

MỤC LỤC

MỤC LỤC	0
LỜI NÓI ĐẦU	2
CHƯƠNG I – TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY	3
1. Định nghĩa:	3
2. Sự khác nhau giữa WSN và mạng truyền thông	3
3. Cấu trúc của WSN	3
3.1. Node cảm biến	4
3.1.1. Vi điều khiển	4
3.1.2. Sensor	4
3.1.3. Bộ phát radio	4
3.2. Mạng cảm nhận	4
4. Động lực phát triển:	8
5. Những thách thức của WSN	8
6. Ứng dụng của WSN	9
7. Kết luận:	14
CHƯƠNG II – CÁC KỸ THUẬT ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY	15
1. Giới thiệu:	15
2. Thách thức trong kỹ thuật định tuyến trong WSN:	15
3. Các vấn đề về thiết kế giao thức định tuyến:	15
3.1. Đặc tính thay đổi thời gian và trật tự sắp xếp của mạng	16
3.2. Ràng buộc về tài nguyên	16
3.3. Mô hình dữ liệu trong mạng cảm biến	16
3.4. Cách truyền dữ liệu	17
4. Các giao thức định tuyến trong WSNs:	19
4.1. Giao thức định tuyến dữ liệu tập trung:	19
4.1.1. Flooding và Gossiping:	19
4.1.2. SPIN:	20
4.1.3. Directed Diffusion:	22
4.2. Giao thức định tuyến dựa vào vị trí:	25
4.2.1. GAF:	25
4.2.2. GEAR:	27
4.3. Giao thức phân cấp:	28
4.3.1. LEACH:	29
4.3.2. PEGASIS:	31
5. Kết luận:	33
CHƯƠNG III – KHAI THÁC HỆ HỖN HỢP TRONG VIỆC TẬP DỮ LIỆU CHO ĐỊNH TUYẾN MẠNG CẢM NHẬN	34
1. Vì sao cần khai thác hệ hỗn hợp:	34
2. So sánh định tuyến cho Motes và Microserver:	34
3. Định tuyến dữ liệu tập trung cho lớp Mote:	36
3.1. Giới thiệu về lớp thiết bị Motes:	36
3.2. Ưu và nhược điểm của lớp Motes:	36
3.3. Các vấn đề của cách tiếp cận định tuyến phân tán:	36
3.4. Phương pháp tiếp cận định tuyến dữ liệu tập trung:	38
3.5. Giao thức định tuyến theo yêu cầu Cent Route:	39
4. Giao thức định tuyến cho lớp Microserver:	43
4.1. Giới thiệu về thiết bị lớp Microserver:	43
4.2. Ưu và nhược điểm của Microserver:	43

4.3.	<i>Định tuyến end-to-end cho thiết bị lớp Microserver:</i>	43
4.3.1.	<i>Kiến trúc đồng nhất và hỗn hợp:</i>	44
4.3.2.	<i>Phương pháp tiếp cận:</i>	44
4.4.	<i>Các phương pháp tiếp cận khác của định tuyến end-to-end cho các node mạng hai sóng radio hoạt động theo chu kỳ:</i>	45
5.	Kết luận:	46
CHƯƠNG IV – MÔ PHỎNG CENT ROUTE VÀ END TO END BẰNG PROWLER CHẠY TRÊN NỀN MATLAB		
		47
1.	Giới thiệu về chương trình mô phỏng Prowler:	47
2.	Mô phỏng giao thức định tuyến Cent Route:	48
2.1.	<i>Thiết lập thông số:</i>	48
2.2.	<i>Thiết lập mô phỏng:</i>	49
2.3.	<i>Đánh giá:</i>	49
3.	Mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End:	53
3.1.	<i>Thiết lập thông số:</i>	53
3.2.	<i>Thiết lập mô phỏng:</i>	53
3.3.	<i>Đánh giá:</i>	54
4.	Kết luận:	58
KẾT LUẬN		59
Tài liệu tham khảo		61

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu các hệ thống mạng cảm nhận được phát triển mạnh mẽ. Đặc biệt là hệ thống mạng cảm nhận không dây (wireless sensor network). Mạng cảm nhận không dây có thể bao gồm hàng nghìn, thậm chí hàng triệu thiết bị cảm biến (sensors) thông minh, được trang bị một bộ xử lý, một bộ nhớ dung lượng nhỏ và các cảm biến để đo ánh sáng, độ ẩm, áp suất, nhiệt độ. Mạng cảm nhận liên hệ bằng sóng vô tuyến, tiêu thụ cực ít năng lượng, hoạt động liên tục trong mọi điều kiện, môi trường.

