

LỜI CẢM ƠN

Trước hết em xin gửi lời cảm ơn đến thầy Nguyễn Trọng Thể - Khoa công nghệ thông tin – Trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng ,người đã hướng dẫn em rất nhiều trong suốt quá trình tìm hiểu nghiên cứu và hoàn thành đồ án này từ lý thuyết đến ứng dụng. Sự hướng dẫn của thầy đã giúp em có thêm được những hiểu biết về một số vấn đề liên quan đến mạng cảm biến không dây. Qua những phân lý thuyết này cũng lôi cuốn em và sẽ trở thành hướng nghiên cứu tiếp của em sau khi tốt nghiệp.

Đồng thời em cũng xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong bộ môn cũng như các thầy cô trong trường đã trang bị cho em những kiến thức cơ bản cần thiết để em có thể hoàn thành tốt đồ án này.

Em xin gửi lời cảm ơn đến các thành viên lớp CT1001, những người bạn đã luôn ở bên cạnh động viên, tạo điều kiện thuận lợi và cùng em tìm hiểu, hoàn thành tốt khóa luận.

Sau cùng, em xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè đã tạo mọi điều kiện để em xây dựng thành công đồ án này.

Hải Phòng ngày 25, tháng 10 năm 2010

Sinh viên thực hiện

Vương Văn Thái

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	1
MỞ ĐẦU	4
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY	5
1.1. Giới thiệu về mạng cảm biến không dây	5
1.2. Cấu trúc mạng cảm biến	5
1.2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc mạng cảm biến	6
1.2.2. Kiến trúc giao thức mạng.....	10
1.2.3. Hai cấu trúc đặc trưng của mạng cảm biến.....	13
1.3.Những thách thức của WSN	16
1.4.Ứng dụng của WSN.....	17
1.4.1.Trong bảo vệ môi trường	17
1.4.2.Trong y tế.....	17
1.4.3.Trong gia đình.....	17
1.4.4.Trong hệ thống giao thông thông minh	18
1.4.5.Trong quân sự, an ninh	18
1.4.6.Trong thương mại	19
1.5.Sự khác nhau giữa WSN và mạng truyền thông	20
1.6.Mô hình đặc tính vô tuyến.....	21
1.6.1.Mô hình năng lượng vô tuyến.....	21
1.6.2.Mô hình nhiễu	22
1.7.Kết luận.....	23
CHƯƠNG II: MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TRONG MẠNG CẢM NHẬN	24
2.1.Giới thiệu về định tuyến	24
2.1.1.Định tuyến trong WSN	24
2.1.2.Thách thức trong vấn đề định tuyến	24
2.1.3.Giao thức định tuyến trong WSNs.....	25
2.1.4.Các kỹ thuật định tuyến	26
2.2.Giới thiệu về thiết bị lớp Microserver	26
2.2.1.Định tuyến end-to-end cho thiết bị lớp Microserver	27
2.2.2.Các phương pháp tiếp cận khác của định tuyến end-to-end	28
2.2.3.Điều khiển công suất phát cho từng nút mạng	29
2.3.Giao thức điều khiển thâm nhập môi trường MAC.....	34
2.3.1 Tránh xung đột.....	35
2.3.2 Tránh nghe thừa	36

2.3.3 Time out-MAC	37
CHƯƠNG III :NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TRONG MẠNG CẢM NHẬN.....	38
3.1.Giới thiệu về chương trình mô phỏng Prowler.....	38
3.1.2.Mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End	38
3.1.3.Đánh giá	40
3.1.4.Nhận xét	43
3.2 Thực nghiệm và đánh giá về công suất phát cho từng nút mạng	43
3.2.1.Thực nghiệm	43
3.2.2 Đánh giá thực nghiệm	46
3.2.3.Nhận xét	54
3.3.Đánh giá tính hiệu quả về năng lượng của MAC	54
KẾT LUẬN.....	55
TÀI LIỆU THAM KHẢO	56

MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu các hệ thống mạng thông tin được phát triển mạnh mẽ. Ngày nay dưới sự phát triển rất mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật nói chung và công nghệ thông tin nói riêng, mạng cảm nhận không dây ra đời là một trong những thành tựu cao của công nghệ chế tạo và công nghệ thông tin. Một lĩnh vực nổi bật của mạng cảm nhận không dây (Wireless Sensor Network- WSN) là sự kết hợp việc cảm nhận, tính toán và truyền thông vào một thiết bị nhỏ. Thông qua mạng hình lưới (mesh networking protocols), những thiết bị này tạo ra một sự kết nối rộng lớn trong thế giới vật lý. Trong khi khả năng của từng thiết bị là rất nhỏ, sự kết hợp hàng trăm thiết bị như vậy yêu cầu là phải có công nghệ mới.

Nhờ có những tiến bộ nhanh chóng trong khoa học và công nghệ sự phát triển của những mạng bao gồm các cảm biến giá thành rẻ, tiêu thụ ít năng lượng và đa chức năng đã nhận được những sự chú ý đáng kể. Hiện nay người ta đang tập trung triển khai các mạng cảm biến để áp dụng vào trong cuộc sống hàng ngày. Đó là các lĩnh vực về y tế, quân sự, môi trường, giao thông... Trong một tương lai không xa, các ứng dụng của mạng cảm biến sẽ trở thành một phần không thể thiếu trong cuộc sống con người nếu chúng ta phát huy được hết các điểm mạnh mà không phải mạng nào cũng có được như mạng cảm biến.

Sức mạnh của WSN nằm ở chỗ khả năng triển khai một số lượng lớn các thiết bị nhỏ có thể tự thiết lập cấu hình hệ thống. Sử dụng những thiết bị này để theo dõi theo thời gian thực, để giám sát điều kiện môi trường, để theo dõi cấu trúc hoặc tình trạng thiết bị.

Đồ án gồm 3 chương nội dung

Chương I: Tổng quan về mạng cảm biến không dây

Chương II: Một số phương pháp tiết kiệm năng lượng trong mạng cảm nhận

Chương III: Nhận xét và đánh giá một số phương pháp tiết kiệm năng lượng trong mạng cảm nhận không dây

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

1.1. Giới thiệu về mạng cảm biến không dây

Trong những năm gần đây, rất nhiều mạng cảm biến không dây đã và đang được phát triển và triển khai cho nhiều các ứng dụng khác nhau như: theo dõi sự thay đổi của môi trường, khí hậu, giám sát các mặt trận quân sự, phát hiện và do thám việc tấn công bằng hạt nhân, sinh học và hoá học, chuẩn đoán sự hỏng hóc của máy móc, thiết bị, theo dấu và giám sát các bác sỹ, bệnh nhân cũng như quản lý thuốc trong các bệnh viện, theo dõi và điều khiển giao thông, các phương tiện xe cộ...

Hơn nữa với sự tiến bộ công nghệ gần đây và hội tụ của hệ thống các công nghệ như kỹ thuật vi điện tử, công nghệ nano, giao tiếp không dây, công nghệ mạch tích hợp, vi mạch phần cảm biến, xử lý và tính toán tín hiệu... đã tạo ra những con cảm biến có kích thước nhỏ, đa chức năng, giá thành thấp, công suất tiêu thụ thấp, làm tăng khả năng ứng dụng rộng rãi của mạng cảm biến không dây.

Một mạng cảm biến không dây là một mạng bao gồm nhiều nút cảm biến nhỏ có giá thành thấp, và tiêu thụ năng lượng ít, giao tiếp thông qua các kết nối không dây, có nhiệm vụ cảm nhận, đo đạc, tính toán nhằm mục đích thu thập, tập trung dữ liệu để đưa ra các quyết định toàn cục về môi trường tự nhiên.

Những nút cảm biến này bao gồm các thành phần: Các bộ vi xử lý rất nhỏ, bộ nhớ giới hạn, bộ phận cảm biến, bộ thu phát không dây, nguồn nuôi. Kích thước của các con cảm biến này thay đổi từ to như hộp giấy cho đến nhỏ như hạt bụi, tùy thuộc vào từng ứng dụng.

* Mạng cảm biến có một số đặc điểm sau:

- + Có khả năng tự tổ chức, yêu cầu ít hoặc không có sự can thiệp của con người
- + Truyền thông không tin cậy, quảng bá trong phạm vi hẹp và định tuyến multihop
- + Triển khai dày đặc và khả năng kết hợp giữa các nút cảm biến
- + Cấu hình mạng thay đổi thường xuyên phụ thuộc vào fading và hư hỏng ở các nút
- + Các giới hạn về mặt năng lượng, công suất phát, bộ nhớ và công suất tính toán

Chính những đặc tính này đã đưa ra những chiến lược mới và những yêu cầu thay đổi trong thiết kế mạng cảm biến.

1.2. Cấu trúc mạng cảm biến

1.2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc mạng cảm biến

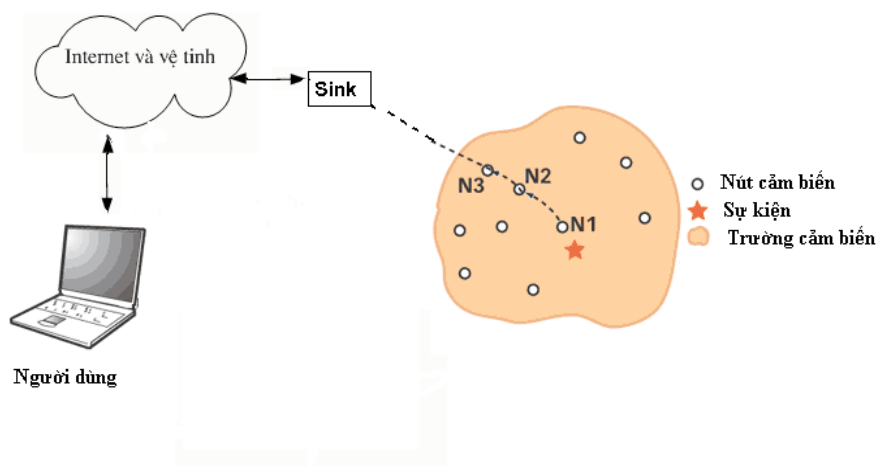
Các cấu trúc hiện nay cho mạng Internet và mạng ad hoc không dây không dùng được cho mạng cảm biến không dây, do một số lý do sau:

- Số lượng các nút cảm biến trong mạng cảm biến có thể lớn gấp nhiều lần số lượng nút trong mạng ad hoc.
- Các nút cảm biến dễ bị lỗi.
- Cấu trúc mạng cảm biến thay đổi khá thường xuyên.
- Các nút cảm biến chủ yếu sử dụng truyền thông kiểu quảng bá, trong khi hầu hết các mạng ad hoc đều dựa trên việc truyền điểm-điểm.
- Các nút cảm biến bị giới hạn về năng lượng, khả năng tính toán và bộ nhớ.
- Các nút cảm biến có thể không có số nhận dạng toàn cầu (global identification) (ID) vì chúng có một số lượng lớn mã đầu và một số lượng lớn các nút cảm biến.

Do vậy, cấu trúc mạng mới sẽ:

- + Kết hợp vấn đề năng lượng và khả năng định tuyến.
- + Tích hợp dữ liệu và giao thức mạng.
- + Truyền năng lượng hiệu quả qua các phương tiện không dây.
- + Chia sẻ nhiệm vụ giữa các nút lân cận.

Các nút cảm biến được phân bố trong một sensor field như hình (1.1). Mỗi một nút cảm biến có khả năng thu thập dữ liệu và định tuyến lại đến các sink.



Hình 1.1 Cấu trúc mạng cảm biến

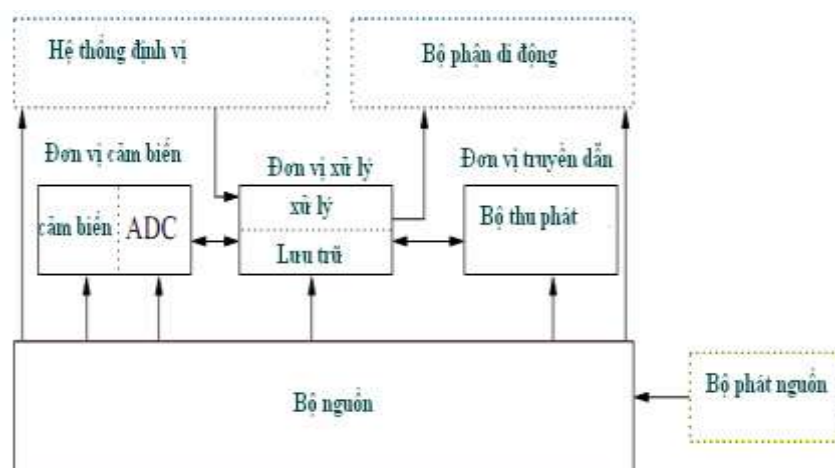
Dữ liệu được định tuyến lại đến các sink bởi một cấu trúc đa điểm như hình vẽ trên. Các sink có thể giao tiếp với các nút quản lý nhiệm vụ (task manager nút) qua mạng Internet hoặc vệ tinh.

Sink là một thực thể, tại đó thông tin được yêu cầu. Sink có thể là thực thể bên trong mạng (là một nút cảm biến) hoặc ngoài mạng. Thực thể ngoài mạng có thể là một thiết bị thực sự ví dụ như máy tính xách tay mà tương tác với mạng cảm biến, hoặc cũng đơn thuần chỉ là một gateway mà nối với mạng khác lớn hơn như Internet nơi mà các yêu cầu thực sự đối với các thông tin lấy từ một vài nút cảm biến trong mạng.

** Giới thiệu về nút cảm biến:*

Cấu tạo của nút cảm biến như sau:

Mỗi nút cảm biến được cấu thành bởi 4 thành phần cơ bản như ở hình (1.2): đơn vị cảm biến (a sensing unit), đơn vị xử lý (a processing unit), đơn vị truyền dẫn (a transceiver unit) và bộ nguồn (a power unit). Ngoài ra có thể có thêm những thành phần khác tùy thuộc vào từng ứng dụng như là hệ thống định vị (location finding system), bộ phát nguồn (power generator) và bộ phận di động (mobilizer).



Hình 1.2 Cấu tạo nút cảm biến.

Các đơn vị cảm biến (sensing units) bao gồm cảm biến và bộ chuyển đổi tương tự-số. Dựa trên những hiện tượng quan sát được, tín hiệu tương tự tạo ra bởi sensor được chuyển sang tín hiệu số bằng bộ ADC, sau đó được đưa vào bộ xử lý.

Đơn vị xử lý thường được kết hợp với bộ lưu trữ nhỏ (storage unit), quyết định các thủ tục làm cho các nút kết hợp với nhau để thực hiện các nhiệm vụ định sẵn. Phần thu phát vô tuyến kết nối các nút vào mạng.

Một trong số các phần quan trọng nhất của một nút mạng cảm biến là bộ nguồn. Các bộ nguồn thường được hỗ trợ bởi các bộ phận lọc như là tế bào năng lượng mặt trời. Ngoài ra cũng có những thành phần phụ khác phụ thuộc vào từng ứng dụng. Hầu hết các kỹ thuật định tuyến và các nhiệm vụ cảm biến của mạng đều yêu cầu có độ chính xác cao về vị trí. Các bộ phận di động đôi lúc cần phải dịch chuyển các nút cảm biến khi cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ đã ấn định.

Tất cả những thành phần này cần phải phù hợp với kích cỡ từng module. Ngoài kích cỡ ra các nút cảm biến còn một số ràng buộc nghiêm ngặt khác, như là phải tiêu thụ rất ít năng lượng, hoạt động ở mật độ cao, có giá thành thấp, có thể tự hoạt động, và thích biến với sự biến đổi của môi trường.

** Đặc điểm của cấu trúc mạng cảm biến:*

Như trên ta đã biết đặc điểm của mạng cảm biến là bao gồm một số lượng lớn các nút cảm biến, các nút cảm biến có giới hạn và ràng buộc về tài nguyên đặc biệt là năng lượng rất khắt khe. Do đó, cấu trúc mạng mới có đặc điểm rất khác với các mạng truyền thống. Sau đây ta sẽ phân tích một số đặc điểm nổi bật trong mạng cảm biến như sau:

- *Khả năng chịu lỗi (fault tolerance):* Một số các nút cảm biến có thể không hoạt động nữa do thiếu năng lượng, do những hư hỏng vật lý hoặc do ảnh hưởng của môi trường. Khả năng chịu lỗi thể hiện ở việc mạng vẫn hoạt động bình thường, duy trì những chức năng của nó ngay cả khi một số nút mạng không hoạt động.

- *Khả năng mở rộng:* Khi nghiên cứu một hiện tượng, số lượng các nút cảm biến được triển khai có thể đến hàng trăm nghìn nút, phụ thuộc vào từng ứng dụng con số này có thể vượt quá hàng triệu. Do đó cấu trúc mạng mới phải có khả năng mở rộng để có thể làm việc với số lượng lớn các nút này.

- *Giá thành sản xuất :* Vì các mạng cảm biến bao gồm một số lượng lớn các nút cảm biến nên chi phí của mỗi nút rất quan trọng trong việc điều chỉnh chi phí của toàn mạng. Nếu chi phí của toàn mạng đắt hơn việc triển khai sensor theo kiểu truyền thống, như vậy mạng không có giá thành hợp lý. Do vậy, chi phí của mỗi nút cảm biến phải giữ ở mức thấp.

- *Ràng buộc về phần cứng :* Vì số lượng các nút trong mạng rất nhiều nên các nút cảm biến cần phải có các ràng buộc về phần cứng như sau : Kích thước phải nhỏ, tiêu thụ năng lượng thấp, có khả năng hoạt động ở những nơi có mật độ cao, chi

phí sản xuất thấp, có khả năng tự trị và hoạt động không cần có người kiểm soát, thích nghi với môi trường.

- *Môi trường hoạt động*: Các nút cảm biến được thiết lập dày đặc, rất gần hoặc trực tiếp bên trong các hiện tượng để quan sát. Vì thế, chúng thường làm việc mà không cần giám sát ở những vùng xa xôi. Chúng có thể làm việc ở bên trong các máy móc lớn, ở dưới đáy biển, hoặc trong những vùng ô nhiễm hóa học hoặc sinh học, ở gia đình hoặc những tòa nhà lớn.

- *Phương tiện truyền dẫn*: Ở những mạng cảm biến multihop, các nút được kết nối bằng những phương tiện không dây. Các đường kết nối này có thể tạo nên bởi sóng vô tuyến, hồng ngoại hoặc những phương tiện quang học. Để thiết lập sự hoạt động thống nhất của những mạng này, các phương tiện truyền dẫn phải được chọn phải phù hợp trên toàn thế giới. Hiện tại nhiều phần cứng của các nút cảm biến dựa vào thiết kế mạch RF. Những thiết bị cảm biến năng lượng thấp dùng bộ thu phát vô tuyến 1 kênh RF hoạt động ở tần số 916MHz.

Một cách khác mà các nút trong mạng giao tiếp với nhau là bằng hồng ngoại. Thiết kế máy thu phát vô tuyến dùng hồng ngoại thì giá thành rẻ và dễ dàng hơn. Cả hai loại hồng ngoại và quang đều yêu cầu bộ phát và thu nằm trong phạm vi nhìn thấy, tức là có thể truyền ánh sáng cho nhau được.

