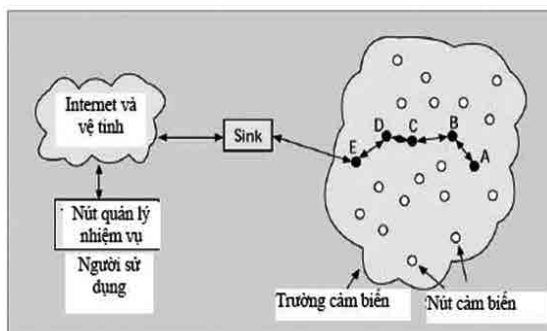
Từ khóa: Giao thức định tuyến, hiệu năng mạng, mạng cảm biến không dây.

1. GIỚI THIỆU

Mạng cảm biến không dây (WSN – Wireless Sensor Network) được định nghĩa là một mạng được hình thành từ số lượng lớn các nút cảm biến và có ít nhất một trạm gốc. Nút cảm biến là những thiết bị nhỏ gọn, có khả năng tự điều hành và hoạt động trong một số điều kiện đặc biệt như: sử dụng nguồn năng lượng pin, tiêu tốn ít năng lượng và có đầy đủ các tính năng để thực hiện nhiệm vụ cảm nhận, đo đạc, tính toán, lưu trữ dữ liệu nhằm đưa ra các nhận định toàn cục về môi trường xung quanh. Ngoài ra, chúng cũng được trang bị bộ thu, phát vô tuyến để truyền thông với trạm gốc, là nơi mà các thông số từ nút gửi về sẽ được phân tích, tính toán, lưu trữ và luôn sẵn sàng cho người sử dụng [1,2]. Mô hình mạng cảm biến không dây thể hiện trong Hình 1.

Có rất nhiều lý do khiến WSN trở thành một trong những đề tài nghiên cứu hấp dẫn nhất trong lĩnh vực viễn thông những năm gần đây, trong đó, quan trọng nhất là khả năng triển khai mạng và khả năng đáp ứng được rất nhiều ứng dụng thực tế khác nhau của nó. Ngày nay, nhờ những tiến bộ trong công nghệ cảm biến, chi phí để xây dựng một mạng WSN được giảm đáng kể, thời gian hoạt động của các nút cảm biến cũng được cải thiện, thêm vào đó là ưu điểm của mạng WSN là rất đơn giản trong xây dựng và lập trình mạng. Tuy nhiên, nhân tố cốt lõi và quan trọng nhất khiến WSN được xem như một công nghệ mới đầy hứa hẹn chính là ở khả năng cung cấp những ứng dụng thực tế của nó. Với công nghệ cảm biến hiện đại, các nút cảm biến ngày nay có thể cảm biến được số lượng lớn tham số vật lý, từ những tham số đã rất phổ biến như: nhiệt độ, độ ẩm,

ánh sáng và tia hồng ngoại, âm thanh, áp lực, các cảm biến hóa học, từ trường... cho đến những loại tham số vô cùng tinh vi như: khả năng nhận thức (ví dụ như các cảm biến tương tác hoặc di chuyển). Chính nhờ khả năng cảm biến được rất nhiều thông số vật lý đó mà WSN ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: quân sự, giám sát môi trường và đa dạng sinh học, căn hộ thông minh, quản lý nhà máy hoặc các ứng dụng trong chăm sóc sức khỏe con người. Trong tương lai gần, WSN và các ứng dụng của nó sẽ đóng vai trò thiết yếu trong cuộc sống của con người [3].



Hình 1. Mô hình tổng quan về mạng cảm biến không dây

Tuy nhiên bên cạnh những ưu thế có được, mạng WSN đang phải đối mặt với rất nhiều thách thức một trong những thách thức lớn nhất đó là nguồn năng lượng bị giới hạn và không thể nạp lại. Hiện nay rất nhiều nhà nghiên cứu đang tập trung vào việc cải thiện khả năng sử dụng hiệu quả năng

lượng của mạng cảm biến trong từng lĩnh vực khác nhau. Trong đó đáng chú ý nhất là phương pháp sử dụng giao thức định tuyến phù hợp để tìm đường đi giữa các nút mạng, qua đó kéo dài đáng kể thời gian sống của mạng WSN.