Để thiết kế và thực hiện các mạng cảm nhận, nhiều vấn đề điều khiển được đặt ra, phải được nghiên cứu, giải quyết tối ưu, phù hợp với đặc thù của mạng cảm nhận không dây, ví dụ: điều khiển truy nhập mạng không dây, định tuyến, điều khiển trao đổi số liệu tin cậy giữa các thiết bị cảm biến. Nghiên cứu, đánh giá một số cơ chế điều khiển truy nhập mạng có ý nghĩa lý luận và thực tiễn.

Mục tiêu chính của đề án này là cung cấp cái nhìn tổng quan về mạng cảm nhận không dây; các kỹ thuật định tuyến trong mạng cảm nhận không dây; đồng thời đi sâu và trình bày về định tuyến cho hệ hỗn hợp, hệ thống đang được ứng dụng và phát triển trong mạng cảm nhận không dây.

Nội dung của đề án được tóm tắt như sau:

Chương 1: Trình bày tổng quan về mạng cảm nhận không dây, kiến trúc mạng cảm nhận, những thách thức và các lĩnh vực ứng dụng cơ bản của mạng cảm nhận không dây.

Chương 2: Trình bày một số giao thức định tuyến phổ biến trong mạng cảm nhận không dây.

Chương 3: Trình bày về hệ hỗn hợp, khai thác hệ hỗn hợp thông qua hai giao thức định tuyến: giao thức định tuyến theo yêu cầu CentRoute cho thiết bị lớp Mote và giao thức định tuyến end-to-end cho thiết bị lớp Microserver.

Chương 4: Thực hiện mô phỏng hai giao thức định tuyến Cent Route và End-to-end bằng ngôn ngữ lập trình mô phỏng Matlab.

Mặc dù đã rất cố gắng, song bản đề án còn những hạn chế nhất định, rất mong nhận được những góp ý của các thầy cô cùng các bạn để bản đề án hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

CHƯƠNG I – TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY

1. Định nghĩa:

Mạng cảm nhận không dây (WSN) có thể hiểu đơn giản là mạng liên kết các node với nhau bằng kết nối sóng vô tuyến, trong đó các node mạng thường là các thiết bị đơn giản, nhỏ gọn, giá thành thấp ... và có số lượng lớn, được phân bố một cách không có hệ thống trên một diện tích rộng (phạm vi hoạt động rộng), sử dụng nguồn năng lượng hạn chế và có thể hoạt động trong môi trường khắc nghiệt (chất độc, ô nhiễm, nhiệt độ cao...).

2. Sự khác nhau giữa WSN và mạng truyền thống

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 láng giềng.

3. Cấu trúc của WSN

3.1. Node cảm biến

Một node cảm biến được cấu tạo bởi 3 thành phần cơ bản sau: **vi điều khiển**, **sensor**, **bộ phát radio**. Ngoài ra, còn có các cổng kết nối với máy tính.

3.1.1. Vi điều khiển

Bao gồm: CPU; bộ nhớ ROM, RAM; bộ phận chuyển đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số và ngược lại