- *Cấu hình mạng cảm biến (network topology)*: Trong mạng cảm biến, hàng trăm đến hàng nghìn nút được triển khai trên trường cảm biến. Chúng được triển khai trong vòng hàng chục feet của mỗi nút. Mật độ các nút có thể lên tới 20 nút/m³. Do số lượng các nút cảm biến rất lớn nên cần phải thiết lập một cấu hình ổn định. Chúng ta có thể kiểm tra các vấn đề liên quan đến việc duy trì và thay đổi cấu hình ở 3 pha sau:

+ *Pha tiền triển khai và triển khai*: các nút cảm biến có thể đặt lộn xộn hoặc xếp theo trật tự trên trường cảm biến. Chúng có thể được triển khai bằng cách thả từ máy bay xuống, tên lửa, hoặc có thể do con người hoặc robot đặt từng cái một.

+ *Pha hậu triển khai*: sau khi triển khai, những sự thay đổi cấu hình phụ thuộc vào việc thay đổi vị trí các nút cảm biến, khả năng đạt trạng thái không kết nối (phụ thuộc vào nhiễu, việc di chuyển các vật cản...), năng lượng thích hợp, những sự cố, và nhiệm vụ cụ thể.

+ *Pha triển khai lại*: Sau khi triển khai cấu hình, ta vẫn có thể thêm vào các

nút cảm biến khác để thay thế các nút gặp sự cố hoặc tùy thuộc vào sự thay đổi chức năng.

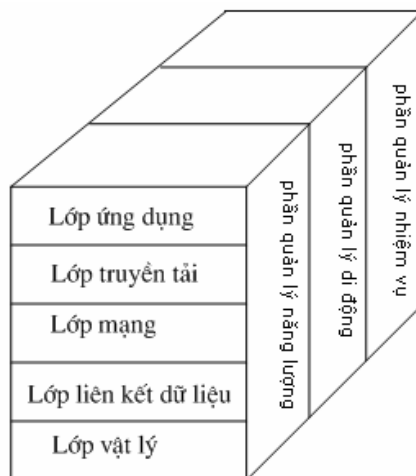
- *Sự tiêu thụ năng lượng (power consumption) :*

Các nút cảm biến không dây, có thể coi là một thiết bị vi điện tử chỉ có thể được trang bị nguồn năng lượng giới hạn ($<0,5\text{Ah}$, 1.2V). Trong một số ứng dụng, việc bổ sung nguồn năng lượng không thể thực hiện được. Vì thế khoảng thời gian sống của các nút cảm biến phụ thuộc mạnh vào thời gian sống của pin. Ở mạng cảm biến multihop ad hoc, mỗi một nút đóng một vai trò kép vừa khởi tạo vừa định tuyến dữ liệu. Sự trục trặc của một vài nút cảm biến có thể gây ra những thay đổi đáng kể trong cấu hình và yêu cầu định tuyến lại các gói và tổ chức lại mạng. Vì vậy, việc duy trì và quản lý nguồn năng lượng đóng một vai trò quan trọng. Đó là lý do vì sao mà hiện nay người ta đang tập trung nghiên cứu về các giải thuật và giao thức để thiết kế nguồn cho mạng cảm biến. Nhiệm vụ chính của các nút cảm biến trong trường cảm biến là phát

hiện ra các sự kiện, thực hiện xử lý dữ liệu cục bộ nhanh chóng, và sau đó truyền dữ liệu đi. Vì thế sự tiêu thụ năng lượng được chia ra làm 3 vùng: cảm nhận (sensing), giao tiếp (communicating), và xử lý dữ liệu (data processing).

1.2.2. Kiến trúc giao thức mạng

Kiến trúc giao thức áp dụng cho mạng cảm biến được trình bày trong hình (1.3). Kiến trúc này bao gồm các lớp và các mặt phẳng quản lý. Các mặt phẳng quản lý này làm cho các nút có thể làm việc cùng nhau theo cách có hiệu quả nhất, định tuyến dữ liệu trong mạng cảm biến di động và chia sẻ tài nguyên giữa các nút cảm biến.



Hình 1.3 Kiến trúc giao thức mạng cảm biến

1.2.2.1.Mặt phẳng quản lý công suất

Quản lý cách cảm biến sử dụng nguồn năng lượng của nó. Ví dụ : nút cảm biến có thể tắt bộ thu sau khi nhận được một bản tin. Khi mức công suất của con cảm biến thấp, nó sẽ broadcast sang nút cảm biến bên cạnh thông báo rằng mức năng lượng của nó thấp và nó không thể tham gia vào quá trình định tuyến .

1.2.2.2.Mặt phẳng quản lý di động

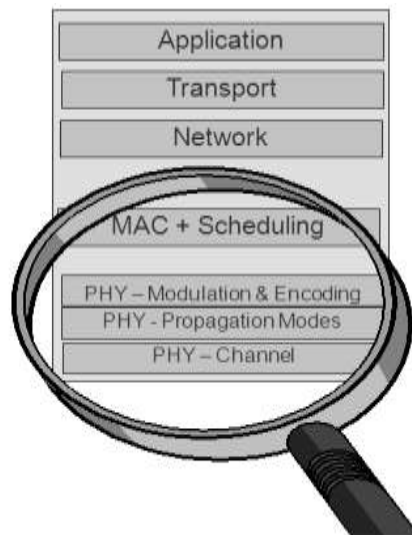
Có nhiệm vụ phát hiện và đăng ký sự chuyển động của các nút. Các nút giữ việc theo dõi xem ai là nút hàng xóm của chúng.

1.2.2.3.Mặt phẳng quản lý

Cân bằng và sắp xếp nhiệm vụ cảm biến giữa các nút trong một vùng quan tâm. Không phải tất cả các nút cảm biến đều thực hiện nhiệm vụ cảm nhận ở cùng một thời điểm.

1.2.2.4.Lớp vật lý

Có nhiệm vụ lựa chọn tần số, tạo ra tần số sóng mang, phát hiện tín hiệu, điều chế và mã hóa tín hiệu. Băng tần ISM 915 MHZ được sử dụng rộng rãi trong mạng cảm biến. Vấn đề hiệu quả năng lượng cũng cần phải được xem xét ở lớp vật lý.



Hình 1.4: Lớp vật lý của WSN.

Lớp vật lý có nhiệm vụ lựa chọn tần số, tạo ra tần số sóng mang, phát hiện tín hiệu, điều chế và mã hóa tín hiệu, điều khiển sao cho dữ liệu được đặt vào môi trường truyền thông vô tuyến.

Vai trò của lớp vật lý là mã hóa các bit nhị phân trong các khung (frame) của tầng liên kết dữ liệu thành tín hiệu và thực hiện truyền/nhận các tín hiệu này qua môi trường vật lý (wireless).

A:Chức năng:

Lớp vật lý cung cấp các phương tiện để vận chuyển các bit được lấy từ khung qua môi trường mạng. Nó nhận khung hoàn chỉnh từ lớp Liên kết dữ liệu và mã hóa các dữ liệu trong khung thành một chuỗi các tín hiệu, sau đó truyền qua môi trường. Các bit mã hóa này được nhận bởi các thiết bị đầu cuối hay thiết bị trung gian.

Quá trình phân phát các khung qua môi trường đòi hỏi các yếu tố vật lý:

- Môi trường vật lý.
- Quá trình biểu diễn các bit qua môi trường.
- Mã hóa dữ liệu và điều khiển thông tin.
- Mạch truyền và nhận trên các thiết bị mạng.

Một chức năng nữa của lớp vật lý là nhận tín hiệu từ môi trường và khôi phục chúng thành các bit và đưa các bit đến lớp liên kết dữ liệu như các khung hoàn chỉnh.

B:Cách thức hoạt động:

Môi trường không truyền các đơn frame. Môi trường chỉ truyền tín hiệu (biểu diễn các bit cấu tạo nên khung) tại một thời điểm nhất định. Sự biểu diễn các bit là một dạng của tín hiệu, phụ thuộc vào từng loại môi trường. Trong môi trường WSN tín hiệu có dạng radio.

Nhận dạng khung:

- Khi lớp vật lý mã hóa các bit thành dạng tín hiệu phù hợp với môi trường truyền thì nó nhận ra đâu là một khung và đâu là khung tiếp theo.
- Các thiết bị trên môi trường sẽ không nhận ra khi một khung vừa được nhận hoàn chỉnh. Trong trường hợp này thiết bị đích sẽ chỉ nhận một chuỗi tín hiệu và tiến hành khôi phục lại khung thích hợp.
- Để các thiết bị nhận có thể nhận ra rõ ràng các ranh giới khung, thiết bị truyền thêm vào các tín hiệu để định rõ đâu là bắt đầu và kết thúc của khung. Các tín hiệu này sử dụng các dạng bit riêng để xác định bắt đầu và kết thúc của một khung.

C:Các chuẩn:

Lớp vật lý bao gồm:

- Phần cứng được thiết kế dưới dạng mạch điện
- Môi trường
- Các bộ nối.

Do đó, các chuẩn chủ đạo phù hợp với phần cứng được xác định dựa trên các vấn đề liên quan đến điện và các hoạt động truyền thông.

Các công nghệ lớp vật lý được xác định rõ bởi các tổ chức IEEE, Zigbee... Đặc biệt là các chuẩn IEEE 802.11b, WPAN 802.15.4....

Lớp vật lý của thiết bị mạng cần có khả năng dò tìm các tín hiệu mang dữ liệu và bỏ qua các tín hiệu không có dữ liệu ngẫu nhiên trên môi trường vật lý.

1.2.2.4.Lớp liên kết dữ liệu

Lớp này có nhiệm vụ ghép các luồng dữ liệu, phát hiện các khung (frame) dữ liệu, cách truy nhập đường truyền và điều khiển lỗi. Vì môi trường có tạp âm và các nút cảm biến có thể di động, giao thức điều khiển truy nhập môi trường (MAC) phải xét đến vấn đề công suất và phải có khả năng tối thiểu hoá việc va chạm với thông tin quảng bá của các nút lân cận.

1.2.2.5.Lớp mạng

Lớp mạng của mạng cảm biến được thiết kế tuân theo nguyên tắc sau :

- + Hiệu quả năng lượng luôn luôn được coi là vấn đề quan trọng
- + Mạng cảm biến chủ yếu là tập trung dữ liệu
- + Tích hợp dữ liệu chỉ được sử dụng khi nó không cản trở sự cộng tác có hiệu quả của các nút cảm biến.

1.2.2.6.Lớp truyền tải

Chỉ cần thiết khi hệ thống có kế hoạch được truy cập thông qua mạng Internet hoặc các mạng bên ngoài khác.

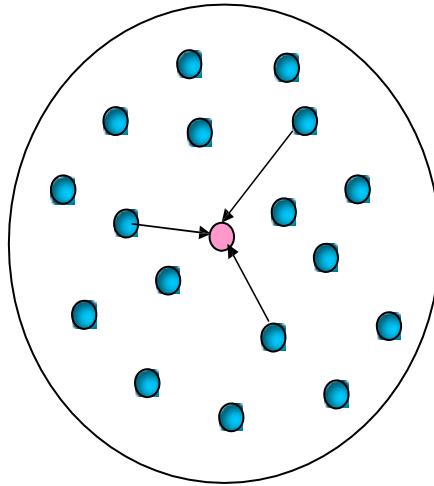
1.2.2.7.Lớp ứng dụng

Tuỳ theo nhiệm vụ cảm biến, các loại phần mềm ứng dụng khác nhau có thể được xây dựng và sử dụng ở lớp ứng dụng.

1.2.3. Hai cấu trúc đặc trưng của mạng cảm biến

1.2.3.1. Cấu trúc phẳng

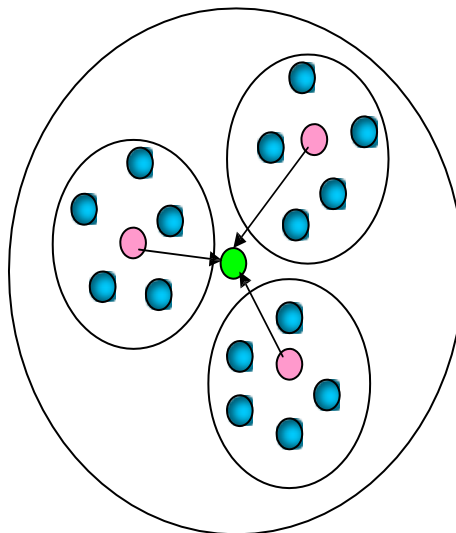
Trong cấu trúc phẳng (flat architecture) (hình 1.5), tất cả các nút đều ngang hàng và đồng nhất trong hình dạng và chức năng. Các nút giao tiếp với sink qua multihop sử dụng các nút ngang hàng làm bộ tiếp sóng. Với phạm vi truyền cố định, các nút gần sink hơn sẽ đảm bảo vai trò của bộ tiếp sóng đối với một số lượng lớn nguồn. Giả thiết rằng tất cả các nguồn đều dùng cùng một tần số để truyền dữ liệu, vì vậy có thể chia sẻ thời gian. Tuy nhiên cách này chỉ có hiệu quả với điều kiện là có nguồn chia sẻ đơn lẻ, ví dụ như thời gian, tần số...



Hình 1.5. Cấu trúc phẳng của mạng cảm biến

1.2.3.2. Cấu trúc tầng

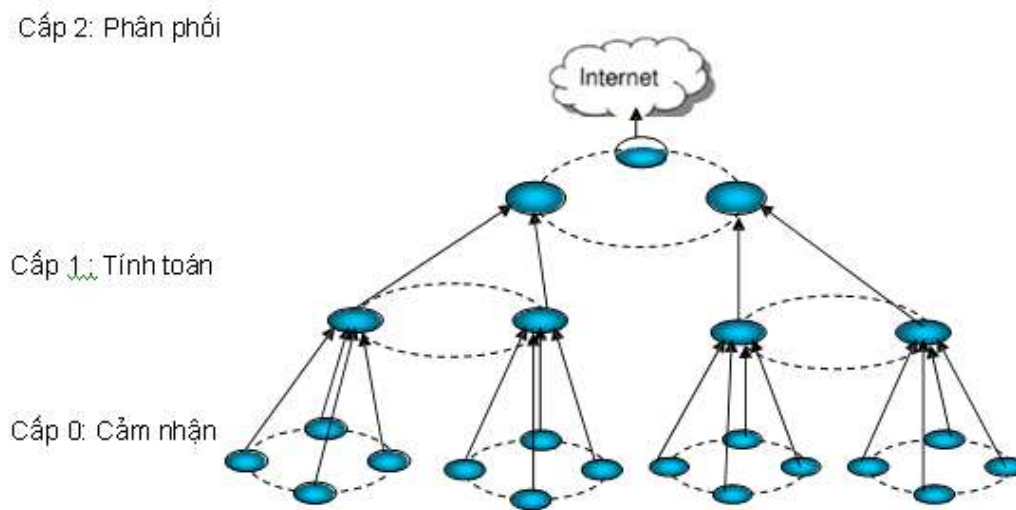
Trong cấu trúc tầng (tiered architecture) (hình 1.6), các cụm được tạo ra giúp các tài nguyên trong cùng một cụm gửi dữ liệu single hop hay multihop (tùy thuộc vào kích cỡ của cụm) đến một nút định sẵn, thường gọi là nút chủ (cluster head). Trong cấu trúc này các nút tạo thành một hệ thống cấp bậc mà ở đó mỗi nút ở một mức xác định thực hiện các nhiệm vụ đã định sẵn.



Hình 1.6 Cấu trúc tầng của mạng cảm biến

Trong cấu trúc tầng thì chức năng cảm nhận, tính toán và phân phối dữ liệu không đồng đều giữa các nút. Những chức năng này có thể phân theo cấp, cấp

thấp nhất thực hiện tất cả nhiệm vụ cảm nhận, cấp giữa thực hiện tính toán, và cấp trên cùng thực hiện phân phối dữ liệu (hình 1.7).



Hình 1.7 Cấu trúc mạng phân cấp chức năng theo lớp

Mạng cảm biến xây dựng theo cấu trúc tầng hoạt động hiệu quả hơn cấu trúc phẳng, do các lý do sau:

- Cấu trúc tầng có thể giảm chi phí chi mạng cảm biến bằng việc định vị các tài nguyên ở vị trí mà chúng hoạt động hiệu quả nhất. Rõ ràng là nếu triển khai các phần cứng thống nhất, mỗi nút chỉ cần một lượng tài nguyên tối thiểu để thực hiện tất cả các nhiệm vụ. Vì số lượng các nút cần thiết phụ thuộc vào vùng phủ sóng xác định, chi phí của toàn mạng vì thế sẽ không cao. Thay vào đó, nếu một số lượng lớn các nút có chi phí thấp được chỉ định làm nhiệm vụ cảm nhận, một số lượng nhỏ hơn các nút có chi phí cao hơn được chỉ định để phân tích dữ liệu, định vị và đồng bộ thời gian, chi phí cho toàn mạng sẽ giảm đi.

- Mạng cấu trúc tầng sẽ có tuổi thọ cao hơn cấu trúc mạng phẳng. Khi cần phải tính toán nhiều thì một bộ xử lý nhanh sẽ hiệu quả hơn, phụ thuộc vào thời gian yêu cầu thực hiện tính toán. Tuy nhiên, với các nhiệm vụ cảm nhận cần hoạt động trong khoảng thời gian dài, các nút tiêu thụ ít năng lượng phù hợp với yêu cầu xử lý tối thiểu sẽ hoạt động hiệu quả hơn. Do vậy với cấu trúc tầng mà các chức năng mạng phân chia giữa các phần cứng đã được thiết kế riêng cho từng chức năng sẽ làm tăng tuổi thọ của mạng.

- Về độ tin cậy: mỗi mạng cảm biến phải phù hợp với với số lượng các nút

yêu cầu thỏa mãn điều kiện về băng thông và thời gian sống. Với mạng cấu trúc phẳng, qua phân tích người ta đã xác định thông lượng tối ưu của mỗi nút trong mạng có n nút là $\frac{W}{\sqrt{n}}$, trong đó W là độ rộng băng tần của kênh chia sẻ. Do đó khi kích cỡ mạng tăng lên thì thông lượng của mỗi nút sẽ giảm về 0.

- Việc nghiên cứu các mạng cấu trúc tầng đem lại nhiều triển vọng để khắc phục vấn đề này. Một cách tiếp cận là dùng một kênh đơn lẻ trong cấu trúc phân cấp, trong đó các nút ở cấp thấp hơn tạo thành một cụm xung quanh trạm gốc. Mỗi một trạm gốc đóng vai trò là cầu nối với cấp cao hơn, cấp này đảm bảo việc giao tiếp trong cụm thông qua các bộ phận hữu tuyến. Trong trường hợp này, dung lượng của mạng tăng tuyến tính với số lượng các cụm, với điều kiện là số lượng các cụm tăng ít nhất phải nhanh bằng n . Các nghiên cứu khác đã thử cách dùng các kênh khác nhau ở các mức khác nhau của cấu trúc phân cấp. Trong trường hợp này, dung lượng của mỗi lớp trong cấu trúc tầng và dung lượng của mỗi cụm trong mỗi lớp xác định là độc lập với nhau.

Tóm lại, việc tương thích giữa các chức năng trong mạng có thể đạt được khi dùng cấu trúc tầng. Đặc biệt người ta đang tập trung nghiên cứu về các tiện ích về tìm địa chỉ. Những chức năng như vậy có thể phân phối đến mọi nút, một phần phân bố đến tập con của các nút. Giả thiết rằng các nút đều không cố định và phải thay đổi địa chỉ một cách định kì, sự cân bằng giữa những lựa chọn này phụ thuộc vào tần số thích hợp của chức năng cập nhật và tìm kiếm. Hiện nay cũng đang có rất nhiều mô hình tìm kiếm địa chỉ trong mạng cấu trúc tầng.