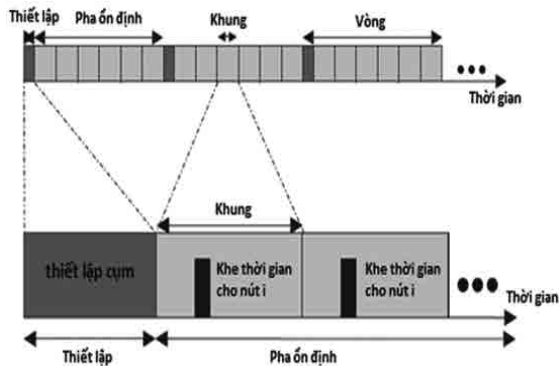
2. MỘT SỐ GIAO THỨC ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

Trong bài báo này chúng tôi sẽ tập trung ba giao thức định tuyến hay được sử dụng trong mạng cảm biến không dây: Giao thức phân theo cụm thích ứng năng lượng LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy), giao thức phân cấp theo cụm thích ứng năng lượng tập trung LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy Centralized) và giao thức phân theo cụm cố định (STAT-CLUSTER).

2.1. Giao thức LEACH

Nguyên tắc hoạt động

Hoạt động của LEACH được chia thành các vòng, mỗi vòng được bắt đầu với pha thiết lập, trong đó diễn ra quá trình chọn nút chủ và thành lập cụm. Sau pha thiết lập là pha ổn định, trong pha này, xảy ra quá trình truyền dữ liệu đến nút chủ và đến trạm gốc (base station). Để giảm lượng bản tin vào đầu trong mạng thì pha ổn định phải dài hơn so với pha thiết lập [5].



Hình 2. Mô hình hoạt động của LEACH

Ưu điểm:

- Đơn giản: Trong giao thức định tuyến LEACH, nút cảm biến tự tiến hành quyết định nút chủ và phân bổ cụm, không đòi hỏi thông tin điều khiển từ trạm gốc và nút không yêu cầu hiểu biết về toàn bộ cấu hình mạng. Ưu điểm này giảm gánh nặng cho trạm gốc và lượng bản tin mào đầu truyền trong mạng.

Nhược điểm:

- Số cụm trong một vòng không cố định vì vậy thuật toán LEACH không có cơ chế nào để đảm bảo được số lượng cụm trong một vòng. Nhược điểm này dẫn đến hậu quả là có những vòng không

có cụm nào được hình thành, trong khi ở những vòng khác lại có quá nhiều cụm, từ đó, dữ liệu gửi tới trạm gốc bị gián đoạn.

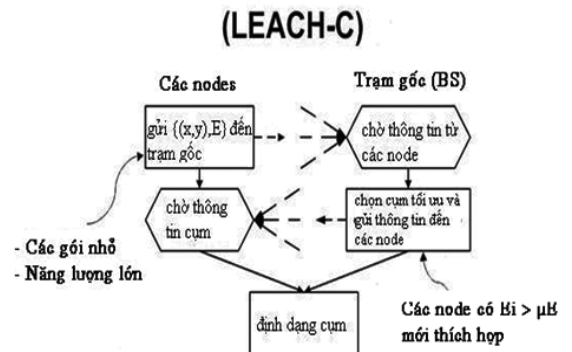
- Xác định nút chủ không căn cứ vào năng lượng còn lại: Một trong những ưu điểm của LEACH là phân bổ đều vai trò làm nút chủ trong một chu kỳ cho tất cả nút mạng, tuy nhiên, trong trường hợp mạng lớn, khoảng cách từ nút đến trạm gốc chênh lệch nhau nhiều, do đó, lượng năng lượng tiêu hao khi trở thành nút chủ cũng khác xa nhau, nhưng LEACH lại không căn cứ vào năng lượng còn lại để lựa chọn nút chủ, mà căn cứ vào số lần đã trở thành nút chủ trong các vòng trước đó. Nhược điểm này làm cho nút ở xa trạm gốc mất năng lượng sớm hơn.