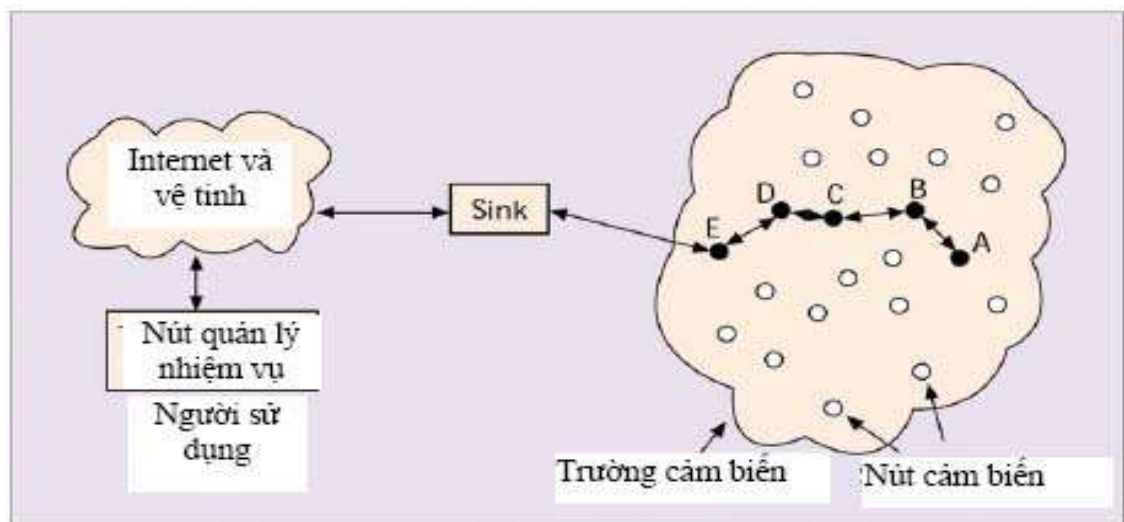
3.1.2. Sensor

Chức năng: cảm nhận thế giới bên ngoài, sau đó chuyển dữ liệu qua bộ phận chuyển đổi để xử lý.

3.1.3. Bộ phát radio

Bởi vì node cảm biến là thành phần quan trọng nhất trong WSN, do vậy việc thiết kế các node cảm biến sao cho có thể tiết kiệm được tối đa nguồn năng lượng là vấn đề quan trọng hàng đầu.

3.2. Mạng cảm nhận



Hình 1.1. Phân bố node cảm biến trong trường cảm biến

Như hình 1.1, chúng ta thấy, mạng cảm nhận bao gồm rất nhiều các node cảm biến được phân bố trong một trường cảm biến. Các node này có khả năng thu thập dữ liệu thực tế, sau đó chọn đường (thường là theo phương pháp đa

bước nhảy) để chuyển những dữ liệu thu thập này về *node gốc*. Node gốc liên lạc với *node quản lý nhiệm vụ* thông qua Internet hoặc vệ tinh. Việc thiết kế mạng cảm nhận như mô hình trong Hình 1.1 phụ thuộc vào nhiều yếu tố như:

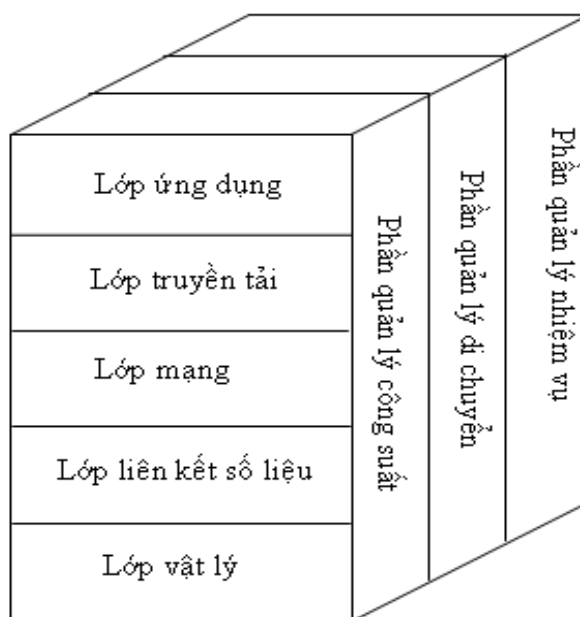
- **Khả năng chịu lỗi:** Một số các node cảm biến có thể không hoạt động nữa do thiếu năng lượng, do những hư hỏng vật lý hoặc do ảnh hưởng của môi trường. Khả năng chịu lỗi thể hiện ở việc mạng vẫn hoạt động bình thường, duy trì những chức năng của nó ngay cả khi một số node mạng không hoạt động.
- **Khả năng mở rộng:** Khi nghiên cứu một hiện tượng, số lượng các node cảm biến được triển khai có thể đến hàng trăm nghìn node, phụ thuộc vào từng ứng dụng mà con số này có thể vượt quá hàng trăm nghìn node. Do đó cấu trúc mạng phải có khả năng mở rộng để phù hợp với từng ứng dụng cụ thể.
- **Giá thành sản xuất:** Vì mạng cảm nhận bao gồm một số lượng lớn các node cảm biến nên chi phí mỗi node là rất quan trọng trong việc điều chỉnh chi phí mạng. Do vậy chi phí cho mỗi node cảm biến phải giữ ở mức thấp.
- **Tích hợp phần cứng:** Vì số lượng node cảm biến trong mạng là nhiều nên node cảm biến cần phải có các ràng buộc phần cứng sau: kích thước nhỏ, tiêu thụ năng lượng ít, chi phí sản xuất thấp, thích ứng với môi trường, có khả năng tự cấu hình và hoạt động không cần sự giám sát.
- **Môi trường hoạt động:** Các node cảm biến thường là khá dày đặc và phân bố trực tiếp trong môi trường (kể cả môi trường ô nhiễm, độc hại hay dưới nước,...) => node cảm biến phải thích ứng với nhiều loại môi trường và sự thay đổi của môi trường.
- **Các phương tiện truyền dẫn:** Ở mạng cảm nhận, các node được kết nối với nhau trong môi trường không dây, môi trường truyền dẫn có