1.3. Những thách thức của WSN

Tuy sự ra đời của WSN rất được sự hoan nghênh của toàn thế giới vì sự tiện dụng của nó, nhưng nó vẫn có những nhược điểm. Để WSN thực sự trở nên rộng khắp trong các ứng dụng, một số thách thức và trở ngại chính cần vượt qua:

- + Vấn đề về năng lượng
- + Năng lực xử lý, tính toán
- + Bộ nhớ lưu trữ
- + Thích ứng tốt với môi trường
- + Ngoài ra, còn có một số thách thức và trở ngại thứ yếu như: vấn đề mở rộng mạng, giá thành các node, quyền sở hữu,...

1.4.Ứng dụng của WSN

1.4.1.Trong bảo vệ môi trường

Một vài ứng dụng môi trường của mạng cảm biến bao gồm:

- Theo dõi sự di cư của các loài chim, các động vật nhỏ, các loại côn trùng,
- Theo dõi điều kiện môi trường mà ảnh hưởng đến mùa màng và vật nuôi;

việc tưới tiêu.

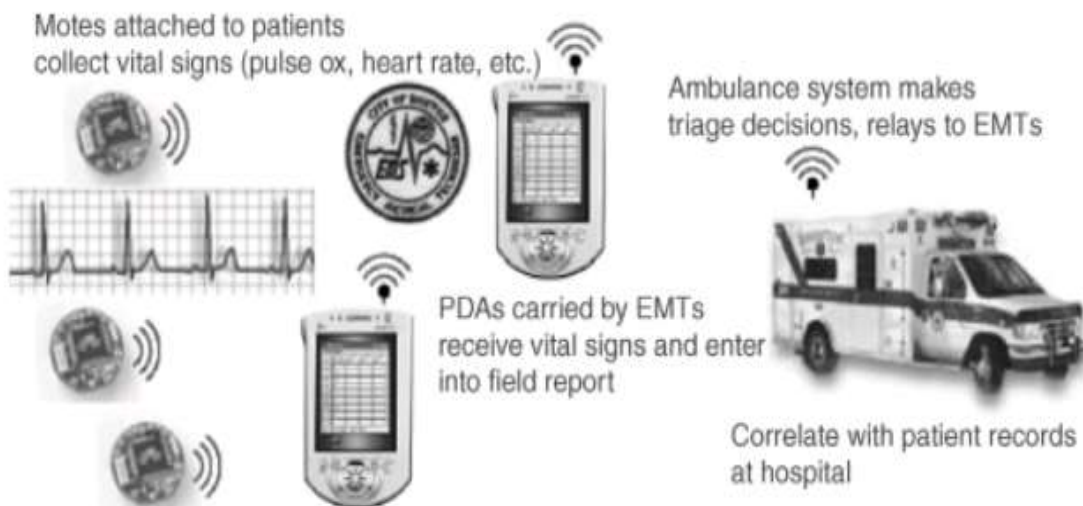
- Các thiết bị đo đạc lớn đối với việc quan sát diện tích lớn trên trái đất.
- Sự thăm dò các hành tinh, phát hiện sinh-hóa, nông nghiệp chính xác.
- Quan sát môi trường, trái đất, môi trường vùng biển và bầu khí quyển.
- Phát hiện cháy rừng, nghiên cứu khí tượng học và địa lý.
- Phát hiện lũ lụt, sắp đặt sự phức tạp về sinh học của môi trường và nghiên cứu sự ô nhiễm...

1.4.2.Trong y tế

Một vài ứng dụng về sức khỏe đối với mạng cảm biến là:

- Giám sát bệnh nhân, các triệu chứng
- Quản lý thuốc trong bệnh viện
- Giám sát sự chuyển động và xử lý bên trong của côn trùng hoặc các động vật nhỏ khác

- Theo dõi và kiểm tra bác sĩ và bệnh nhân trong bệnh viện.



Hình 1.8. Ứng dụng trong y tế

1.4.3.Trong gia đình

Trong lĩnh vực tự động hóa gia đình, các nút cảm biến được đặt ở các phòng để đo nhiệt độ. Không những thế, chúng còn được dùng để phát hiện những sự

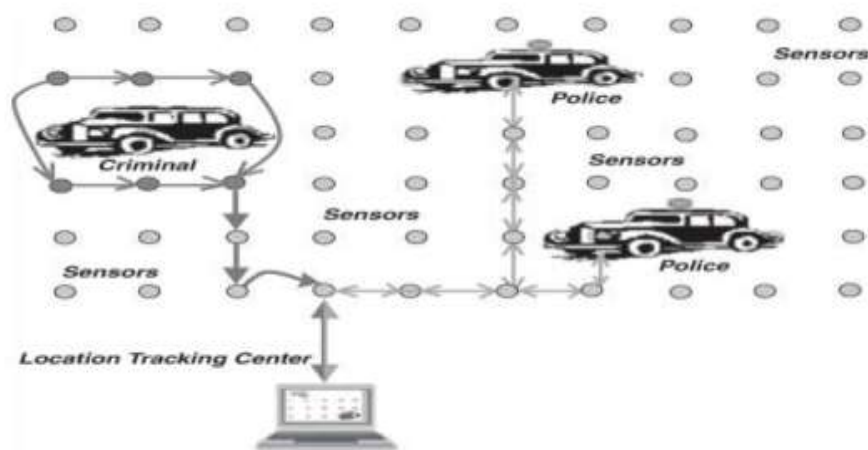
dịch chuyển trong phòng và thông báo lại thông tin này đến thiết bị báo động trong trường hợp không có ai ở nhà.



Hình 1.9. Tắt bật điện tự động ở hành lang

1.4.4. Trong hệ thống giao thông thông minh

- Giao tiếp giữa biển báo và phương tiện giao thông
- Hệ thống điều tiết lưu thông công cộng
- Hệ thống báo hiệu tai nạn, kẹt xe,...
- Hệ thống định vị phương, trợ giúp điều khiển tự động phương tiện giao thông...



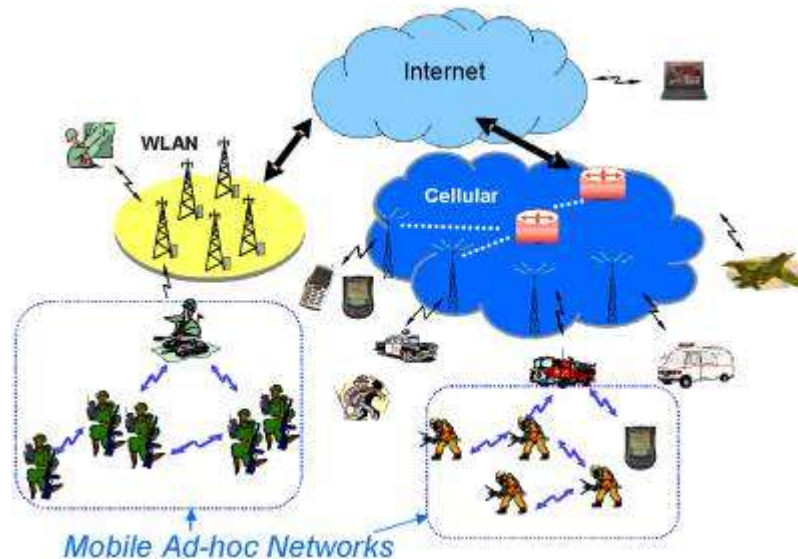
Hình 1.10. Ứng dụng định vị phương tiện giao thông

1.4.5. Trong quân sự, an ninh

Mạng cảm biến không dây có thể tích là một phần tích hợp trong hệ thống điều khiển quân đội, giám sát, giao tiếp, tính toán thông minh, trinh sát, theo dõi mục tiêu. Đặc tính triển khai nhanh, tự tổ chức và có thể bị lỗi của mạng cảm biến làm cho chúng hứa hẹn kỹ thuật cảm biến cho hệ thống trong quân đội. Vì mạng cảm biến

dựa trên sự triển khai dày đặc của các nút cảm biến có sẵn, chi phí thấp và sự phá hủy của một vài nút bởi quân địch không ảnh hưởng đến hoạt động của quân đội cũng như sự phá hủy các cảm biến truyền thống làm cho khái niệm mạng cảm biến là ứng dụng tốt đối với chiến trường. Một vài ứng dụng quân đội của mạng cảm biến là quan sát lực lượng, trang thiết bị, đạn dược, theo dõi chiến trường do thám địa hình và lực lượng quân địch, mục tiêu, việc đánh giá mức độ nguy hiểm của chiến trường, phát hiện và do thám việc tấn công bằng hóa học, sinh học, hạt nhân.

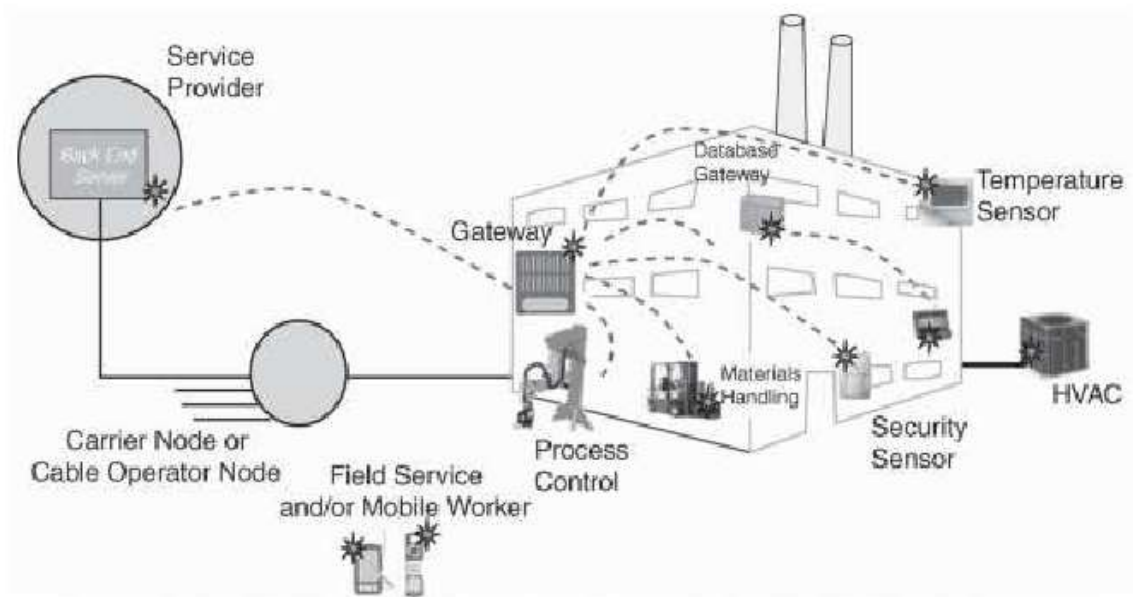
- Định vị, theo dõi sự di chuyển của các thiết bị quân sự
- Điều khiển tự động các thiết bị, robot,...
- Kích hoạt thiết bị, vũ khí quân sự
- Theo dõi biên giới kết hợp với vệ tinh



Hình 1.11 Ứng dụng WSN trong an ninh quốc gia

1.4.6. Trong thương mại

- Quản lý kiến trúc và xây dựng
- Quản lý sản xuất
- Hệ thống xử lý vật liệu
- Quản lý tải trọng tiêu thụ điện năng
- Điều khiển nhiệt độ
- Hệ thống tự động, thu thập dữ liệu thời gian thực



Hình 1.12 Ứng dụng trong công nghiệp

1.5.Sự khác nhau giữa WSN và mạng truyền thông

Dựa vào sự trình bày ở trên, ta dễ dàng nhận thấy sự khác nhau giữa WSN và các mạng truyền thống:

- Số lượng node cảm biến trong một mạng cảm nhận lớn hơn nhiều lần so với những node trong các mạng truyền thống.
- Các node cảm biến thường được triển khai với mật độ dày hơn.
- Những node cảm biến dễ hỏng, ngừng hoạt động hơn.
- Cấu trúc mạng cảm nhận thay đổi khá thường xuyên.
- Mạng cảm nhận chủ yếu sử dụng truyền thông quảng bá, trong khi đó đa số các mạng truyền thống là điểm - điểm.
- Những node cảm biến có giới hạn về năng lượng, khả năng tính toán và bộ nhớ.
- Những node cảm biến có thể không có số định dạng toàn cầu (global identification) (ID).
- Truyền năng lượng hiệu quả qua các phương tiện không dây
- Chia sẻ nhiệm vụ giữa các node lân cận

Như vậy, đặc trưng cơ bản nhất để phân biệt 1 mạng cảm biến và 1 mạng wireless khác chính là giá thành, mật độ node mạng, phạm vi hoạt động, cấu hình mạng (topology), lưu lượng dữ liệu, năng lượng tiêu thụ và thời gian ở trạng thái hoạt động (active mode).

1.6.Mô hình đặc tính vô tuyến

Truyền thông vô tuyến, một mặt là chìa khóa cho sự triển khai mạng cảm biến (loại mạng với giá thành thấp và với tính linh hoạt cao). Mặt khác, nó yêu cầu thách thức lớn bởi vì truyền thông vô tuyến là tốn kém và điều kiện kết nối vô tuyến thường rất khắc nghiệt, thay đổi đáng kể về không gian và thời gian do các hiệu ứng truyền đa đường.

- Mô hình năng lượng: Là một mô hình thực cho các mức năng lượng của quá trình truyền sóng vô tuyến
- Mô hình nhiễu: Là một mô hình thực, kết hợp với hiệu ứng capture nhờ đó gói tin từ các bộ truyền năng lượng cao có thể được nhận ngay cả trong sự tồn tại đồng thời của giao thông mạng.

1.6.1.Mô hình năng lượng vô tuyến

Trong khi giá trị công suất thực tế của các radio khác nhau là khác nhau, phụ thuộc vào công suất đầu ra và dải hoạt động, thì một đặc điểm chung mà có thể quan sát thấy trong các giá trị công suất của chúng là chế độ sleep. Các giá trị công suất nhận và truyền đều rất quan trọng, với tỷ lệ công suất nhận và truyền từ 1:1 đến 1:2.

Các giá trị công suất cho các hoạt động sau thường rất giống nhau:

- Giữ nút trong chế độ nhận không có gói tin nhận (nút đang hoạt động).
- Giữ nút trong chế độ nhận trong khi đang nhận gói tin.
- Giữ nút trong chế độ nhận trong khi các gói tin được dùng cho nút khác.

Những quan sát/nhận xét trên cho thấy: tốt nhất là nên giữ radio ở chế độ sleep khi có thể (để có thể cắt bớt các giá trị nhận rồi) và trong mỗi lần thời gian hiệu lực dài (nhằm tối thiểu các hao phí chuyển mạch).

Mô hình năng lượng: Một mô hình đơn giản của sự hao phí năng lượng/bit cho truyền thông qua khoảng cách d là:

$$E = E_{tx} + E_{rx} = \alpha + \beta d^\eta$$

Trong đó:

α : khoảng cách độc lập, đặc trưng cho sự hao phí năng lượng của các điện tử truyền và nhận.

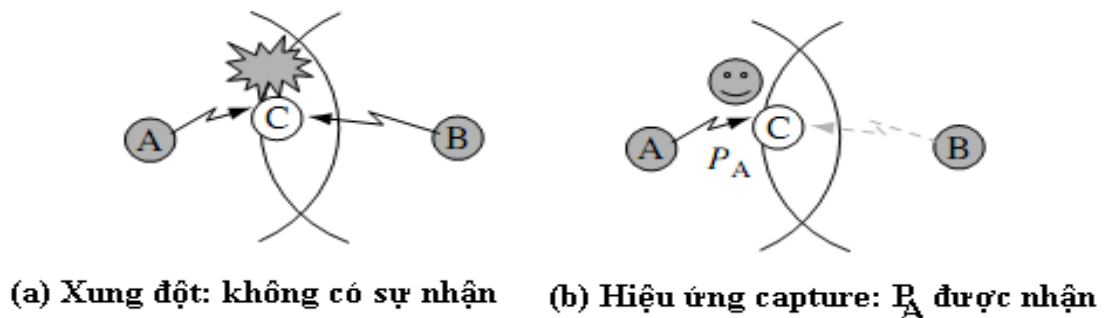
β : hằng số khuếch đại đường truyền.

d^η : sự khuếch đại được yêu cầu để bảo đảm rằng công suất nhận không đổi tại bộ thu.

η : suy hao đường truyền

Đối với radio dải ngắn: $\alpha > \beta d^\eta$. Trên thực tế chỉ có α có thể quyết định hao phí truyền đối với radio dải ngắn, giá trị năng lượng truyền có thể giảm qua nhiều hop cùng với sự giảm công suất lỗi ra.

1.6.2. Mô hình nhiễu



Hình 1.13. Nhiễu trong môi trường wireless: (a) là mô hình lý tưởng hóa; (b) mô hình hiệu ứng capture.

* *Mô hình lý tưởng*: A và B cùng truyền đến C $\rightarrow$ xung đột. Không có một nút nào có thể nhận thành công gói tin do xung đột, trong khi đó nút vẫn đang truyền. Một sự khác biệt của mô hình này là bề mặt giao thoa (nhiễu) có bán kính lớn hơn bán kính truyền thông.

Những mô hình loại này chỉ truyền thông tốt trên một link mà quá trình truyền luôn xảy ra xung đột với các đường truyền khác đến nút nhận. Nhận xét đơn giản này rất có ích cho thiết kế và bản phân tích, tuy nhiên cũng có thể có khả năng sai lệch cao.

Trong thực tế, các radio có khả năng nhận gói lỗi một cách tự do, thậm chí khi các gói khác đang được truyền bởi các nút lân cận. Đây được gọi là hiệu ứng capture.

$g_{i,j}$ là kênh giành được trên liên kết 2 nút i và j (kết hợp suy hao đường truyền như một hàm khoảng cách cũng như fading theo hàm $\log_{10}$).

P_i : công suất truyền tại đầu ra ở nút i .

N_i : công suất nhiễu tại nút i .

Nút 1 có thể nhận thành công một gói tin từ nút 0 (thậm chí có sự thiết lập giao thoa các nút I) đồng thời truyền các gói tin nếu:

$$\frac{P_0 g_{0,1}}{\sum_{i \in I} g_{i,1} P_i + N_1} > C$$

Biểu thức bên trái bất đẳng thức được gọi là tỷ lệ SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio – tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu và ồn).

C gọi là tỷ lệ capture hay ngưỡng capture. C phụ thuộc vào đặc điểm của bộ điều chế và bộ mã hóa của radio. Khi C nhỏ, việc capture một gói, thậm chí trong sự tồn tại của các quá trình truyền nhiễu là dễ dàng hơn.

Hiệu ứng capture đã được đo bằng thực nghiệm trong các sensor. Qua các thí nghiệm trên các thiết bị CC1010 nền tảng Mica 2 cho thấy 70% tất cả các quá trình truyền thông đồng thời tồn tại hiện tượng capture. So sánh với mô hình lý tưởng, hiện tượng capture có hiệu quả thiết thực làm giảm mức năng lượng gói tin bị mất trong sự tranh chấp ở lớp MAC.

1.7. Kết luận

Chương này đã giới thiệu tổng quan về kiến trúc mạng cảm biến và các ứng dụng trong nhiều lĩnh vực dân sự cũng như quân sự, y tế, môi trường... Qua đó ta thấy rõ được tầm quan trọng của mạng cảm biến với cuộc sống của chúng ta. Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ ngày nay sẽ hứa hẹn thêm nhiều ứng dụng mới của mạng cảm biến.