- Phân bổ cụm không hiệu quả: Quá trình chọn nút chủ và do đó là phân bổ cụm hoàn toàn không quan tâm tới vị trí của nút mạng nên có rất nhiều trường hợp hai nút chủ nằm cạnh nhau, tạo nên hai cụm chồng lấn lên nhau, ảnh hưởng đến hiệu quả của mạng.

Để khắc phục những nhược điểm của giao thức LEACH cơ bản, rất nhiều nghiên cứu đã được tiến hành, trong đó giao thức LEACH-C đã đưa ra được những giải pháp hiệu quả cho vấn đề đó và được đánh giá rất cao về khả năng ứng dụng trong mạng WSN [2,5].

2.2. Giao thức LEACH-C

Nguyên tắc hoạt động



Hình 3. Mô hình hoạt động pha thiết lập của LEACH-C

Về mặt ý tưởng, LEACH-C hoàn toàn giống với LEACH cơ bản, chỉ khác ở pha thiết lập, còn pha ổn định nó kế thừa từ giao thức LEACH. Khác với LEACH (mỗi nút sẽ có một xác suất để nó có thể được chọn làm nút chủ cụm), trong giao thức LEACH-C, quá trình lựa chọn cụm và nút chủ được thực hiện bởi trạm gốc. Trong pha thiết lập của LEACH – C, tất cả nút mạng sẽ gửi thông tin về trạng thái hiện tại của nó (bao gồm vị trí và năng

lượng còn lại) về trạm gốc. Trạm gốc, sau đó, sẽ dùng thuật toán tối ưu để xác định ra các cụm và nút chủ cho vòng hiện tại [5].

Ưu điểm:

- Phân bổ năng lượng hiệu quả: Trong LEACH-C, trạm gốc - không bị giới hạn về năng lượng - đảm nhiệm chức năng lựa chọn nút chủ, do đó, có thể áp dụng những thuật toán tối ưu phức tạp hơn và đưa nhiều tham số hơn vào quá trình ra quyết định, do đó, lựa chọn được nút chủ tối ưu hơn, nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của các nút trong mạng.

- Xác định nút chủ căn cứ vào năng lượng dự trữ: Với việc đưa tham số năng lượng dự trữ trở thành một điều kiện trong quá trình xác định nút chủ, rõ ràng là LEACH-C đạt hiệu quả tốt hơn LEACH cơ bản. Thêm vào đó, BS thực hiện chức năng xác định nút chủ làm giảm năng lượng cho xử lý tại các nút cảm biến.

- Phân bổ cụm hiệu quả theo vị trí: LEACH-C thực hiện tập trung thông tin toàn mạng về trạm gốc, nên BS xác định được topo mạng căn cứ vào vị trí của các nút, từ đó, có chiến lược phân bổ cụm theo vị trí hiệu quả hơn LEACH.

- Kiểm soát được số cụm trong một vòng: Việc loại bỏ tham số ngẫu nhiên S trong quá trình lựa chọn nút chủ (từ đó hình thành nên cụm) đã giúp LEACH-C có thể xác định được số cụm trong một vòng hoạt động, ưu điểm này có tác động tích cực đến tính liên tục của dữ liệu nhận được tại BS.

Nhược điểm:

- Phức tạp: Việc thiết kế thuật toán để lựa chọn nút chủ tối ưu cho trạm gốc là rất phức tạp, với số lượng lớn tham số đầu vào.

- Số lượng lớn bản tin mào đầu: Trong giao thức LEACH-C, khi kết thúc một vòng, nút cảm biến phải gửi về cho BS thông tin về vị trí và trạng thái năng lượng của nút. Mặc dù kích thước của bản tin này nhỏ, nhưng với những nút có khoảng cách tới BS lớn thì năng lượng tiêu thụ cho việc gửi gói tin này cũng làm ảnh hưởng đáng kể tới thời gian sống của nút.