thể là sóng vô tuyến, hồng ngoại hoặc những phương tiện quang học. Để thiết lập được sự hoạt động thống nhất chung cho các mạng này thì các phương tiện truyền dẫn phải được chọn phù hợp trên toàn thế giới.

- **Cấu hình mạng cảm nhận:** Mạng cảm nhận bao gồm một số lượng lớn các node cảm biến, do đó phải thiết lập một cấu hình ổn định.

- **Sự tiêu thụ năng lượng:** Mỗi node cảm biến được trang bị nguồn năng lượng giới hạn. Trong một số ứng dụng, việc bổ sung nguồn năng lượng là không thể thực hiện. Vì vậy thời gian sống của mạng phụ thuộc vào thời gian sống của node cảm biến, thời gian sống của node cảm biến lại phụ thuộc vào thời gian sống của pin. Do vậy, hiện nay các nhà khoa học đang nỗ lực tìm ra các giải thuật và giao thức thiết kế cho node mạng nhằm tiết kiệm nguồn năng lượng hạn chế này.

- **Kiến trúc giao thức mạng cảm nhận**



Hình 1.2. Kiến trúc giao thức của mạng cảm biến

Kiến trúc giao thức áp dụng cho mạng cảm nhận được trình bày trong hình 1.2. Kiến trúc này bao gồm các lớp và các mặt phẳng quản lý. Các mặt phẳng quản lý này làm cho các node có thể làm việc cùng nhau theo cách có

hiệu quả nhất, định tuyến dữ liệu trong mạng cảm nhận di động và chia sẻ tài nguyên giữa các node cảm biến.

+ **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.

+ **Lớp liên kết số liệu:** có nhiệm vụ ghép các luồng dữ liệu, phát hiện các khung dữ liệu, cách truy cập đường truyền và điều khiển lỗi. Vì môi trường có tạp âm và các node 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 hóa việc va chạm với thông tin quảng bá của các node lân cận.

+ **Lớp mạng:** quan tâm đến việc chọn đường số liệu được cung cấp bởi *lớp truyền tải*.

+ **Lớp truyền tải:** giúp duy trì luồng số liệu nếu ứng dụng mạng cảm nhận yêu cầu. 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.

+ **Lớp ứng dụng:** tùy 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.

+ **Mặt phẳng quản lý công suất:** điều khiển việc sử dụng công suất của node cảm biến. Ví dụ:

- Node cảm biến có thể tắt bộ thu sau khi nó nhận được một bản tin để tránh tạo ra các bản tin giống nhau.
- Khi mức công suất của node cảm biến thấp, nó sẽ phát quảng bá sang các node cảm biến bên cạnh thông báo rằng mức năng lượng của nó thấp và nó không thể tham gia vào quá trình định tuyến. Công suất còn lại được giành cho nhiệm vụ cảm biến.

+ **Mặt phẳng quản lý di chuyển:** có nhiệm vụ phát hiện và đăng ký sự chuyển động của các node. Từ đó có thể xác định xem ai là node hàng xóm của mình.

+ **Mặt phẳng quản lý nhiệm vụ:** có nhiệm vụ cân bằng và sắp xếp nhiệm vụ cảm biến giữa các node trong một vùng quan tâm. Tuy nhiên không phải tất cả các node trong vùng đó đều thực hiện nhiệm vụ cảm biến tại cùng một thời điểm.

4. Động lực phát triển:

Trong những năm gần đây, rất nhiều mạng cảm nhận không dây đã và đang được phát triển và triển khai cho nhiều các ứng dụng khác nhau: theo dõi sự thay đổi của môi trường, khí hậu, theo dõi và điều khiển giao thông, các phương tiện xe cộ,...