Truyền thông có thể tiêu thụ nguồn năng lượng đáng kể trong các mạng không dây, cần giảm thời gian của chế độ nhận vô tuyến im lặng bằng cách tắt vô tuyến nếu nó không sử dụng; Năng lượng chuyển trạng thái cũng đáng kể, cho nên sẽ không lợi về năng lượng khi truyền trên khoảng cách ngắn. Chương 2 tiếp theo sẽ giới thiệu về một số phương pháp tiết kiệm năng lượng trong mạng cảm nhận

CHƯƠNG II: MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TRONG MẠNG CẢM NHẬN

2.1. Giới thiệu về định tuyến

Định tuyến là cách thức mà Router (bộ định tuyến) hay PC (hoặc thiết bị mạng khác) sử dụng để phát các gói tin tới mạng đích.

2.1.1. Định tuyến trong WSN

Cách đơn giản để thực hiện liên lạc là trao đổi trực tiếp từ các node đến base station. Tuy nhiên, liên kết dựa trên truyền một chặng (single-hop) gặp vấn đề suy giảm năng lượng nhanh chóng của các node nếu các node ở cách xa trạm trung tâm, do đó làm giảm thời gian sống của mạng. Đây là vấn đề quan trọng với các mạng cảm biến không dây được xây dựng phân bố trên phạm vi rộng hay các node di động và có thể di chuyển ra xa trạm trung tâm.

Để giải quyết nhược điểm này, dữ liệu trao đổi giữa các cảm biến và base station được truyền đa chặng (multihop). Các liên kết đa chặng có thể kéo dài khoảng cách và đưa ra một đường đi linh hoạt hơn. Phương pháp này tiết kiệm hiệu quả năng lượng và giảm đáng kể can nhiễu giữa các node đang tranh chấp kênh truyền, đặc biệt trong những mạng WSNs có mật độ cao.

Trong truyền multihop, các node trung gian phải tham gia vào việc chuyển các gói dữ liệu giữa nguồn và đích. Xác định các node trung gian cần phải đi qua chính là nhiệm vụ của giải thuật định tuyến.

2.1.2. Thách thức trong vấn đề định tuyến

Chính vì những đặc điểm riêng biệt của mạng cảm biến mà việc định tuyến trong mạng cảm biến phải đối mặt với rất nhiều thách thức sau:

- Mạng cảm biến có một số lượng lớn các nút, cho nên ta không thể xây dựng được sơ đồ địa chỉ toàn cầu cho việc triển khai số lượng lớn các nút đó vì lượng mã đầu để duy trì ID quá cao.
- Dữ liệu trong mạng cảm biến yêu cầu cảm nhận từ nhiều nguồn khác nhau và

truyền đến sink.

- Các nút cảm biến bị ràng buộc khá chặt chẽ về mặt năng lượng, tốc độ xử lý, lưu trữ.
- Hầu hết trong các ứng dụng mạng cảm biến các nút nói chung là tĩnh sau khi được triển khai ngoại trừ một vài nút có thể di động.
- Mạng cảm biến là những ứng dụng riêng biệt.
- Việc nhận biết vị trí là vấn đề rất quan trọng vì tập hợp dữ liệu thông thường đưa lên vị trí.
- Khả năng dư thừa dữ liệu rất cao vì các nút cảm biến thu lượng dữ liệu dư trên hiện tượng chung.

2.1.3. Giao thức định tuyến trong WSNs

Mạng WSN có một số đặc trưng cơ bản của mạng ad hoc. Do đó có thể xem xét các giao thức định tuyến của mạng ad hoc khi áp dụng vào mạng WSN. Giải thuật định tuyến cho mạng ad hoc được chia theo 3 dạng: proactive, reactive và hybrid.

- Proactive (Khởi tạo trước): còn gọi là table driven, dựa trên sự phân phát theo chu kỳ thông tin định tuyến để đạt được các bảng định tuyến nhất quán và chính xác đến tất cả các node của mạng. Cấu trúc mạng có thể là phẳng hay phân cấp. Dùng phương pháp này cho cấu trúc phẳng có khả năng tìm được đường đi tối ưu nhất.

- Reactive (phản ứng): xây dựng tuyến đến một đích nào đó theo nhu cầu. Giải thuật này thường không xây dựng thông tin chung đi qua tất cả các node của mạng. Do đó chúng dựa trên định tuyến động để tìm ra đường đi giữa nguồn và đích. Giải thuật định tuyến reactive thay đổi theo cách mà chúng điều khiển quá trình flooding để giảm thông tin overhead và cách các tuyến được tính toán và xây dựng lại khi liên kết không thực hiện được.

- Hybrid (hỗn hợp): dựa trên cấu trúc mạng để tạo tính ổn định và khả năng mở rộng cho các mạng có kích thước lớn. Trong những giải thuật dạng này mạng phân chia thành các cluster. Do số lượng lớn và tính di động, mạng có đặc tính động khi các node vào hay tách ra khỏi các cluster. Giải thuật định tuyến hybrid có thể được dùng theo mô hình định tuyến proactive được dùng cho bên trong các cluster và định tuyến reactive dùng liên kết giữa các cluster.

2.1.4. Các kỹ thuật định tuyến

Thiết kế các giao thức định tuyến của mạng WSN phải xem xét đến công suất và tài nguyên hạn chế của các node mạng, đặc tính thay đổi theo thời gian của kênh truyền vô tuyến và khả năng trễ hay mất gói. Nhiều giao thức định tuyến đã được đưa ra

- Dạng thứ nhất là giao thức dành cho kiến trúc mạng phẳng trong đó tất cả các node xem như cùng cấp. Kiến trúc phẳng có nhiều lợi ích như tối thiểu overhead để xây dựng hạ tầng mạng và có khả năng tìm ra nhiều đường liên lạc giữa các node với sai số cho phép.
- Dạng thứ hai dùng trong mạng có cấu trúc tiết kiệm năng lượng, ổn định và khả năng mở rộng. Trong dạng này các node mạng được sắp xếp vào các cluster, trong đó một node có năng lượng lớn nhất vai trò cluster head. Cluster head có trách nhiệm phối hợp các hoạt động giữa các node trong cluster và chuyển thông tin giữa các cluster. Việc phân hoạch giảm năng lượng tiêu thụ và kéo dài thời gian sống của mạng.
- Dạng thứ ba dùng phương pháp data-centric để phân bố yêu cầu trong mạng. Phương pháp dựa trên thuộc tính, ở đó một node nguồn truy vấn đến một thuộc tính của hiện tượng nào đó hơn là một node cảm biến riêng biệt. Việc phân tán yêu cầu thực hiện bằng cách phân nhiệm vụ cho các node cảm biến và định rõ một thuộc tính riêng biệt cho các node
- Dạng thứ tư dùng để chỉ ra một node cảm biến. Định tuyến dựa trên vị trí rất hữu ích cho các ứng dụng mà vị trí của node trong vùng địa lý có thể được hỏi bởi node nguồn. Yêu cầu như thế có thể định rõ vùng nào đó mà các hiện tượng quan tâm có thể xảy ra hay lân cận với điểm đặc biệt nào đó trong vùng hoạt động của mạng.

2.2. Giới thiệu về thiết bị lớp Microserver

Microserver là các node nhỏ 32 bit, là thiết bị ngoại vi tinh vi với bộ nhớ RAM và bộ nhớ flash cùng với radio 802.1 băng thông rộng.

2.2.1. Định tuyến end-to-end cho thiết bị lớp Microserver

Trong một mạng lưới đa chặng các node chu kì nhiệm vụ, đường dẫn end-to-end đôi khi cũng tồn tại vì các node có thể tắt radio và CPU của chúng và ngắt kết nối mạng. Vấn đề nảy sinh khi có một node muốn truyền dữ liệu qua nhiều bước. Nếu các node luôn thức, đường dẫn sẽ tồn tại, nhưng trong mạng chu kì nhiệm vụ, điều đó không phải lúc nào cũng đúng. Các node có thể phối hợp chu kì thức ngủ và bảng thức ngủ của chúng để đảm bảo rằng thời gian thức ngủ của chúng được đồng bộ và thực hiện các chức năng phối hợp khác. Thức dậy trong thời gian rất ngắn là không có lợi, do có một chi phí đáng kể cho quá trình tự báo thức.

Tuy nhiên, một thuật toán định kì báo thức không phải lúc nào cũng thực hiện đầy đủ với một độ trễ thấp. Các ứng dụng sẽ tốt hơn nếu được phục vụ bởi một thuật toán dựa trên sự kiện. Nó có thể phản ứng nhanh với các sự kiện xảy ra, từ đó đạt được độ trễ thấp, đồng thời, đặt mạng trong trạng thái năng lượng tiêu thụ thấp khi không hoạt động, do đó có thể duy trì đời sống cho mạng trong thời gian dài.

Vấn đề đưa ra hiện nay đó là làm thế nào để thiết kế một hệ thống vừa đáp ứng yêu cầu độ trễ thấp lại vừa đáp ứng được yêu cầu tiêu thụ năng lượng thấp.

2.2.1.1. Kiến trúc đồng nhất và hỗn hợp

Các yêu cầu tiêu thụ năng lượng thấp cũng như độ trễ thấp không thể đáp ứng bởi một hệ thống đồng nhất hoặc hệ thống mà các Microserver bao gồm một CPU và một radio duy nhất. Vì không có radio thứ hai mà Microserver không thể sử dụng một kênh điều khiển thay thế cho các node thức dậy khi có một sự kiện xảy ra.

Nếu có một hệ thống với năng lượng đủ để có thể duy trì trong thời gian dài và bằng cách sử dụng một radio thứ hai, nó có thể đáp ứng yêu cầu độ trễ thấp, các node có thể được đánh thức theo yêu cầu mà không cần một cơ chế lập lịch. Do đó chúng ta có thể sử dụng một kiến trúc hỗn hợp mà các Microserver có các Mote gắn liền với chúng và có thể sử dụng cho mục đích báo thức. Mục tiêu của chúng ta là cần xây dựng một con đường đa chặng tới một điểm đến yêu cầu.

2.2.1.2. Phương pháp tiếp cận

Để giải quyết các nhu cầu ứng dụng, trong khi sử dụng lợi thế của một kiến trúc hỗn hợp, phương pháp tiếp cận được nêu ra đó là giao thức định tuyến end-to-end cho lớp thiết bị Microserver.

Trong phương pháp tiếp cận này, mỗi node sử dụng radio băng thông thấp của nó để kết nối với một node cụ thể, được gọi là điều khiển topo và yêu cầu một đường dẫn end-to-end tới một đích đến cụ thể. Bộ điều khiển sau đó quyết định node thức dậy dựa trên thông tin đã được lưu trữ về những con đường định tuyến và gửi các yêu cầu phù hợp với các node khác một lần nữa bằng cách sử dụng radio băng thông thấp. Khi các node nhận được yêu cầu thức, chúng bật CPU và radio băng thông cao để bắt đầu truyền dữ liệu end-to-end.

2.2.2. Các phương pháp tiếp cận khác của định tuyến end-to-end

Để giải quyết vấn đề thiết lập một đường dẫn end-to-end trên các node lớp LEAP, chúng ta xem xét các phương pháp sau đây:

Luôn thức: Một hệ thống mà tất cả tài nguyên CPU và radio hoạt động tại một thời điểm. Hệ thống này không cần radio thứ hai và có độ trễ thấp nhất về truyền dữ liệu nhưng sẽ tiêu thụ năng lượng lớn nhất do không sử dụng trạng thái tiết kiệm năng lượng.

Định kì báo thức: Là một hệ thống mà bộ vi xử lý chính và radio băng thông cao của các node được định kì tắt mở để truyền dữ liệu. Giống như trong hệ thống trước, hệ thống này cũng không cần radio thứ hai. Nó có mức tiêu thụ năng lượng rất thấp, đặc biệt nếu tỉ lệ power-up/power-down là rất thấp.

Thức tất cả: Là một hệ thống mà bộ vi xử lý chính và radio băng thông cao của các node được mở khi có một sự kiện quan trọng xảy ra. Hệ thống này cần có radio thứ hai để thông báo tới các node một sự kiện mới xảy ra và yêu cầu chúng thức dậy. Hệ thống này được dự kiến có độ trễ thấp vì nó dựa trên sự kiện và không phụ thuộc vào bất kì lịch trình cụ thể nào. Tuy nhiên, năng lượng tiêu thụ của nó tương đối đáng kể, phụ thuộc vào số node trong mạng và số node tham gia trong việc thiết lập và duy trì đường dẫn.

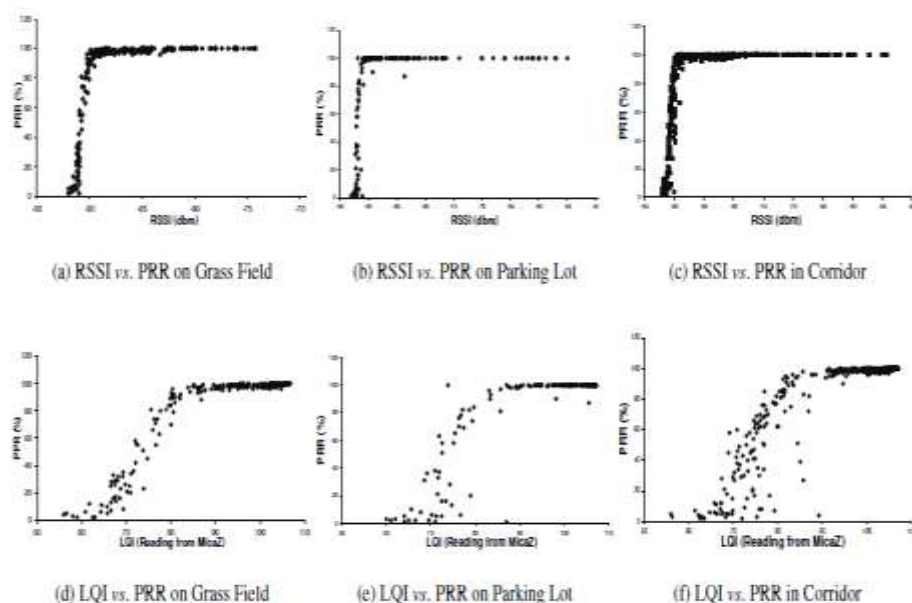
Wake-path: Là hệ thống mà bộ vi xử lý chính và radio băng thông cao của các node thường tắt và chỉ một tập hợp các node cần thiết được bật lên khi có một sự kiện xảy ra. Hệ thống này đòi hỏi một radio thứ hai để thông báo tới các node. Điều này là rất cần thiết cho sự thiết lập đường dẫn. Hệ thống này được dự kiến có độ trễ thấp vì nó dựa trên sự kiện. Nó cũng được dự kiến sẽ thực hiện tốt về tiêu thụ năng lượng vì nó chỉ cố gắng đánh thức một số node được coi là cần thiết với quá trình thiết lập đường dẫn. Tuy nhiên, nó phụ thuộc vào các thông tin trước đó để lựa chọn node nào được đánh thức, mà thông tin đó có thể không hợp lệ. Do đó, hiệu quả của nó phụ thuộc vào trạng thái của mạng/liên kết nhiều hơn so với các hệ thống khác.

2.2.3. Điều khiển công suất phát cho từng nút mạng

2.2.3.1. Động học của điều khiển công suất truyền

Để thiết lập một cơ chế điều khiển công suất truyền hiệu quả cần hiểu được động học giữa chất lượng liên kết và các giá trị của RSSI/LQI. Trong phần này sẽ đưa ra các kết quả thực nghiệm chứng minh mối quan hệ trên.

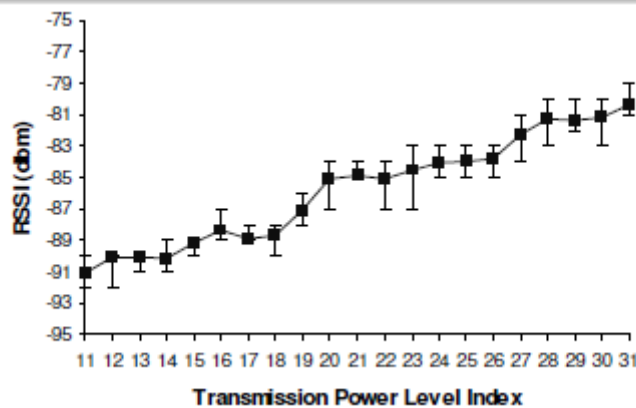
Chất lượng liên kết không đây đề cập đến hiệu suất truyền thông vô tuyến giữa một cặp nút. PRR (tỉ lệ tiếp nhận gói tin) là thước đo trực tiếp nhất về chất lượng liên kết. Tuy nhiên, giá trị PRR chỉ có thể được ghi nhận thống kê trong một khoảng thời gian dài. Thí nghiệm chỉ ra cả RSSI và LQI có thể được sử dụng hiệu quả như số liệu về chất lượng liên kết nhị phân cho việc điều khiển công suất truyền.



Hình 2.1 RSSI và PRR trong các môi trường khác nhau

2.2.3.2. Môi quan hệ giữa công suất truyền và RSSI/LQI

Khi thay đổi cường độ tín hiệu vô tuyến theo các hướng khác nhau thì thu được các kết quả bất thường vô tuyến, nhưng cường độ tín hiệu tại bất kỳ điểm nào trong phạm vi truyền vô tuyến đều chỉ ra một mối tương quan với công suất truyền trong một khoảng thời gian ngắn. Trong các thí nghiệm cho là ngắn, mối tương quan giữa công suất truyền và RSSI / LQI cho một cặp nodes tại một khoảng cách nhất định thường là đều đều và liên tục.



Hình 2.2 Truyền tải điện với RSSI

Tuy nhiên, RSSI / LQI thay đổi trong một phạm vi nhỏ ở bất kỳ mức công suất truyền tải cố định nào. Vì vậy, sự tương quan giữa công suất truyền và RSSI / LQI là không xác định. Ví dụ, hình 2.2 cho thấy giới hạn cao hơn và thấp hơn của RSSI của 100 gói tin nhận được tại mỗi mức công suất truyền dẫn khi đặt hai nodes 6 feet riêng ra trên một bãi cỏ. Kết quả này chứng thực các quan sát từ các nghiên cứu trước đó. Có ba lý do chính cho sự thay đổi trong đường cong RSSI và LQI. Trước tiên, fading gây nên biến đổi cường độ tín hiệu tại bất kỳ khoảng cách cụ thể. Thứ hai, nhiễu xung quanh làm giảm nghiêm trọng chất lượng kênh truyền khi các tín hiệu vô tuyến mạnh không đáng kể so với tín hiệu nhiễu. Thứ ba, các phản ứng vô tuyến không đáp ứng hoàn toàn đúng chức năng.

Từ lúc sự biến đổi là nhỏ, mối quan hệ này có thể được xấp xỉ bởi một đường cong tuyến tính. Mối tương quan giữa RSSI và công suất truyền dẫn là xấp xỉ tuyến tính, và các mối tương quan giữa LQI và công suất truyền tải cũng xấp xỉ tuyến tính trong một phạm vi. Ta chỉ quan tâm đến lấy mẫu RSSI / LQI ở trên hoặc bằng với ngưỡng chất lượng liên kết tốt, nó là khả thi để sử dụng một đường cong tuyến tính để

xấp xỉ tương quan này. Đường cong tuyến tính này được xây dựng dựa trên việc mẫu của RSSI / LQI.