2.3. Giao thức Stat-Clustering

Nguyên tắc hoạt động

Giao thức Stat – Clustering tương tự với LEACH-C. Trạm gốc sẽ căn cứ vào tọa độ và năng lượng hiện tại của các node để phân chia cấu hình mạng. Tuy nhiên ở Stat - Cluster trạm gốc chỉ chia nhóm một lần và giữ nguyên cấu hình mạng đó để gửi dữ liệu.[5]

Ưu điểm:

Các node chủ cụm là cố định nên không tốn thời gian và năng lượng cho quá trình phân chia lại.

Nhược điểm:

Thời gian hoạt động ngắn vì quá trình chọn node chủ cụm ban đầu là ngẫu nhiên và nếu các node chủ cụm này ở quá xa trạm gốc thì mạng sẽ hết năng lượng rất nhanh.

Trong phần 2 của bài báo chúng tôi đã giới thiệu về nguyên tắc hoạt động, ưu, nhược điểm của ba giao thức thường được sử dụng trong mạng cảm biến không dây: LEACH, LEACH-C, STAT-CLUSTER đây là tiền đề cho phần mô phỏng thực hiện ở phần 3 của bài báo.

3. MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Có khá nhiều phần mềm để mô phỏng mạng, tuy nhiên trong bài báo tác giả đã chọn phần mềm NS2 (Network Simulation 2) Để thực hiện việc mô phỏng ba giao thức LEACH, LEACH-C, STAT-CLUSTER dựa vào kết quả mô phỏng để đánh giá tính hiệu quả của các giao thức thông qua các tiêu chí: Năng lượng tiêu thụ của mỗi nút, thời gian sống của các nút, dữ liệu truyền thành công của các nút, tổng dữ liệu nhận được/tổng năng lượng tiêu hao.

3.1. Bài toán mô phỏng

Để xây dựng mô hình một mạng cảm biến không dây chúng ta cần quan tâm đến các tham số chính: Topo khởi tạo ban đầu, năng lượng ban đầu của các nút, kích thước mỗi gói tin, các thông số vật lý của kênh vô tuyến.

Kết quả mô phỏng thu được sẽ là:

- Số nút hoạt động sau một thời gian xác định
- Tổng dữ liệu truyền đi từ mỗi nút đến trạm gốc
- Tổng năng lượng tiêu thụ của mỗi nút.

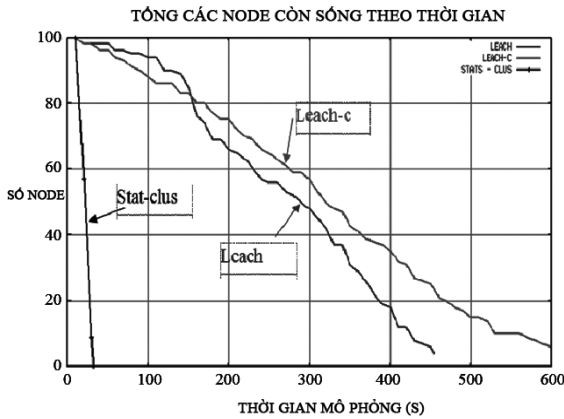
3.2. Kịch bản mô phỏng

Thời gian mô phỏng	Max=600s
Số Cluster khởi tạo	Num_cluster=5
Năng lượng khởi tạo của node	2J
Số node mạng	101(0->99; 100-BS)
Trạm gốc(BS) đặt ở tọa độ	(50;175)
Vị trí các node mạng được khởi tạo ngẫu nhiên	(1000;1000)