Hơn nữa, với sự tiến bộ của công nghệ và sự hội tụ của hệ thống các công nghệ như: kỹ thuật vi điện tử, giao tiếp không dây, công nghệ mạch tích hợp, vi mạch phần cảm ứng, xử lý và tính toán tín hiệu,... làm nền tảng thúc đẩy, tạo ra những node 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 nhận không dây.

Khi nghiên cứu về mạng cảm nhận không dây, một trong những đặc điểm quan trọng và then chốt đó là thời gian sống của node cảm biến hay chính là sự giới hạn về năng lượng của chúng. Các node cảm biến này yêu cầu tiêu thụ công suất thấp. Các node cảm biến hoạt động có giới hạn và nói chung là không thể thay thế được nguồn cung cấp. Do đó, trong khi mạng truyền thông tập trung vào đạt được các dịch vụ chất lượng cao, thì các giao thức mạng cảm nhận phải tập trung vào vấn đề tiết kiệm năng lượng.

5. Những thách thức của WSN

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,...

6. Ứng dụng của WSN

WSN bao gồm các node cảm biến nhỏ gọn, thích ứng được với môi trường khắc nghiệt. Những node cảm biến này, cảm nhận môi trường xung quanh, sau đó gửi những thông tin thu được đến trung tâm để xử lý theo ứng dụng. Các node không những có thể liên lạc với các node xung quanh nó, mà còn có thể xử lý dữ liệu thu được trước khi gửi đến các node khác. WSN cung cấp rất nhiều những ứng dụng hữu ích ở nhiều lĩnh vực trong cuộc sống.

- **Các ứng dụng trong bảo vệ môi trường**

- Phát hiện mìn, chất độc trong môi trường
- Giám sát lũ lụt, bão, gió, mưa,...
- Phát hiện ô nhiễm, chất thải,...
- Phát hiện hoạt động núi lửa.
- Phát hiện động đất.
- Giám sát cháy rừng.

.....

- **Các ứng dụng trong y tế**

- Định vị theo dõi bệnh nhân.
- Hệ thống báo động khẩn cấp.
- Cảm biến gắn trực tiếp lên cơ thể con người .
- Phân tích nồng độ các chất.

- Chăm sóc sức khỏe.
- Hỗ trợ chăm sóc bệnh nhân.

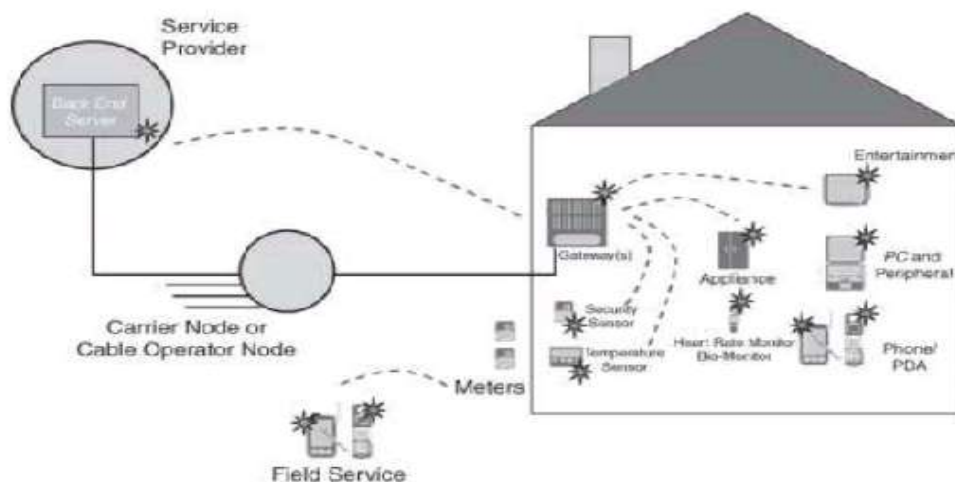
.....



Hình 1.3. Ứng dụng trong y tế

- **Các ứng dụng trong gia đình**
 - Hệ thống giao tiếp và điều khiển từ xa các thiết bị.
 - Hệ thống cảnh báo an ninh,...

.....