Đường cong này gần như đại diện cho mối tương quan tại chỗ giữa RSSI / LQI và công suất truyền dẫn. Mối tương quan tại chỗ giữa công suất truyền và RSSI / LQI chịu ảnh hưởng phần lớn của môi trường, và những thay đổi tương quan theo thời gian. Cả hình dạng và mức độ của biến đổi đều phụ thuộc vào môi trường. Sự tương quan này cũng tự động biến đổi khi các điều kiện môi trường xung quanh thay đổi. Biến đổi là liên tục, và tốc độ biến đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó mức độ biến đổi của môi trường là một trong những yếu tố chính.

2.2.3.3. Thiết kế điều khiển công suất truyền tương thích

Sau khi đã tìm hiểu các phần trên với các thực nghiệm thực tế, một đề xuất được thiết kế là Adaptive Transmission Power Control (ATPC). Mục tiêu của ATPC là:

- Một là làm cho tất cả các nút trong một mạng cảm biến tìm thấy các mức truyền tải điện tối thiểu có thể cung cấp chất lượng liên kết tốt cho các nút lân cận của nó, để giải quyết các tác động không gian
- Hai là để tự động thay đổi mức độ truyền tải điện cấp qua thời gian, giải quyết các tác động thời gian.

Thông qua ATPC, có thể duy trì tốt chất lượng liên kết giữa các cặp nút với sự điều khiển công suất tại chỗ truyền.

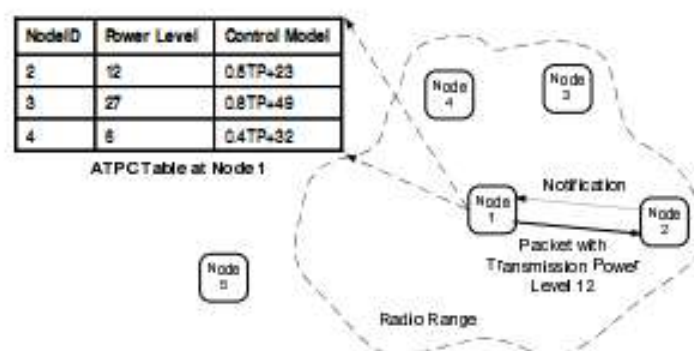


Fig. 6. Overview of the Pairwise ATPC Design

Hình 2.3 Thiết kế tổng quan của cặp ATPC

Hình 2.3 cho thấy ý tưởng chính của ATPC bao gồm: một bảng láng giềng được xác nhận tại mỗi nút và một vòng phản hồi kín để điều khiển công suất truyền chạy giữa mỗi cặp nút. Bảng láng giềng bao gồm các mức công suất truyền tải điện

hợp lý mà nút này nên sử dụng cho các nút lân cận của nó và các thông số cho các mô hình dự đoán tuyến tính của điều khiển công suất truyền tải điện. Mức công suất truyền hợp lý được định nghĩa ở đây là mức truyền tải tối thiểu, được hỗ trợ bởi chất lượng liên kết tốt giữa 1 cặp nút.

Mô hình tiên đoán công suất truyền tuyến tính được sử dụng để mô tả mối quan hệ tại chỗ giữa những chất lượng liên kết và công suất truyền. Dữ liệu thực nghiệm mà công trình thu được cho rằng mối quan hệ tại chỗ không hoàn toàn tuyến tính. Vì vậy, mô hình tiên đoán này là một xấp xỉ của thực tế.

Để có được mức điều khiển truyền tải tối thiểu, nhóm tác giả đã áp dụng lý thuyết điều khiển phản hồi thông tin để thiết lập một vòng khép kín, để từng bước điều chỉnh công suất truyền. Như đã biết, điều khiển phản hồi thông tin cho phép một mô hình tuyến tính hội tụ trong một khoảng khi một hệ thống phi tuyến tính có thể được xấp xỉ bởi một mô hình tuyến tính, vì vậy có thể thiết kế một cách chắc chắn một điều khiển tín hiệu tuyến tính nhỏ cho hệ thống, ngay cả khi mô hình tuyến tính xác lập trong công trình nghiên cứu chỉ là một xấp xỉ của thực tế.

*** Khởi tạo mô hình cho ATPC**

Mục tiêu là thiết lập mô hình phản ánh mối tương quan của công suất truyền tải và chất lượng liên kết giữa nơi gửi và nơi nhận.

Do không có mô hình duy nhất có thể nắm bắt một cách chính xác cho mỗi mạng, hoặc thậm chí hành vi của mỗi nút nên rất cần có được một thiết lập mô hình cặp, phản ánh tác động tại chỗ trên các liên kết cá nhân. Dựa vào các mô hình này mà có thể dự đoán mức độ công suất truyền thích hợp dẫn đến ngưỡng về chất lượng liên kết. Ý tưởng của mô hình tiên đoán này là sử dụng một chức năng gần đúng với sự phân bố của RSSIs ở các cấp độ truyền tải công suất khác nhau, và để thích ứng với sự thay đổi môi trường bằng cách sửa đổi chức năng theo thời gian. Chức năng này được xây dựng từ cặp mẫu của các mức điện truyền tải và RSSIs thông qua một cách tiếp cận đường cong cho thích hợp.

Để có được các mẫu, mỗi nút phát đi một gói beacon ở các mức truyền tải công suất khác nhau và các láng giềng của nó ghi lại RSSI của từng gói thông báo rằng nó có thể nghe và trả lại các giá trị.

- Về mặt kỹ thuật, mô hình này sử dụng một vector TP và một ma trận R.

$TP = (tp_1, tp_2, \dots, tp_N)$. TP là vector chứa các mức công suất truyền khác nhau mà node này sử dụng để gửi ra các thông báo. $|TP| = N.N$, số lượng các mức công suất khác nhau truyền dẫn, là tùy thuộc vào độ chính xác yêu cầu cho các ứng dụng. Matrix

R bao gồm một tập hợp các vector RSSI R_i , tương ứng cho mỗi hàng xóm ($R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}^T$).

$R_i = \{r_i^1, r_i^2, \dots, r_i^N\}$ là vector RSSI cho láng giềng i , trong đó r_i^j là một giá trị RSSI đo tại nút i tương ứng với gói beacon được gửi bởi mức công suất truyền tp_j . Một hàm tuyến tính (phương trình 1) được sử dụng để đặc trưng cho mối tương quan giữa công suất truyền và RSSI trên cơ sở từng cặp.

$$r_i(tp_j) = a_i \cdot tp_j + b_i \quad (1)$$

Tức là chấp nhận một xấp xỉ bình phương nhỏ nhất, mà đòi hỏi chi phí tính toán không đáng kể và có thể dễ dàng áp dụng trong các thiết bị cảm biến. Căn cứ vào các vector của mẫu, các hệ số a_i và b_i của phương trình 1 được xác định thông qua phương pháp xấp xỉ bình phương nhỏ nhất bằng cách giảm thiểu S^2 .

$$\sum (r_i(tp_j) - r_i^j)^2 = S^2 \quad (2)$$

Theo đó, giá trị của a_i và b_i có thể được lấy tại phương trình 3:

$$\begin{bmatrix} a_i \\ b_i \end{bmatrix} = \frac{1}{N \sum_{j=1}^N (tp_j)^2 - (\sum_{j=1}^N tp_j)^2} \times \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^N r_i^j \sum_{j=1}^N (tp_j)^2 - \sum_{j=1}^N tp_j \sum_{j=1}^N tp_j \cdot r_i^j \\ N \sum_{j=1}^N tp_j \cdot r_i^j - \sum_{j=1}^N tp_j \sum_{j=1}^N r_i^j \end{bmatrix}, \quad (3)$$

trong đó i là ID của nút láng giềng và j là số lần truyền cố gắng. Sử dụng a_i và b_i cùng với một ngưỡng về chất lượng liên kết $RSSI_{LQ}$, từ đó có thể tính toán công suất phát

mong muốn $tp_j = \frac{RSSI_{LQ} - b_i}{a_i}$.

Lưu ý rằng phương trình 3 chỉ thiết lập một mô hình khởi tạo và sau đó cần phải cập nhật liên tục mô hình này trong khi môi trường thay đổi theo thời gian tại một hệ thống đang running. Về cơ bản, các giá trị của a_i và b_i là các hàm số của thời gian. Các hàm số này cho phép sử dụng các mẫu mới nhất để điều chỉnh linh hoạt mô hình đường cong ở các phần trên.

Dựa trên kết quả thực nghiệm đã đạt được, dễ nhận thấy a_i , độ dốc của một đường cong, thay đổi ít trong lần thử nghiệm 3 ngày, trong khi b_i thay đổi đáng kể theo thời gian.

Vì vậy, một khi mô hình tiên đoán của ATPC được xây dựng, a_i không thay đổi nữa. $b_i(t)$ được tính bởi công suất truyền muộn nhất và cặp RSSI từ phương trình cho phép phản hồi sau đây.

$$b_i(t) = \frac{\sum_{l=1}^K [RSSI_{L,Q} - r_i(t-1)]}{K} \quad (4)$$

Tại đây $r_i(t-1)$ là giá trị RSSI của nút láng giềng i trong khoảng thời gian $t-1$. K là số phản ứng phản hồi nhận được từ nút này láng giềng ở khoảng thời gian $t-1$. Mặc dù chất lượng liên kết thay đổi đáng kể trong một thời gian dài, nó thay đổi từng bước và liên tục với tốc độ chậm. Thí nghiệm cho rằng một gói / giờ giữa một cặp là đủ để duy trì sự tươi mát của mô hình trong một môi trường tự nhiên.

Nếu mạng có một số lượng hợp lý của lưu lượng, chẳng hạn như một vài gói dữ liệu / giờ, các nút có thể sử dụng các gói dữ liệu này để đo sự thay đổi chất lượng liên kết và chỉ số RSSI. Bằng cách này, các mô hình này được làm mới với tổng chi phí ít.

2.3. Giao thức điều khiển thâm nhập môi trường MAC

Mạng cảm biến không dây là loại mạng đặc biệt với số lượng lớn nút cảm biến được trang bị bộ vi xử lý, thành phần cảm biến và thành phần quản lý sóng vô tuyến. Các nút cảm biến cộng tác với nhau để hoàn thành một nhiệm vụ chung. Trong nhiều ứng dụng, các nút cảm biến sẽ được triển khai phi cấu trúc như mạng ad hoc. Chúng phải tự tổ chức để hình thành một mạng không dây đa bước nhảy. Thách thức chung trong mạng không dây là vấn đề xung đột do hai nút gửi dữ liệu cùng lúc trên cùng kênh truyền. Giao thức điều khiển truy nhập đường truyền (MAC) đã được phát triển để giúp đỡ mỗi nút quyết định khi nào và làm sao để truy nhập kênh. Vấn đề này cũng được biết như sự định vị kênh hoặc đa truy nhập. Lớp MAC được xem xét bình thường như một lớp con của lớp liên kết dữ liệu trong chồng giao thức mạng. Những giao thức MAC đã nghiên cứu rộng rãi trên những lĩnh vực truyền thông của truyền thông tiếng nói và dữ liệu không dây. Đa truy nhập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access - TDMA), Đa truy nhập phân chia theo tần số (Frequency Division Multiple Access - FDMA) và đa truy nhập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA) là những giao thức MAC được sử dụng rộng rãi trong những hệ thống truyền thông tế bào hiện đại. Ý tưởng cơ bản của các phương pháp trên là sẽ tránh xung đột bởi việc chia nhỏ kênh truyền thành những kênh truyền con, các nút sẽ phân chia truy nhập các kênh truyền con đó. Việc phân chia kênh được thực hiện theo thời gian, tần số hoặc theo mã. Những kênh truyền con này không ảnh hưởng lẫn nhau, những giao thức MAC này được phân vào nhóm phi xung đột (*collision-free*). Lớp giao thức MAC khác dựa trên sự cạnh tranh dành quyền truy nhập trên một kênh dung

chung, kết quả trong sự phối hợp xác suất có điều kiện, không cần cấp phát sẵn kênh truyền. Xung đột có thể xảy ra trong thời gian thủ tục cạnh tranh trong những hệ thống như vậy. Những ví dụ cổ điển của những giao thức MAC trên nền cạnh tranh bao gồm ALOHA và đa truy nhập cảm ứng sóng mang (CSMA). Trong giao thức ALOHA, một nút đơn giản truyền một gói khi nó được phát sinh (pure ALOHA) hoặc tại khe sẵn có tiếp theo (slotted ALOHA). Những gói tin va chạm với nhau được vứt bỏ và sẽ được truyền lại. Trong CSMA, một nút thăm dò trước khi phát, nếu nó phát hiện ra kênh bận, thì nó dừng lại và thử lại sau đó. Giao thức CSMA đã được nghiên cứu rộng rãi, hiện nay nó là nền tảng của nhiều chuẩn mở rộng gồm IEEE 802.11. Mạng cảm biến khác với mạng dữ liệu không dây truyền thống trên một vài khía cạnh. Trước hết, đa số các nút trong những mạng cảm biến hoạt động dựa trên nguồn điện pin, và rất khó để nạp điện cho những nguồn pin của tất cả các nút. Thứ hai, những nút thường được triển khai trong một kiểu cách đặc biệt phi cấu trúc; chúng phải tự tổ chức hình thành một mạng truyền thông. Ba là, nhiều ứng dụng cần phải sử dụng số lượng lớn những nút, và mật độ nút sẽ thay đổi tại những địa điểm và thời gian khác nhau, với cả những mạng mật độ thưa lẫn những nút với nhiều lân cận. Cuối cùng, đa số các lưu thông trong mạng được thúc đẩy bởi những sự kiện cảm ứng, phân bố không đều và rất cục bộ. Tất cả những đặc trưng này cho thấy những giao thức MAC truyền thống không thích hợp cho những mạng cảm biến không dây nếu không có những sự cải biến.

2.3.1 Tránh xung đột

Khi nhiều nút có nhu cầu gửi số liệu vào cùng một thời điểm, chúng cần cạnh tranh để quyết định một nút được quyền gửi (chiếm đường truyền). Trong số những giao thức cạnh tranh, 802.11 thực hiện rất tốt việc tránh xung đột. S-MAC sử dụng các kỹ thuật như chuẩn 802.11, bao gồm cảm nhận sóng mang vật lý, cảm nhận sóng mang ảo lần thực hiện trao đổi RTS/CTS.

Có một trường độ dài phát (*duration field*) trong mỗi gói tin được truyền đi để chỉ rằng việc truyền này sẽ duy trì trong thời gian bao lâu. Như vậy nếu một nút nhận được một gói tin dành cho nút khác, thì nó biết việc nó phải giữ yên lặng bao lâu. Nút ghi giá trị này trong một biến gọi là vector thời gian chiếm giữ mạng (Network allocation Vector - NAV) và đặt một đồng hồ tính giờ cho nó. Vào mọi thời điểm khi đồng hồ NAV hoạt động, nút cảm biến tuần tự giảm giá trị của NAV cho đến khi nó về giá trị 0. Khi một nút có dữ liệu để gửi, đầu tiên nó kiểm tra đồng hồ NAV. Nếu giá trị của NAV khác 0, thì nút xác định rằng đường truyền bận và sẽ không thực hiện phát dữ liệu. Kỹ thuật này được gọi là cảm nhận sóng mang ảo (*Virtual Carrier Sense*).

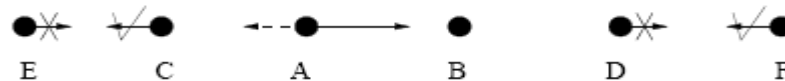
Cảm nhận sóng mang vật lý được thực hiện ở tại lớp vật lý bằng cách thực hiện nghe kênh để truyền. Thời gian ngẫu nhiên cho việc cảm nhận sóng mang rất quan trọng cho việc tránh xung đột. Đường truyền chỉ được xác định là rỗi nếu cả cảm nhận sóng mang vật lý lẫn cảm nhận sóng mang ảo đều xác định đường truyền rỗi.

Tất cả các nút gửi thực hiện cảm nhận sóng mang trước khi bắt đầu phát dữ liệu. Nếu một nút thất bại trong việc thăm dò đường truyền, thì nó chuyển sang trạng thái ngủ và thức giấc tại thời điểm nút nhận ở trạng thái nghe và đường truyền rồi trở lại. Những gói tin quảng bá được gửi mà không sử dụng kỹ thuật RTS/CTS. Những gói tin Unicast sẽ theo tuần tự RTS/CTS/Data/ACK giữa nút gửi và nút nhận.

2.3.2 Tránh nghe thừa

Ở chuẩn 802.11, mỗi nút duy trì trạng thái nghe cho việc truyền tới tất cả các nút lân cận của nó để thực hiện có hiệu quả việc cảm nhận sóng mang ảo. Kết quả là mỗi nút phải nghe thừa nhiều gói không gửi cho nó. Đây là một trong những nguyên nhân chính cho việc tiêu phí năng lượng không cần thiết, đặc biệt khi mật độ nút lớn và lưu lượng mạng tăng.

S-MAC được thiết kế với mục tiêu cố gắng tránh nghe thừa bằng cách để cho những nút có khả năng gây nhiễu không tham gia vào quá trình truyền phát dữ liệu, chuyển sang trạng thái ngủ sau khi chúng nhận được một gói RTS hoặc CTS. Khi những gói dữ liệu luôn dài hơn gói tin điều khiển, cách tiếp cận là ngăn cản các nút lân cận nghe thừa những gói dữ liệu dài và sử dụng gói tin ACK theo sau. Phần tiếp theo sẽ mô tả cách truyền có hiệu quả một gói tin dài kết hợp tránh nghe thừa.



Hình 2.4 Thực hiện tránh nghe thừa. Nút nào nên chuyển tới trạng thái ngủ.

Trong Hình 2.4, nút A, B, C, D, E, Và F hình thành một mạng đa bước nhảy mà từng nút chỉ có thể nghe thông tin truyền từ lân cận hiện thời của nó. Giả thiết nút A đang truyền một gói dữ liệu tới nút B. Câu hỏi đặt ra những nút nào phải chuyển sang trạng thái ngủ.

Xung đột dễ xảy ra ở nút nhận, nút D cần phải ngủ vì sự truyền của nó ảnh hưởng tới sự tiếp nhận tín hiệu của B. Cũng dễ để nhận ra nút E và nút F không phát sinh nhiễu, vì vậy chúng không cần phải ngủ. Nút C có nên đi ngủ hay không? C là cách hai bước tới B, và sự truyền của nó không gây nhiễu tới sự tiếp nhận của B, như vậy nó tự do được phép truyền tới lân cận của nó, ví dụ như E. Tuy nhiên, C không thể nhận bất kỳ sự trả lời nào từ E, vì sự truyền của E xung đột với sự truyền của A tại nút C. Như vậy sự truyền của C đơn giản là một sự tiêu phí năng lượng. Tóm lại, tất cả lân cận tức thời của cả nút gửi và nút nhận cần phải chuyển trạng thái ngủ khi chúng nghe thấy gói RTS hoặc CTS cho đến khi sự truyền hiện thời kết thúc.

Mỗi nút duy trì NAV để chỉ báo hoạt động trong khu lân cận của nó. Khi một nút nhận một gói dành cho tới những nút khác, nó cập nhật NAV của nó tại trường

duration trong định dạng gói tin. Một giá trị NAV lớn hơn 0 chỉ báo rằng có một nút đang gửi số liệu trong khu vực lân cận của nó. Giá trị NAV giảm dần theo thời gian. Như vậy một nút cần phải ở trạng thái ngủ để tránh nghe thừa khi giá trị NAV của nó khác 0.