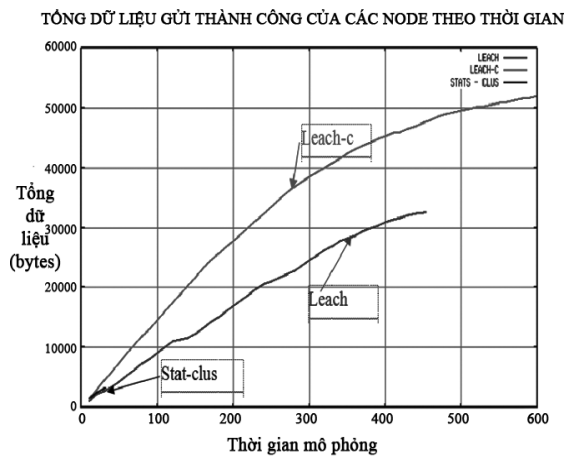
3.3. Kết quả thực nghiệm và thảo luận

Đánh giá: Dựa vào Hình 4 hoạt động của ba giao thức định tuyến LEACH, LEACH-C và stat-clus ta có thể thấy số lượng các node còn sống theo thời gian của hai giao thức LEACH, LEACH-c lớn hơn rất nhiều so với giao thức stat-clus. Giao thức stat-clus chỉ tiến hành phân cụm 1 lần nên năng lượng của các node sẽ hết rất nhanh và hệ thống sẽ

sớm ngừng hoạt động. Trong giao thức LEACH-C, do trạm gốc có các thông số về năng lượng và vị trí của các node cảm biến, nên việc lựa chọn các node chủ cụm tối ưu hơn, nên số lượng các node còn sống trong mạng khi sử dụng giao thức LEACH-C cao hơn khi sử dụng giao thức.

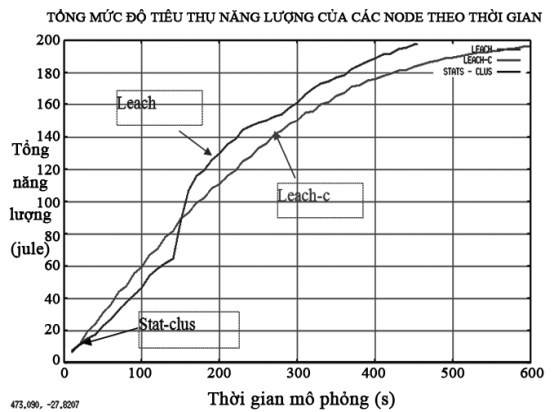


Hình 4. Sơ đồ các node mạng còn sống theo thời gian của ba giao thức



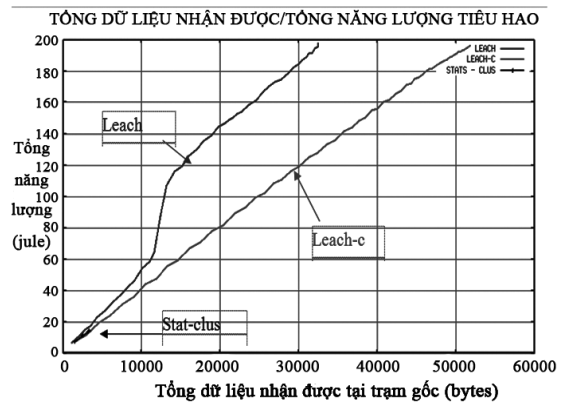
Hình 5. Tổng dữ liệu gửi thành công của các node theo thời gian

Đánh giá: Nhìn vào Hình 5 ta có thể thấy tổng dữ liệu mà các node gốc nhận được thì giao thức LEACH-C vượt trội hơn hẳn. Hiệu năng và độ tin cậy của mạng cao khi sử dụng giao thức định tuyến LEACH-C. Do đó việc sử dụng giao thức LEACH-C là tối ưu hơn về việc truyền dữ liệu giữa các node cảm biến tới trạm gốc hơn hai giao thức định tuyến LEACH và stat-clus.



Hình 6. Tổng mức độ tiêu thụ năng lượng của các node theo thời gian

Đánh giá: Dựa vào Hình 6 ta thấy trong khoảng 150 giây đầu tiên hoạt động mức độ tiêu thụ năng lượng của giao thức LEACH-C có cao hơn so với giao thức LEACH. Tuy nhiên càng thời gian về sau thì tổng mức năng lượng tiêu thụ của các node trong giao thức LEACH-C lại thấp hơn giao thức LEACH. Điều đó chứng tỏ, nếu xét toàn bộ quá trình hoạt động của toàn hệ thống mạng giao thức LEACH-C sẽ tối ưu hơn giao thức LEACH về mức tiêu thụ năng lượng.