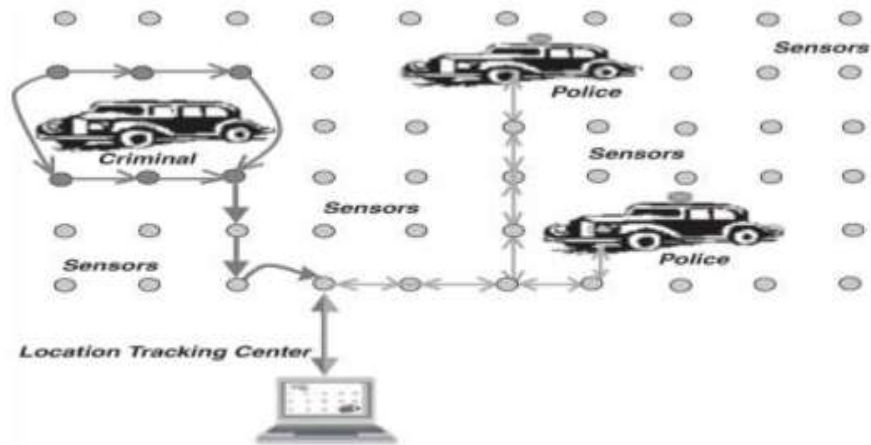


Hình 1.4. Ứng dụng điều khiển trong gia đình

Như hình 1.4, các node cảm biến được lắp trên các thiết bị giải trí, đo nhiệt độ trong ngôi nhà hoặc cảnh báo an ninh,... ở vị trí cần thiết, sau đó kết nối thành mạng, truyền dữ liệu về nơi cung cấp dịch vụ => cho phép chủ nhà có thể có thể quản lý từ xa các thiết bị đồ dùng, đảm bảo sự an toàn của ngôi nhà,... một cách thuận tiện, dễ dàng.

- **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 1.5. Ứng dụng định vị phương tiện giao thông

- **Ứng dụng trong quân sự, an ninh**

- 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.

.....

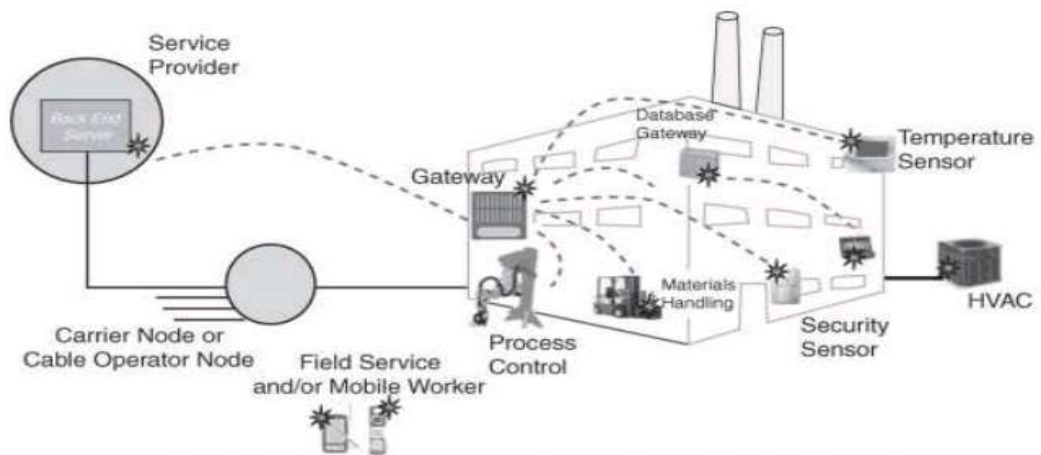


Hình 1.6. Ứng dụng cảm biến trong quân sự

Các ứng dụng trong quân sự và an ninh, đặc biệt giúp ích cho con người trong việc tránh xa các vùng nguy hiểm (đặc biệt các vùng có chiến tranh) mà vẫn giám sát được các hoạt động chiến trường.

- **Ứng dụng trong thương mại**

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



Hình 1.7. Các ứng dụng trong công nghiệp

Hình 1.7, các node cảm biến kết nối thành mạng lưới gửi dữ liệu đến node trung tâm. Các ứng dụng trong sản xuất công nghiệp bao gồm điều khiển, quản lý, hiệu suất và an toàn. Các cảm biến đặt trong môi trường làm việc giám sát quá trình sản xuất, chất lượng sản phẩm, kiểm soát môi trường làm việc, quản lý nhân viên,... dữ liệu đưa về trung tâm để người quản lý có thể đưa ra các quyết định kịp thời.