Giao thức S-MAC đưa ra ý tưởng nút sẽ sang trạng thái ngủ sau khi nghe được một gói tin RTS hoặc CTS dành cho cho nút khác. Khi đó nút bị ngăn cản việc gửi dữ liệu trong thời gian đó, nó không thể tham gia bất kỳ truyền thông nào và tốt nhất là tắt bộ phận thu phát vô tuyến của nó để tiết kiệm năng lượng.

Tránh nghe thừa là một tùy chọn trong giao thức T-MAC để giảm năng lượng tiêu thụ. Tuy nhiên, chúng sẽ làm xung đột do thông tin điều khiển (*overhead collision*) cao hơn: một nút có thể không nhận được gói tin RTS và CTS trong khi ngủ và làm phiền giao tiếp nào đó khi nó tỉnh dậy trở lại. Do vậy, lưu lượng cực đại giảm bớt. Mặc dầu việc tránh nghe thừa sẽ tiết kiệm điện năng nhưng nó không được sử dụng khi muốn đạt băng thông cực đại.

2.3.3 Time out-MAC

Mặc dù thực hiện giảm tiêu hao năng lượng bằng việc giảm thời gian chờ nghe qua giải pháp thực hiện chu trình *thức/ngủ* cố định, nhưng giải pháp này của S-MAC chưa đạt hiệu quả tối ưu. S-MAC có hai tham số quan trọng: độ lớn của khung thời gian (*frame time*) và độ dài thời gian thức (*active time*). Độ lớn khung thời gian bị giới hạn bởi yêu cầu về độ trễ cho phép và độ lớn bộ đệm. Độ lớn thời gian thức phụ thuộc chủ yếu trên tốc độ phát sinh thông điệp: nó phải đủ lớn để nút cảm biến có thể phát đi tất cả các thông điệp của nó trong khoảng thời gian thức. Trong khi yêu cầu độ trễ và không gian bộ đệm nói chung là cố định thì tốc độ phát sinh thông điệp thường thay đổi. Để đảm bảo tất cả các thông điệp được phát như mong muốn, nút cảm biến phải được cài đặt một thời gian thức sao cho có thể xử lý ở mức thông lượng cao nhất. Nhưng khi thông lượng xuống thấp thì thời gian thức sẽ không được sử dụng tối ưu và do đó năng lượng sẽ bị lãng phí do vấn đề nghe khi rỗi (*idle listening*).

Giao thức điều khiển truy nhập T-MAC (Timeout-MAC) do hai tác giả Tijs van Dam và Koen Langendoen, khoa Công nghệ thông tin và các hệ thống, Trường đại học công nghệ Delft, Hà Lan, giới thiệu tại Hội nghị quốc tế về các hệ thống mạng cảm biến nhúng lần thứ nhất tại Los Angeles, Mỹ, năm 2003 (Sensys'03), là sự cải tiến S-MAC để khắc phục nhược điểm trên. Ý tưởng mới của giao thức T-MAC là giảm bớt thời gian nghe khi rỗi bằng việc truyền tất cả các thông điệp trong những cụm (*burst*) có độ dài thay đổi tùy theo, và thực hiện ngủ giữa các cụm, xác định một cách mềm dẻo độ dài tối ưu thời gian thức theo sự thay đổi của lưu lượng đường truyền.

CHƯƠNG III :NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TIẾT KIỂM NĂNG LƯỢNG TRONG MẠNG CẢM NHẬN

3.1.Giới thiệu về chương trình mô phỏng Prowler

Prowler(Probabilistic Wireless Network Simulator):

Các hệ thống mạng nhúng là các hệ thống phân tán với quy mô rộng lớn và nguồn năng lực xử lý các node hạn chế được gắn với các tiện ích xử lý vật lý thông qua các cảm biến và thiết bị truyền. Các ứng dụng chạy trên nền tảng này được phân phối rộng lớn và có ảnh hưởng bởi các kênh truyền thông. Các mô phỏng có mô phỏng các hành vi của thiết bị nhưng không mô phỏng những hiệu ứng trong các kênh truyền tuy nhiên trong các kênh truyền không hoàn thiện thường ảnh hưởng tới công suất của các ứng dụng vì vậy rất cần các tương tác trong mô phỏng cho kết quả thực tế.

Prowler là hệ thống mô phỏng những hệ thống mạng không dây từ lớp ứng dụng cho tới lớp vật lý, Prowler chạy trên môi trường matlab nên dễ thiết lập những khả năng cho trực quan.

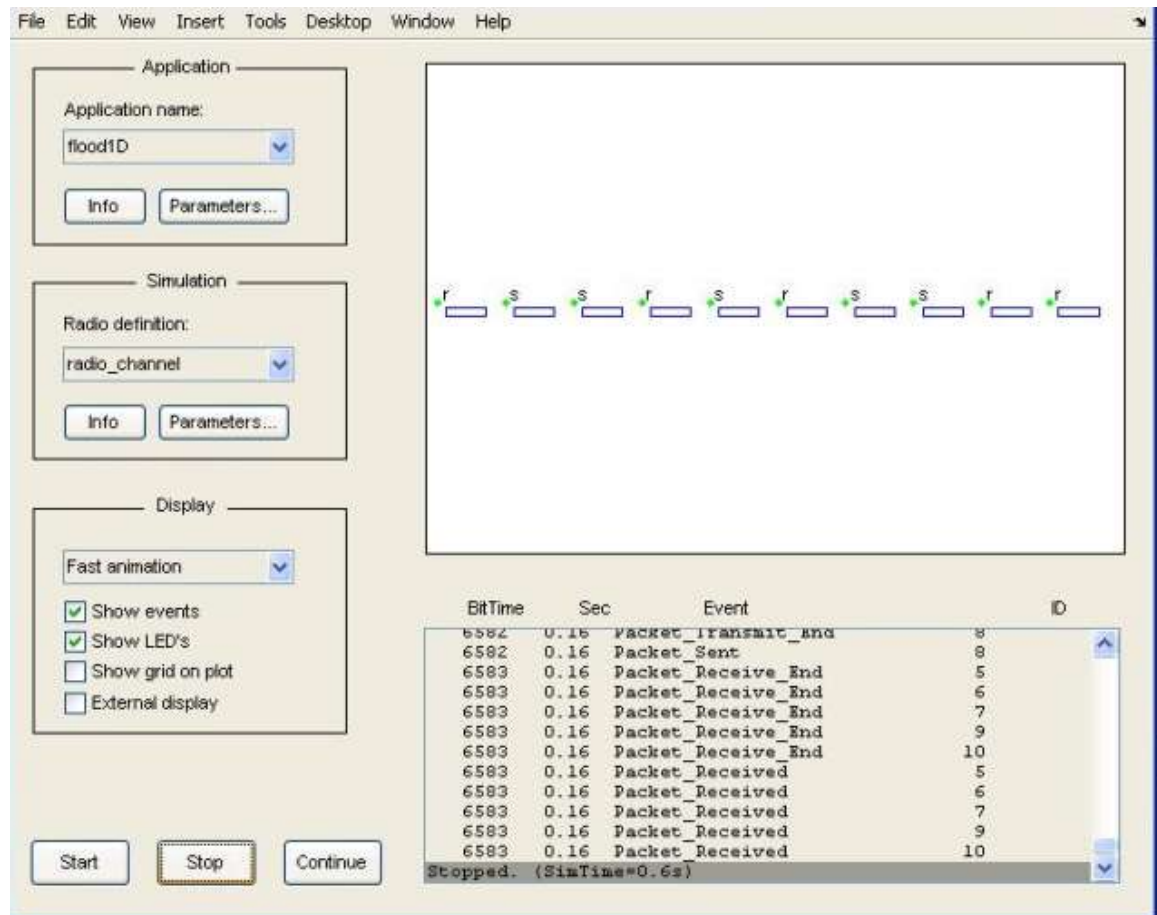
3.1.2.Mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End

3.1.2.1.Thiết lập thông số

Thời gian truyền suspend-to-on mô phỏng bằng cách sử dụng bộ đếm thời gian với độ trễ là 3 giây. Giá trị timeout cho cơ chế điều khiển độ tin cậy của topo được thiết lập ban đầu là 5 giây. Số lượng node được sử dụng trong mô phỏng là 10 node, lỗi bars cho biết độ tin cậy là 95%.

3.1.2.2Thiết lập mô phỏng

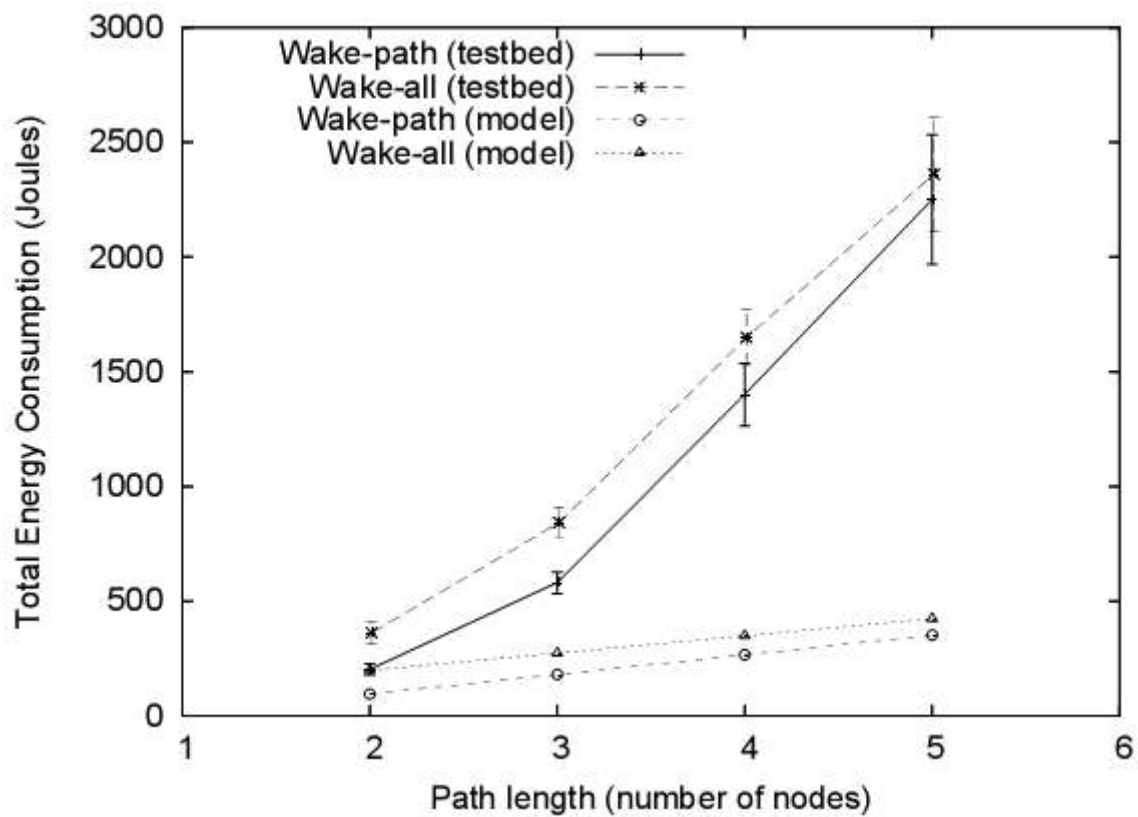
Hình 3.1 cho thấy mô hình thiết lập mô phỏng giao thức end-to-end. Đây là giao thức định tuyến phổ biến trong mạng cảm nhận cũng như mạng truyền thống.



Hình 3.1. Mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End

3.1.3.Đánh giá

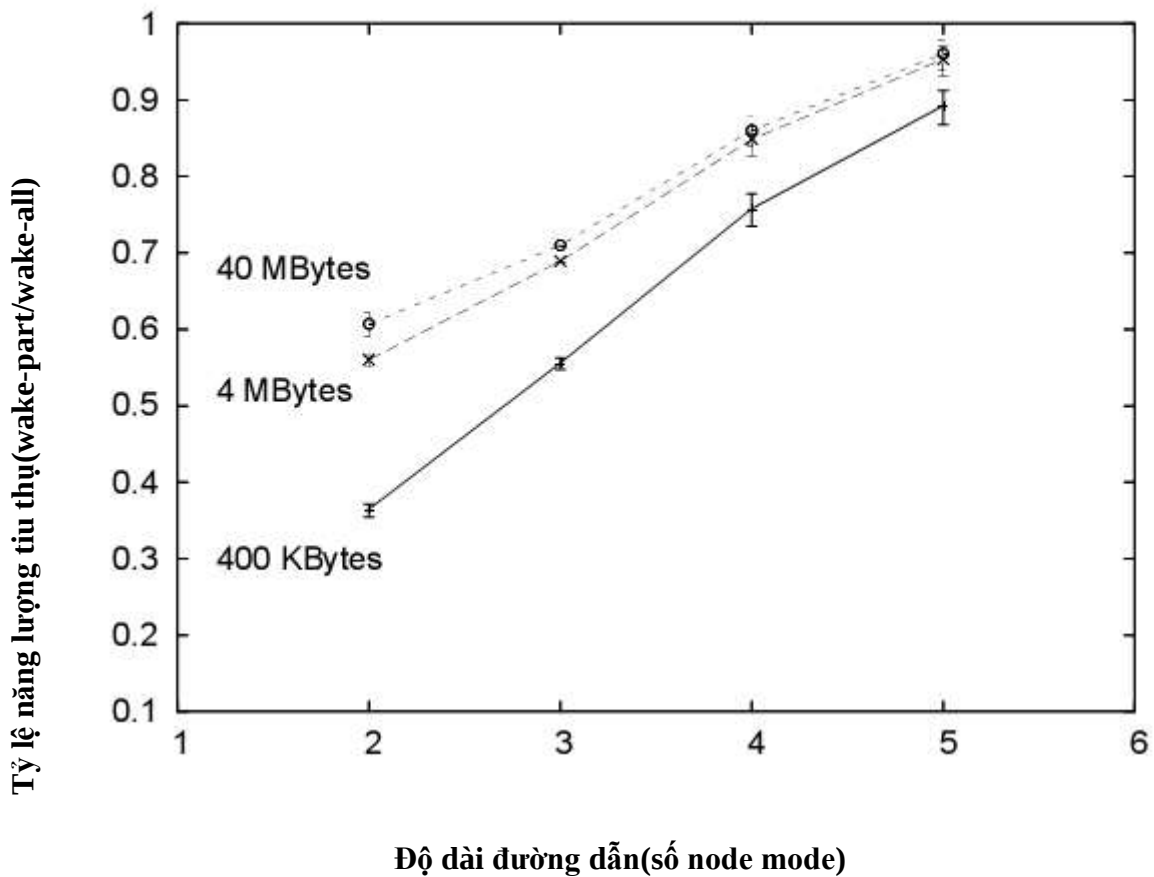
3.1.3.1 Năng lượng tiêu thụ



Hình 3.2. Tổng năng lượng tiêu thụ cho tất cả các node mạng

Hình 3.2 cho thấy tổng số năng lượng tiêu thụ cho tất cả các node trong mạng, sử dụng chế độ chuyển tiếp năng lượng suspend-to-on. Dựa trên các kết quả thử nghiệm, năng lượng trong cơ chế wake-path hiệu quả hơn wake-all.

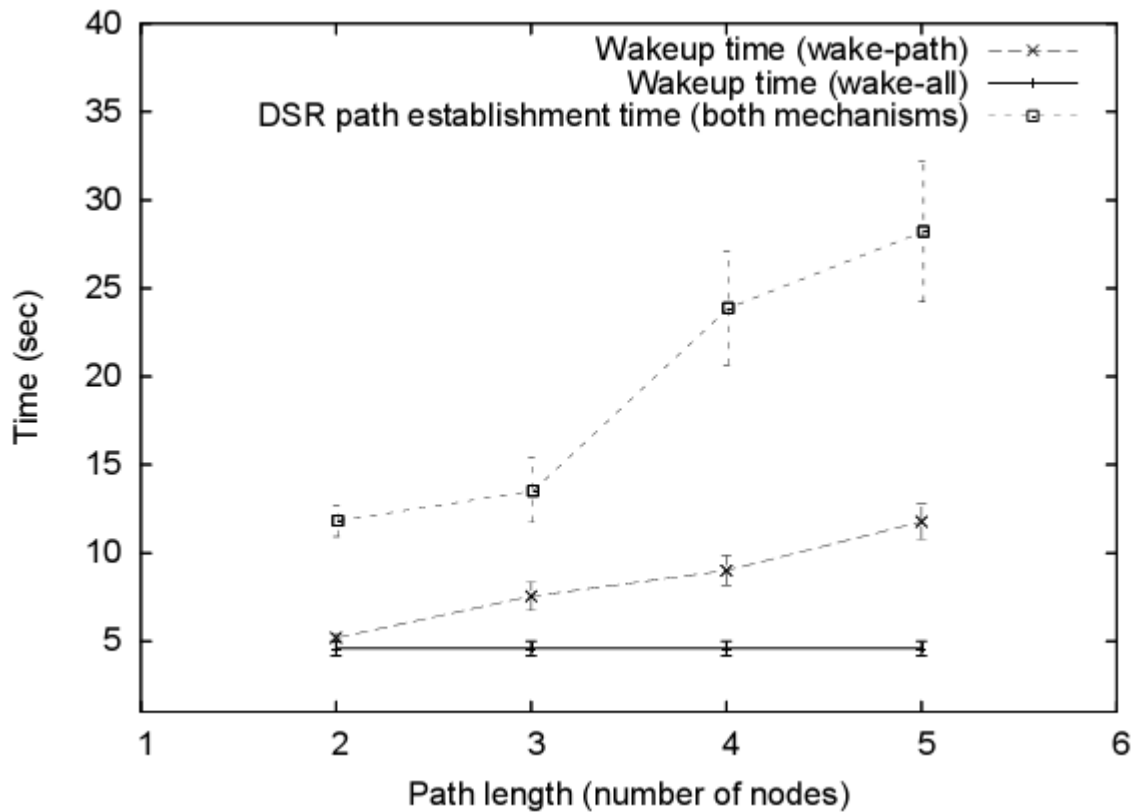
Hình 3.3 cho thấy tỷ lệ năng lượng tiêu thụ của wake-path/wake-all. Theo hình ta thấy, năng lượng của wake-path hiệu quả hơn 60% so với cơ chế wake-all khi truyền dữ liệu 400 KB. Sự khác biệt trở lên ít hơn khi tăng kích thước dữ liệu. Khi tăng chiều dài đường dẫn thì năng lượng tiêu thụ của wake-path cũng tăng.



Hình 3.3. Tỷ lệ năng lượng tiêu thụ(wake-part/wake-all)

3.1.3.2 Độ trễ

Thời gian cần thiết cho việc điều khiển topo đánh thức các node cần thiết cũng như thời gian thành lập đường dẫn DSR được thể hiện trong hình 3.4. Theo dự kiến, độ trễ khi đánh thức các node trong cơ chế wake-path độc lập với độ dài đường dẫn vì tất cả các node đang được đánh thức. Khi sử dụng cơ chế wake-path, bộ điều khiển topo cần liên lạc với các node cũng như chờ câu trả lời từ chúng. Mặc dù CentRoute sử dụng lớp liên kết truyền lại nhưng luôn tồn tại xác suất mất mát gói tin và xác suất ít nhất một gói tin điều khiển bị mất mát tăng lên khi số lượng các gói tin điều khiển tăng. Bộ điều khiển sẽ timeout khi không nhận được câu trả lời sau 5 giây. Thời gian thành lập đường dẫn DSR đòi hỏi đáng kể hơn cơ chế tự đánh thức và cũng phụ thuộc vào độ dài đường dẫn.