Hình 7. Tổng dữ liệu nhận được/tổng năng lượng tiêu hao

Đánh giá: Tại Hình 7 cho thấy tổng dữ liệu tại trạm gốc (BS) và tổng năng lượng tiêu hao của tất cả các node cảm biến trong mạng. Dựa vào hình ta thấy giao thức định tuyến LEACH-C hoạt động hiệu quả hơn, tổng dữ liệu nhận được/mức độ tiêu thụ năng lượng là tăng ổn định và ít biến động hơn so với giao thức LEACH. Do quá trình chọn các node chủ cụm là ngẫu nhiên, nên càng thời gian hoạt động về sau hệ thống sử dụng giao thức LEACH hoạt động càng kém hiệu quả.

3.4. Nhận xét chung

Trong cùng một điều kiện môi trường giả

lập (các thông số đầu vào là giống nhau) ba giao thức định tuyến phân cấp Static-cluster, LEACH, LEACH-C. Đối với giao thức định tuyến Static-cluster, do các node CH là cố định nên mạng rất nhanh chóng dừng hoạt động (vì node CH hết năng lượng quá nhanh). Giao thức LEACH-C được cải tiến từ giao thức LEACH nên tối ưu hơn về các node sống theo thời gian, tổng năng lượng tiêu thụ và tổng dữ liệu nhận được tại node cơ sở so với giao thức LEACH.

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong bài báo này chúng tôi đã trình bày tổng quan về mạng cảm biến không dây, những ứng dụng cần thiết của mạng cảm biến không dây đồng

thời bài báo cũng giới thiệu được phương thức hoạt động, ưu nhược điểm của một số giao thức thường được sử dụng trong mạng cảm biến không dây để từ đó thực hiện việc mô phỏng ba giao thức LEACH, LEACH-C, STAT-CLUSTER dựa vào kết quả mô phỏng để đánh giá tính hiệu quả của các giao thức thông qua các tiêu chí: Năng lượng tiêu thụ của mỗi nút, thời gian sống của các nút, dữ liệu truyền thành công của các nút, tổng dữ liệu nhận được/ tổng năng lượng tiêu hao

Trên cơ sở nghiên cứu đã đạt được chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu tìm ra các giao thức mới để có thể vừa tiết kiệm được năng lượng tiêu thụ trên toàn mạng, vừa đảm bảo truyền dữ liệu hiệu quả từ các node về trạm gốc.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lê Nhật Thăng, Nguyễn Quý Sỹ, *Các kỹ thuật phân nhóm trong các mạng cảm biến vô tuyến*, Tạp chí Bru chính viễn thông, số 301, năm 2007.
- [2]. Holger Karl, Andreas Willig, *Protocols and Architecture for Wireless Sensor Networks*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005.
- [3]. Kazem Sohraby, Daniel Minoli, Taieb Znati, *Wireless Sensor Networks Technology, Protocols, and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007.
- [4]. Roberto Verdone, Davide Dardari, Gianluca Mazzini, Andrea Conti, *Wireless Sensor and Actuator Networks – Technologies, Analysis and Design*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.
- [5]. Bhaskar Krishnamachari, “*Networking Wireless Sensors*”, Cambridge University Press, 2005.

PERFORMANCE EVALUATION OF A WIRELESS SENSOR NETWORK WITH DIFFERENT ROUTING PROTOCOLS

Abstract:

Wireless Sensor Network (WSN) has been considerably applied and deployed in many areas, e.g. commonly used in order to monitor environmental conditions, in hospitals, army, and emergency. However, there are many issues and challenges in WSN, e.g. the limited energy resource is one of the most challenging. One of such challenge is the energy consumed in WSN which is very limited and non-chargeable. Therefore, many researchers have investigated in improvements of reducing the amount of energy required to provide routers in WSN. Our paper focuses on the study and evaluates the performance of some common routing protocols in WSN by providing a comparison among them through experiments in term of saving energy consumption in each node for each protocol. We believe that the paper can be considered as a good reference for using routing protocols in WSN.

Keywords: routing protocols, performance of routing networks, wireless sensor network.