Hình 3.4. Thời gian cần thiết cho quá trình thức dậy của node

3.1.3.3 Độ tin cậy

Hình 3.5 cho thấy kết quả thử nghiệm độ tin cậy:

Failure case	Normal	Single-Node
Success Rate (%)	100%	96.7%
Wakeup Time (sec)	9.3	42.6
Nodes active	4	6
Path bandwidth (Kbps)	134.4	92.8

Hình 3.5. Độ tin cậy

Cơ chế độ tin cậy của wake-path cho phép nó thiết lập thành công 29 trong số 30 kết nối với độ tin cậy 96,7%. Tuy nhiên, cơ chế độ tin cậy làm giảm đáng kể về thời gian cần thiết cho các node trong việc thức dậy.

3.1.4.Nhận xét

Trong phần này em đã tiến hành thực hiện mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End bằng chương trình mô phỏng Prowler chạy trên nền Matlab. Qua quá trình tiến hành thử nghiệm cùng với việc nghiên cứu một số tài liệu, em đã đưa ra nhận xét, đánh giá tính hiệu quả của giao thức định tuyến trên so với các giao thức khác trên một số tiêu chí như hiệu quả năng lượng, điều khiển overhead, độ trễ, độ tin cậy...

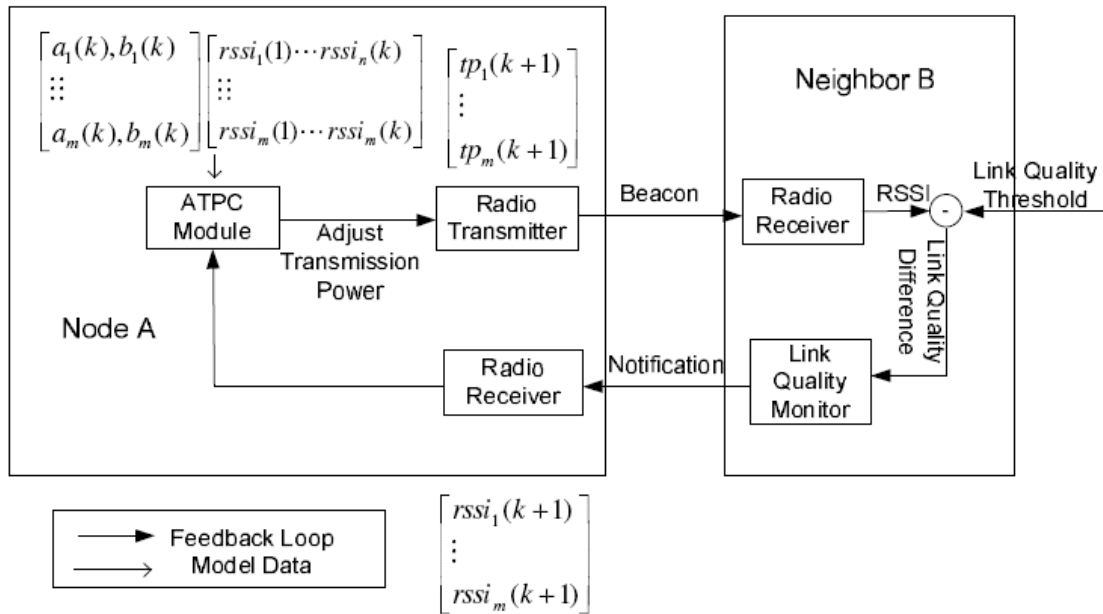
3.2 Thực nghiệm và đánh giá về công suất phát cho từng nút mạng

3.2.1.Thực nghiệm

Việc tiến hành trên các thiết bị cảm biến ATPC dựa vào nội dung thảo luận chủ yếu gồm bốn khía cạnh:

- Hai giai đoạn là thiết kế và vòng phản hồi kín cho điều khiển công suất truyền.
- Các thông số có ảnh hưởng đến hiệu suất hệ thống
- Các kỹ thuật mà tối ưu hóa hiệu suất hệ thống và giảm chi phí
- Các vấn đề khác.

ATPC có hai giai đoạn, giai đoạn khởi tạo và giai đoạn điều chỉnh thời gian chạy. Trong giai đoạn khởi tạo, một mote ước tính một mô hình tiên đoán và lựa chọn một mức công suất truyền phù hợp dựa trên mô hình cho mỗi láng giềng. Từ lúc truyền thông không dây được quảng bá trong tự nhiên, tất cả các láng giềng có thể nhận được các gói beacon và đo được chất lượng liên kết trong parallel. Căn cứ vào tính chất này, mỗi node phát các gói beacon với các mức công suất truyền khác nhau trong giai đoạn khởi tạo, và các láng giềng của nó sẽ đo giá trị RSSI / LQI tương ứng với những gói beacon này và gửi các giá trị này trở lại bởi một gói tin thông báo.



Hình 3.6 Tổng quan vòng lặp phản hồi của ATPC

Trong giai đoạn điều chỉnh thời gian chạy, một phần phản hồi không quan trọng được thông qua để theo dõi sự thay đổi chất lượng liên kết và điều chỉnh trực tiếp công suất truyền. Hình 3.6 là một bức tranh tổng quan của việc phản hồi trong ATPC. Để đơn giản hóa các mô tả bằng cách chỉ ra một cặp nút. Mỗi nút có một module ATPC để kiểm soát công suất truyền. Module này thông qua một mô hình tiên đoán được mô tả trong khoảng trước cho mỗi láng giềng. Nó cũng duy trì một danh sách các mức công suất truyền phù hợp cho hàng xóm của các mote này. Khi nút A có một gói tin gửi cho láng giềng B của nó, đầu tiên điều chỉnh công suất truyền đến mức chỉ định cho bởi bảng láng giềng của nó trong module ATPC, và sau đó truyền các gói tin. Khi nhận được gói tin này, module giám sát chất lượng liên kết tại láng giềng B làm một phép đo chất lượng liên kết. Dựa trên sự khác biệt giữa chất lượng liên kết mong muốn và các phép đo thực tế, module giám sát chất lượng liên kết quyết định một gói tin thông báo có là cần thiết không. Một gói tin thông báo là cần thiết khi chất lượng liên kết giảm xuống dưới mức mong muốn hoặc chất lượng liên kết là tốt, nhưng năng lượng tín hiệu lưu hành là quá cao, như vậy sẽ uống phí năng lượng truyền. Các gói tin thông báo bao gồm chất lượng liên kết khác nhau được đo. Khi node A nhận được một thông báo từ láng giềng B của mình, module ATPC trong nút A sử dụng chất lượng liên kết khác nhau như là đầu vào cho mô hình tiên đoán và tính toán mức công suất truyền tải mới cho láng giềng của nó. Nếu đạt được chất lượng liên kết tốt đòi hỏi phải sử dụng mức công suất truyền tối đa, ATPC điều chỉnh công suất truyền đạt đến mức

tối đa. Nếu sử dụng tối đa mức công suất truyền thì không thể đạt được chất lượng liên kết tốt, liên kết này được đánh dấu giao thức định tuyến. Nếu tất cả các lộ trình không thể cung cấp chất lượng liên kết tốt, mote có thể cố gắng truyền tốt nhất để cho nút láng giềng cùng với chất lượng liên kết tương đối tốt bằng cách sử dụng mức truyền tải điện tối đa.

Có một sự cân bằng giữa độ chính xác và chi phí khi áp dụng ATPC. Các giá trị thực tế của các tham số được lấy từ phân tích và kết quả thực nghiệm. Các thông số quan trọng bao gồm các ngưỡng chất lượng liên kết, tỷ lệ lấy mẫu của việc điều khiển công suất truyền, số lượng các gói dữ liệu mẫu trong giai đoạn khởi tạo, và điều chỉnh các tín hiệu nhỏ điều khiển công suất truyền, là tỉ lệ dẫn đến chất lượng liên kết báo lỗi. Lựa chọn các thông số là cần thiết để đạt được hiệu suất tốt.

Việc giám sát chất lượng liên kết có thể có bất cứ một trong ba tiêu chuẩn sau đây để ước tính sự thay đổi chất lượng liên kết. Đầu tiên là chất lượng liên kết được phản ánh bởi giá trị RSSI; thứ hai là giá trị LQI nếu có; và cuối cùng là tỉ lệ tiếp nhận gói tin như là phát hiện bởi thứ tự giám sát liên tục. Thiết kế ATPC là tương thích với tất cả những phương pháp này. Không làm mất tính tổng quát, sử dụng cả hai RSSI và PRR trong thí nghiệm.

Để giám sát chất lượng liên kết bằng cách dựa vào các giá trị RSSI, ta đặt hai ngưỡng chất lượng liên kết. LQ_{upper} là một ngưỡng cao hơn và LQ_{lower} là một ngưỡng thấp hơn. Miễn là giá trị RSSI của gói tin nhận được nằm trong phạm vi này, thì hệ thống ở trạng thái ổn định. Khi một liên kết ở trạng thái ổn định, nơi nhận không cần phải gửi một gói tin thông báo cho nơi gửi và nơi gửi không cần điều chỉnh công suất truyền tải.

Giới hạn của $[LQ_{lower}, LQ_{upper}]$ là quan trọng để tiết kiệm năng lượng và điều chỉnh độ chính xác. Nếu phạm vi của $[LQ_{lower}, LQ_{upper}]$ là quá nhỏ, fading tín hiệu vô tuyến có thể dẫn đến những dao động của công suất truyền. Nếu phạm vi của $[LQ_{lower}, LQ_{upper}]$ là quá lớn, kết quả điều khiển công suất truyền có thể không đủ chính xác, và sự điều khiển công suất truyền tối ưu sẽ không thể đạt được. Trong hệ thống xử lý, giá trị của LQ_{lower} được chọn để đảm bảo rằng chất lượng liên kết không tụt xuống dưới mức cho phép.

Đối với LQ_{upper} trong khi thiết kế, các giá trị của nó được chọn để giảm chi phí năng lượng phải bỏ ra để truyền thông báo và năng lượng tiết kiệm cho việc truyền các

gói dữ liệu. Đây là một tính toán đơn giản để lựa chọn LQ_{upper} để so sánh năng lượng tiêu thụ bằng việc gửi một gói tin điều khiển cùng với các năng lượng được tiết kiệm cho n gói dữ liệu sau khi điều chỉnh công suất phát. Để đơn giản sử dụng $n = 2$. Như vậy, tiết kiệm năng lượng đạt được khi có ít nhất hai gói dữ liệu được truyền đi bằng cách sử dụng việc điều chỉnh mức công suất truyền, được so sánh với năng lượng tiêu thụ bằng cách truyền một gói tin thông báo.

3.2.2 Đánh giá thực nghiệm

ATPC được đánh giá trong các môi trường ngoài trời. Đầu tiên đánh giá mô hình tiên đoán của ATPC được mô tả trong phần trên với một thử nghiệm ngắn. Sau đó mô tả một thí nghiệm trong vòng 72 giờ để so sánh ATPC chống lại giải pháp công suất truyền mức mạng không đổi và một giải pháp công suất truyền nút không đổi. Theo kết quả thực nghiệm, lợi thế của ATPC nằm ở ba khía cạnh cốt lõi:

- (1) ATPC duy trì chất lượng truyền thông cao theo thời gian trong sự thay đổi điều kiện thời tiết. Nó có chất lượng liên kết tốt hơn đáng kể là sử dụng công suất truyền tĩnh trong một thử nghiệm lâu dài. Hơn nữa, nó vẫn duy trì tương đương chất lượng liên kết như sử dụng giải pháp công suất truyền tối ưu.
- (2) ATPC đạt được tiết kiệm năng lượng đáng kể so với các giải pháp mức mạng công suất truyền. ATPC chỉ tiêu thụ 53,6% năng lượng truyền tải của giải pháp năng lượng truyền tối đa, và 78,8% năng lượng truyền của giải pháp mức mạng công suất truyền.
- (3) ATPC dự đoán chính xác mức công suất truyền điện hợp lý và điều chỉnh mức công suất truyền tải trong thời gian để đáp ứng những thay đổi môi trường, thích nghi với không gian và yếu tố thời gian.

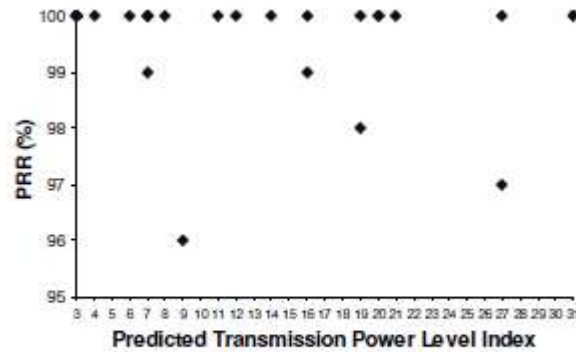
3.2.2.1 .Đánh giá giai đoạn khởi tạo

Trong giai đoạn khởi của ATPC, mỗi mote phát đi một nhóm các gói beacon. Láng giềng của nó ghi lại RSSI và mức công suất truyền tương ứng của từng beacon, rằng nó có thể nghe, và sau đó gửi chúng tới các node beaconing. Sử dụng những cặp giá trị như là đầu vào cho module ATPC, nút beaconing xây dựng các mô hình tiên đoán và tính toán mức công suất truyền tải cho mỗi láng giềng.

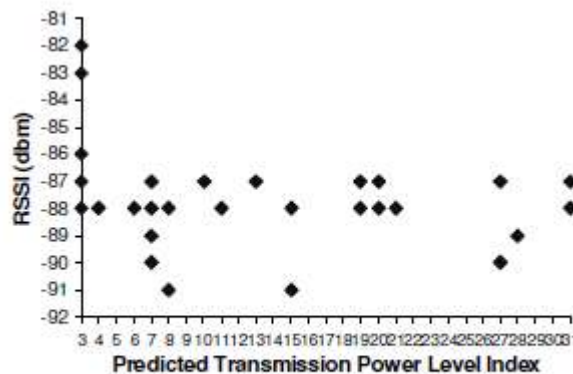
Để đánh giá tính chính xác của giai đoạn khởi tạo, thử nghiệm được tiến hành tại một bãi đỗ xe với 8 mote MICAz, nó được lặp lại 5 lần. Những mote được đặt riêng ra một dòng 3 feet từ các nút lân cận. Mỗi mote chạy giai đoạn khởi ATPC trong một khe thời gian khác nhau, đưa ra 8 gói beacon (tỉ lệ 5 gói / giây) bằng cách sử dụng các mức

công suất truyền khác nhau. Các mức công suất truyền được phân bố một cách đều đặn trong phạm vi công suất truyền hỗ trợ bởi chip vô tuyến CC2420. Sau giai đoạn khởi tạo, mỗi mote gửi một nhóm 100 gói tin để các láng giềng của nó dự đoán được các mức truyền tải điện. Láng giềng của nó sẽ ghi lại các trung bình RSSI và PRR.

Các kết quả thử nghiệm được thể hiện trong hình 2.5 (a) và hình 2.5 (b).



(a) Predicated Transmission Power vs. PRR



(b) Predicated Transmission Power vs. RSSI

Hình 3.6 Dự đoán chính xác

Tất cả các điểm trong hình 3.6 (a) thể hiện một cặp dự đoán mức công suất truyền và PRR khi sử dụng mức công suất. Trong tất cả các thí nghiệm, PRR trung bình là 99,0 %. Từ hình 3.6 (a), có thể thấy rằng tất cả các chỉ số RSSI đang ở trên hoặc bằng -91 dBm. Độ lệch tiêu chuẩn của RSSI là 2. RSSIs trên -91 dBm có nghĩa là chất lượng liên kết là tốt trong một bãi đỗ xe. Các kết quả này chứng minh rằng mô hình tiên đoán của ATPC hoạt động tốt. Hơn nữa, trong các thí nghiệm lâu dài mà nhóm tác giả thực hiện, các mức công suất truyền dự đoán đều thu được trong giai đoạn khởi tạo của ATPC của hầu hết các nút nằm trong phạm vi mong muốn.

3.2.2.2. Hiệu suất thời gian thực hiện

Để đánh giá việc thực hiện bằng cách so sánh ATPC chống lại các thuật toán điều khiển công suất truyền đã tồn tại trước đây: một kiểu giải pháp mức mạng và giải pháp đồng bộ một mức (không đồng bộ). Hai mức công suất truyền mạng được sử dụng: mức công suất truyền tối đa (Max) và công suất truyền tối thiểu trên các nút trong mạng mà cho phép chúng tiếp cận với láng giềng của chúng. Một thử nghiệm 72 giờ liên tục được tiến hành để đánh giá sự tiết kiệm năng lượng và chất lượng truyền thông của ATPC theo thời gian. Các dữ liệu thực nghiệm cho thấy rằng ATPC đạt được tổng thể hiệu quả tốt nhất về chất lượng truyền thông và tiêu thụ năng lượng. 3 điểm end-to-end PRR của ATPC liên tục nằm trên 98% trong với ba ngày, và ATPC tiết kiệm đáng kể công suất truyền tiêu thụ so với các giải pháp mức công suất truyền mạng truyền dẫn thống nhất năng lượng.

a. Thiết lập thực nghiệm



Hình 3.7 Topo mạng



Hình 3.8 Khu vực thử nghiệm

Một thử nghiệm 72 giờ được thực hiện trên một bãi cỏ với 43 mote MICAz. Các mote này được triển khai theo một mạng topo ngẫu nhiên. Chúng tạo thành một cây bao trùm như trong hình 3.7. Rễ của cây bao trùm là trung tâm của hình 2.7. Diện tích khu vực triển khai là một 15 mét vuông. Hình 2.8 là một hình ảnh của việc triển khai nút đối với một trong các thí nghiệm của trên một bãi cỏ. Tất cả các mote được đặt trong hộp tupperware để bảo vệ khỏi thời tiết (dùng hộp nhựa (vật liệu không dẫn điện) thì không làm giảm đáng kể sóng vô tuyến).

Có tổng số 24 nút lá trên cây bao trùm này. Những nút lá báo cáo dữ liệu về nút gốc theo giờ. Mỗi giờ được chia đều thành 24 khe thời gian và các nút lá khác nhau được giao cho các khe thời gian khác nhau. Truyền dẫn khác nhau của các mote được lên kế hoạch tại thời điểm khác nhau để tránh va chạm. Mỗi nút lá báo cáo 32 gói dữ liệu đến nút gốc với một tốc độ truyền tải 15 gói / phút trong khe thời gian của nó.

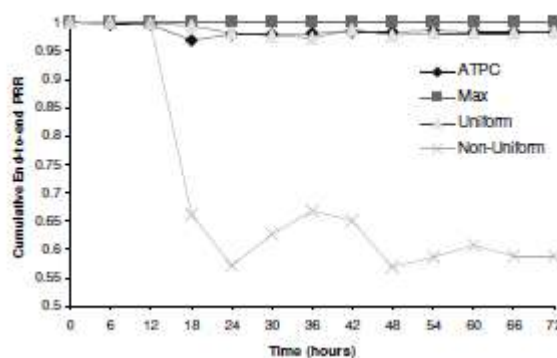
Những gói dữ liệu được chia thành 4 nhóm, tương ứng với 4 giải pháp điều khiển công suất truyền: ATPC, Max, đồng bộ, và không đồng bộ. Bốn thuật toán được đánh giá trong cùng môi trường. Việc dự đoán mức độ công suất truyền đạt được trong giai đoạn khởi tạo ATPC được sử dụng cho không đồng bộ, đáp ứng các giả định rằng đó là việc truyền tải điện năng tối thiểu cho mỗi nút để tiếp cận với láng giềng. Sử dụng dự đoán mức công suất truyền tối đa của tất cả các nút thu được trong giai đoạn khởi tạo ATPC cho đồng bộ. Mức công suất truyền này là mức công suất truyền tối thiểu trên tất cả các nút để tiếp cận với các láng giềng của họ. Max, đồng bộ, và không đồng bộ sử dụng tất cả các công suất truyền tĩnh. Các số liệu thống kê về số lượng các gói tin được gửi và nhận và mức công suất truyền được sử dụng cho từng giải pháp được ghi nhận tại mỗi mote.

Trong thử nghiệm này, để đơn giản, mỗi node xem cha của nó trong cây bao trùm là láng giềng của mình. Thử nghiệm này được triển khai vào 18:00 ngày 19 tháng 3, và kết thúc vào 19:00 ngày 22 tháng 3. Có một hướng dẫn kéo dài 2 giờ vào buổi sáng ngày 21 tháng 3. Hình 3.9 cho thấy các điều kiện thời tiết trong những ngày này.

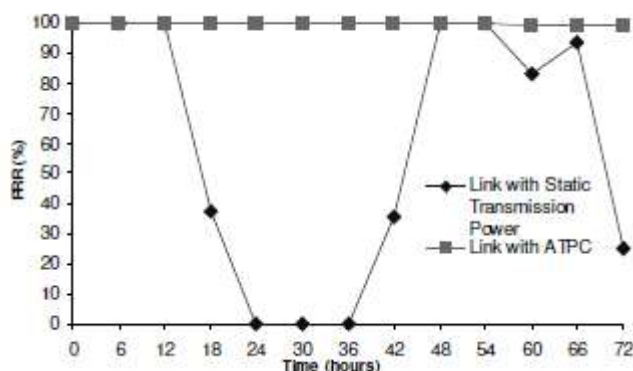
Date	March 19	March 20	March 21	March 22
High	56° F	54° F	41° F	49° F
Low	27° F	31° F	31° F	30° F
Precip.	0 inch	0 inch	0.05 inch	0 inch
Condition	Fair	Mostly Fair	Cloudy, Light Rain during 10am ~ 12am	Mostly Fair

Hình 3.9 Điều kiện thời tiết hơn 72 giờ

b. Tỷ lệ truyền dữ liệu



Hình 3.10 E2E PRR theo thời gian



Hình 3.11 Chất lượng liên kết theo thời gian

Hình 3.10 cho thấy PRR end-to-end tích lũy theo thời gian. Từ hình này, có thể thấy giải pháp Max đạt được 100% end-to-end PRR tất cả thời gian. Khi sử dụng công suất truyền tối đa làm cho các giá trị RSSI tại nơi nhận cao nhất trong tất cả các giải pháp, đó là thiết thực cho thay đổi môi trường ngẫu nhiên và nhiễu.

Cả ATPC và đồng bộ đạt được khoảng 98% tích lũy end-to-end PRR. ATPC có hiệu quả ít tốt hơn so với đồng bộ là 83% thời gian thực nghiệm. Tuy nhiên, lý do mất gói tin của hai giải pháp này là khá khác nhau. Đối với ATPC, một nửa của những liên kết end-to-end này có 100% PRR. 12 liên kết khác từ nút lá sang nút gốc bị mất gói tin ngẫu nhiên theo thời gian. Đối với giải pháp đồng bộ, mất gói dữ liệu chủ yếu xảy ra tại 2 liên kết cụ thể. Các liên kết này có cùng mức dự đoán công suất truyền tải như mức công suất truyền đồng bộ. Từ hình 3.11, so sánh các PRRs của liên kết này khi nó hoạt động trong đồng bộ và ATPC. Chất lượng liên kết này được duy trì bởi mức truyền công suất tĩnh là dễ bị ảnh hưởng hơn là thay đổi môi trường. Sau 12 giờ đầu tiên, các PRR của liên kết cùng với sức mạnh truyền tĩnh trong đồng bộ giảm đáng kể, và nó trên 95% PRR chỉ 25% thời gian. Mặt khác, liên kết gần giống với ATPC liên tục đạt trên 99% PRR trong khi tiếp xúc cùng một môi trường và sử dụng cùng phần cứng vô tuyến. Hai liên kết yếu là giữa các nút lá và các mức nút cha đầu tiên, do đó, mất gói tin nó gây ra không tác động lớn đến PRR end-to-end trung bình. Tuy nhiên, nếu như một mức công suất truyền tĩnh được sử dụng tại các liên kết với lưu lượng truy cập nhiều hơn, chẳng hạn như một liên kết giữa cha mẹ mức 2 và gốc, chất lượng truyền thông end-to-end sẽ giảm nghiêm trọng.

Giải pháp không đồng bộ có hiệu suất yếu theo thời gian. Tất cả các liên kết trong giải pháp này là dễ bị ảnh hưởng đến biến đổi chất lượng liên kết. Tuy nhiên, trong thực nghiệm ngắn và trong điều kiện thời tiết tương đối tĩnh, không đồng bộ có

thể đạt được nhiều hơn 99% PRR end-to-end, như trong hình 2.9. Sau 12 giờ đầu tiên, chất lượng truyền thông của giải pháp không đồng bộ trở nên kém và không ổn định. Chúng tôi cũng nhận thấy rằng sự thay đổi của chiều hướng của nó là lớn hơn nhiều so với các giải pháp khác. Nó có nghĩa là các PRR end-to-end với những mức công suất truyền tĩnh tại các khoảng thời gian nhất định có thể tốt hơn đáng kể hoặc tồi tệ hơn ở những khoảng thời gian khác trong ngày. Quan sát này xác nhận phán đoán của nhóm tác giả rằng các động học của chất lượng liên kết có thể làm cho hiệu suất truyền thông không ổn định và không thể đoán trước khi công suất truyền tĩnh.

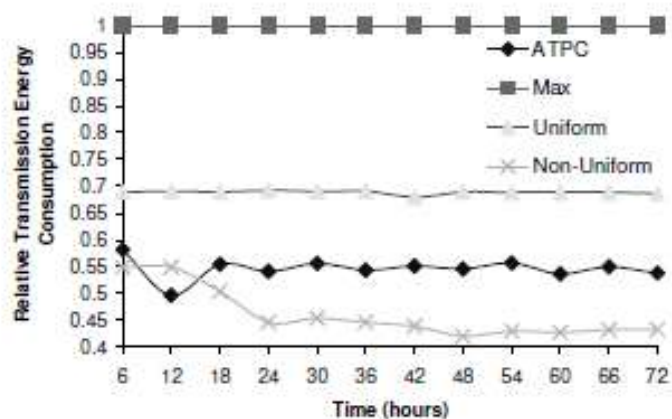
Xem xét chất lượng của truyền thông không dây, ATPC và các giải pháp công suất truyền tối đa là thích hợp để áp dụng vào các hệ thống thực.

c. Công suất tiêu thụ

Tổng năng lượng tiêu thụ của mạng được đo trong chế độ truyền của vô tuyến khi đề án khác nhau được sử dụng. Chúng tôi tính toán tổng số năng lượng tiêu thụ trong các truyền tải của hệ thống theo công thức sau đây:

$$E = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=\min}^{\max} ((NumD_{ij} \times TE_j) \times LD) + NumC_i \times \max TE \times LC)$$

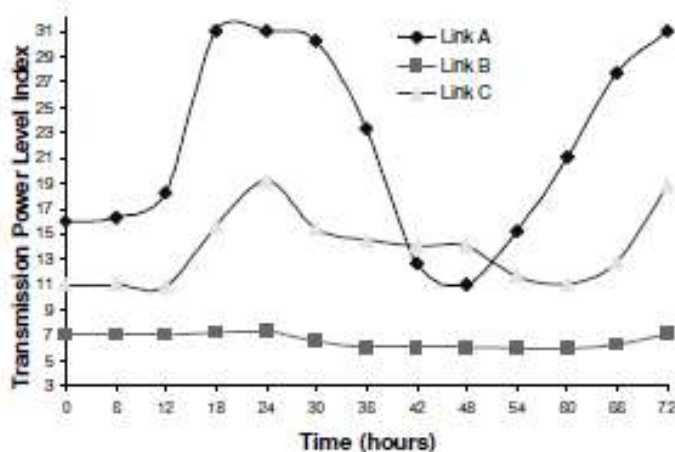
Trong đó i là ID node và j là mức công suất truyền tải. $NumD_{ij}$ là số gói dữ liệu được gửi tại nút i với mức công suất truyền j . TE_j là năng lượng truyền tiêu thụ cho mỗi bit từ [7]. LD là độ dài của một gói dữ liệu, là 45 byte. Tất cả các gói điều khiển được gửi với mức công suất truyền tối đa. $NumC_i$ là số các gói tin điều khiển (các gói beacon và các thông báo) được gửi tại nút i . $\max TE$ là năng lượng truyền tải trên mỗi bit khi sử dụng mức truyền tối đa. LC là độ dài của một gói điều khiển, là 19 byte. Trong thực nghiệm này, tỷ lệ số lượng các gói điều khiển và số lượng các gói dữ liệu là 3,9%. Tỷ lệ năng lượng tiêu thụ bởi các gói điều khiển và năng lượng tiêu thụ bởi các gói dữ liệu là 1,9%. ATPC đạt mức năng lượng hiệu quả với tổng mức điều khiển không nhỏ.



Hình 3.12 Sự tiêu thụ năng lượng truyền dẫn theo thời gian

Để so sánh tốt hơn, chúng ta lấy mức tiêu thụ năng lượng của Max là đường cơ sở, là đường đầu tiên trong hình 3.12. Mức năng lượng tiêu hao của ba phương pháp khác được thể hiện như tỷ lệ phần trăm giá trị với đường cơ sở này. Các dữ liệu thực nghiệm chứng minh rằng ATPC và không đồng bộ tiêu thụ năng lượng truyền dẫn ít nhất. Xem xét rằng ATPC có chất lượng truyền thông tốt hơn nhiều so với không đồng bộ, ATPC là giải pháp năng lượng hiệu quả nhất. Trong hình 3.12, ATPC đã tiêu thụ ít năng lượng truyền dẫn hơn Max và đồng bộ. Mặc dù ATPC có gói beacon và các gói tin phản hồi, mức tiêu thụ năng lượng truyền trung bình của ATPC là về 53,6% của Max và 78,8% của đồng bộ.

Xu hướng tiêu thụ năng lượng của ATPC thay đổi một chút. Yếu tố chính gây ra biến đổi này là sự thay đổi mức công suất truyền. Có gói chỉ 3 phản hồi cho mỗi liên kết trung bình mỗi ngày. So sánh ATPC với không đồng bộ trong 6 giờ đầu tiên, ATPC đã tiêu thụ năng lượng gần giống không đồng bộ. Lý do là mức công suất truyền tải của mỗi mote không thay đổi nhiều trong 6 giờ đầu tiên. Trong 6 giờ đồng hồ, không đồng bộ có mức tiêu thụ năng lượng cao hơn ATPC bởi vì một số lượng lớn các nút giảm mức công suất truyền của nó để tiết kiệm năng lượng trong ATPC. Sau đó, năng lượng truyền của không đồng bộ giảm chủ yếu là vì PRR thấp, làm giảm số lượng truyền chuyển tiếp. Max và đồng bộ có mức tiêu hao năng lượng truyền tương đối ổn định bởi vì nó sử dụng mức công suất truyền tĩnh và thông lượng mạng của nó là ổn định. Mức công suất truyền tải được sử dụng trong đồng bộ phụ thuộc phần lớn vào topo mạng này. Trong một mạng với khoảng lớn các láng giềng, mức công suất truyền dẫn đồng bộ này có xu hướng được gần với mức công suất truyền tối đa. Cả hai giải pháp năng lượng truyền dẫn lãng phí đáng kể so với ATPC.



Hình 3.13 Mức truyền năng lượng trung bình theo thời gian

Tổng năng lượng tiêu thụ của không đồng bộ thay đổi bởi vì mạng lưới của nó thay đổi. So với các giải pháp khác, nó tiêu thụ năng lượng truyền dẫn ít nhất theo thời gian. Không có những chi phí của thông tin phản hồi trong ATPC, nhưng năng lượng không được sử dụng hiệu quả do chất lượng truyền thông thấp. Tuy nhiên, nó có thể cung cấp chất lượng truyền thông tốt và tiết kiệm năng lượng trong giới ngân hạn.

Lựa chọn ba liên kết và khoảng sức mạnh truyền trung bình được sử dụng theo thời gian trong hình 3.13. Tất cả các liên kết này liên tục đạt trên 98% PRR. Từ hình 3.13 rút ra hai quan sát chính như sau. Từ một nhật kí ghi chép của quá trình điều chỉnh trong ATPC, đó là xác nhận chất lượng liên kết là khác nhau đáng kể trong thực tế. Mặc dù tất cả các liên kết này làm việc trong môi trường giống nhau, tốc độ điều chỉnh và khoảng công suất truyền cho các liên kết khác nhau có thể khác nhau đáng kể. Có thể nhận thấy liên kết A đã có một loạt thay đổi lớn, có nghĩa là nhạy cảm cao với thay đổi của môi trường. Công suất truyền của liên kết C là khá ổn định, nó là một liên kết mạnh mẽ đến thay đổi môi trường. Mức biến đổi của công suất truyền của liên kết B là ở khoảng giữa. Liên kết B là một trường hợp rất điển hình trong công trình nghiên cứu này.

ATPC là động lực thiết thực trong việc xử lý chất lượng liên kết trong thực tế, theo điều kiện khác nhau của liên kết. Mặc dù tất cả các liên kết này tiếp xúc với cùng môi trường, các tác động của môi trường lên chúng được liên kết cụ thể. ATPC điều chỉnh thành công các công suất truyền khác nhau

Tóm lại, ATPC duy trì trên 98% chất lượng giao tiếp end-to-end, trong khi tiết kiệm đáng kể công suất truyền. Giải pháp công suất truyền không đồng bộ tĩnh có thể

hoạt động tốt trong thời gian ngắn trong các môi trường tĩnh, nhưng chất lượng truyền thông rất dễ bị môi trường thay đổi. Các giải pháp công suất truyền tối đa là thiết thực đối với sự thay đổi môi trường, nhưng không tốt cho năng lượng truyền.

3.2.3. Nhận xét

Trong phần này, ta đã đi nghiên cứu ATPC_điều khiển công suất truyền tương thích. Để thực hiện ATPC phải quan niệm chất lượng liên kết vô tuyến giữa 2 nút mạng là thay đổi theo không gian và thời gian. Nút truyền muốn biết chất lượng liên kết giữa nó với nút lắng giềng tại một thời điểm bất kỳ, nó phải gửi một gói yêu cầu (beacon) tới nút lắng giềng rồi chờ trả lời của nút lắng giềng về cường độ sóng vô tuyến (RSSI) mà nó nhận được ở thông báo beacon đó. Mặc dù khoảng cách giữa 2 nút không thay đổi, điều kiện làm thí nghiệm không thay đổi, năng lượng mà gói beacon mang là không đổi, nhưng tại những thời điểm khác nhau, RSSI mà nút lắng giềng báo về là khác nhau. Điều này chứng tỏ chất lượng liên kết thay đổi theo thời gian, không gian.

3.3. Đánh giá tính hiệu quả về năng lượng của MAC

Tính hiệu quả về năng lượng là một trong những thuộc tính quan trọng nhất những giao thức MAC mạng cảm biến. Như đã đề cập ở trên, đa số các nút cảm biến hoạt động bằng pin, rất khó để thay đổi hoặc nạp điện lại cho pin của những nút này. Thực tế, nhiều mục đích thiết kế của những mạng cảm biến được xây dựng bằng những nút đủ rẻ để vứt bỏ hơn là nạp lại. Trong tất cả các trường hợp, việc kéo dài cả cuộc đời của mỗi nút là một vấn đề then chốt. Dù với nền tảng phần cứng nào, năng lượng cho thu phát sóng vô tuyến là nguồn tiêu thụ năng lượng chính. Lớp MAC trực tiếp điều khiển hoạt động thu phát sóng vô tuyến, và sự tiêu thụ năng lượng của nó như thế nào ảnh hưởng đáng kể tới cả cuộc đời của nút.

KẾT LUẬN

Khi nghiên cứu về mạng cảm biến không dây thì tăng thời gian sống cho nút mạng, gia tăng năng lượng cho mạng luôn là vấn đề đứng hàng đầu. Các nút cảm biến này yêu cầu tiêu thụ công suất thấp trong khi các nút cảm biến này hoạt động có giới hạn và khó có thể thay thế được nguồn cung cấp. Do đó, trong khi mạng truyền thông tập trung vào việc đạt được các dịch vụ chất lượng cao, thì các giao thức mạng cảm biến phải tập trung đầu tiên vào vấn đề tiết kiệm năng lượng.

Bài đồ án cũng đã giới thiệu một số giải pháp tiết kiệm trong giao thức MAC và tổng quan về mô hình truyền nhận vô tuyến, cấu tạo lớp vật lý thực hiện việc này. Trong thực nghiệm cũng đã chỉ ra mối quan hệ giữa khoảng cách và hiệu suất truyền tải, ảnh hưởng quan trọng của khoảng cách giữa nơi phát và nơi nhận. Qua đó đi sâu vào nghiên cứu một bài báo trình bày cách điều khiển công suất của nút mạng phát theo kiểu gọi là điều khiển công suất truyền tương thích-ATPC.

Phần thực nghiệm của bài báo đã tiến hành xây dựng phần mềm nhúng cho các nút mạng, để có thể làm thay đổi công suất phát tín hiệu phù hợp với khoảng cách từ nút phát đến nút nhận để tiết kiệm năng lượng cho nút, tăng tuổi thọ cho toàn mạng. Trong bài này quan trọng nhất là thiết lập được mô hình dự báo cho ATPC. Đó chính là biểu thức:

$$r_i(tp_j) = a_i \cdot tp_j + b_i$$

trong đó:

$r_i(tp_j)$ là công suất nhận của nút mạng i khi nơi phát phát công suất tp_j .

Từ biểu thức này, dùng phương pháp toán học gần đúng để tính ra: a_i và b_i .

Khi đã tính được 2 hệ số này thì tính được công suất phát tp_j để nơi nhận nhận được $r_i(tp_j)$

$$tp_j = \frac{RSSI_{LQ} - b_i}{a_i}.$$

Trong đó a_i ít thay đổi theo thời gian, b_i thay đổi đáng kể theo thời gian, còn RSSI thu được theo phương trình trên cơ sở phản hồi của cặp nút truyền nhận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Mạng truyền dữ liệu*, Vương Đạo Vy, Nhà xuất bản đại học quốc gia Hà Nội
- [2] *Wireless communications*, Andrea Goldsmith, 2005.
- [3] *On power control for Wireless sensor Networks: System Model, Middleware Component and Experimental Evaluation*, B.Zurita Ares, P.G.Park, C.Fischione, A.Speranzon, K.H.Johansson, 2007.
- [4] *ATPC: Adaptive Transmission Power Control for Wireless Sensor Networks*, Shalin, JingbinZhang, GangZhou, Lingu, TianHe, and JohnA.Stankovic (University of Virginia and University of Minnesota), 2007
- [5] *Networking Wireless Sensors*, Bhaskar Krishnamachari, Cambridge University Press 2005
- [6]. Tang Zhiyong, “End-to-end Routing for Dual-Radio Sensor Networks”, in Dresden, 28th Jan 2008.