7. Kết luận:

Trong chương này đã trình bày tổng quan về mạng cảm nhận không dây, các thách thức trong thiết kế, triển khai cùng với những ứng dụng của nó trong đời sống. Mạng cảm nhận không dây đang phát triển một cách mạnh mẽ và trở thành một lĩnh vực nghiên cứu được nhiều nhà khoa học quan tâm, đặc biệt là việc thiết kế các giao thức định tuyến hiệu quả trong việc tiết kiệm năng lượng. Trong chương tiếp theo em xin trình bày một số giao thức định tuyến phổ biến đã được triển khai trong mạng cảm nhận không dây.

CHƯƠNG II – CÁC KỸ THUẬT ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY

1. Giới thiệu:

Định tuyến (Routing) là các kỹ thuật tìm đường đi từ node nguồn tới node đích đảm bảo tối ưu nhất.

Mặc dù mạng cảm nhận có nhiều điểm tương đồng so với các mạng ad-hoc có dây và không dây nhưng chúng cũng thể hiện một số các đặc tính duy nhất mà tạo cho chúng tồn tại thành mạng riêng. Chính những đặc tính này làm cho tập trung mũi nhọn vào yêu cầu thiết kế các giao thức định tuyến mới mà khác xa so với các giao thức định tuyến trong các mạng ad-hoc có dây và không dây. Việc nhằm vào đặc tính này đã đưa ra một tập các thách thức lớn và riêng đối với WSN.

2. Thách thức trong kỹ thuật định tuyến trong WSN:

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 node, cho nên ta không thể xây dựng được sơ đồ địa chỉ toàn cầu cho việc triển khai số lượng lớn các node 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 node 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 node nói chung là tĩnh sau khi được triển khai ngoại trừ một vài node có thể di động.
- Mạng cảm biến là những ứng dụng riêng biệt.

3. Các vấn đề về thiết kế giao thức định tuyến:

Mục đích chính của mạng cảm biến là truyền thông dữ liệu trong mạng trong khi cố gắng kéo dài thời gian sống của mạng và ngăn chặn việc giảm các kết nối bằng cách đưa ra những kỹ thuật quản lý năng lượng linh hoạt. Trong khi thiết kế các giao thức định tuyến, chúng ta thường gặp phải các vấn đề sau.

3.1. Đặc tính thay đổi thời gian và trật tự sắp xếp của mạng

Các node cảm biến hoạt động với sự giới hạn về khả năng tính toán, lưu trữ và truyền dẫn, dưới ràng buộc về năng lượng khắt khe. Tùy thuộc vào ứng dụng mật độ các node cảm biến trong mạng có thể từ thưa thớt đến rất dày. Hơn nữa trong nhiều ứng dụng số lượng các node cảm biến có thể lên đến hàng trăm, thậm chí hàng ngàn node được triển khai tùy ý và thông thường không bị giám sát bao phủ một vùng rộng lớn. Trong mạng này, đặc tính của các con cảm biến là có tính thích nghi động và cao, như là nhu cầu tự tổ chức và bảo toàn năng lượng buộc các node cảm biến phải điều chỉnh liên tục để thích ứng hoạt động hiện tại.

3.2. Ràng buộc về tài nguyên

Các node cảm biến được thiết kế với độ phức tạp nhỏ nhất cho triển khai trong phạm vi lớn để giảm chi phí toàn mạng. Năng lượng là mối quan tâm chính trong mạng cảm biến không dây, làm thế nào để đạt được thời gian sống kéo dài trong khi các node hoạt động với sự giới hạn về năng lượng dự trữ. Việc truyền gói mutilhop chính là nguồn tiêu thụ năng lượng chính trong mạng. Để giảm việc tiêu thụ năng lượng có thể đạt được bằng cách điều khiển tự động chu kỳ công suất của mạng cảm biến. Tuy nhiên vấn đề quản lý năng lượng đã trở thành một thách thức chiến lược trong nhiều ứng dụng quan trọng.

3.3. Mô hình dữ liệu trong mạng cảm biến

Mô hình dữ liệu mô tả luồng thông tin giữa các node cảm biến và các sink. Mô hình này phụ thuộc nhiều vào bản chất của ứng dụng trong đó cái cách dữ liệu được yêu cầu và sử dụng. Một vài mô hình dữ liệu được đề xuất nhằm tập

trung vào yêu cầu tương tác và nhu cầu tập hợp dữ liệu của đa dạng các ứng dụng.

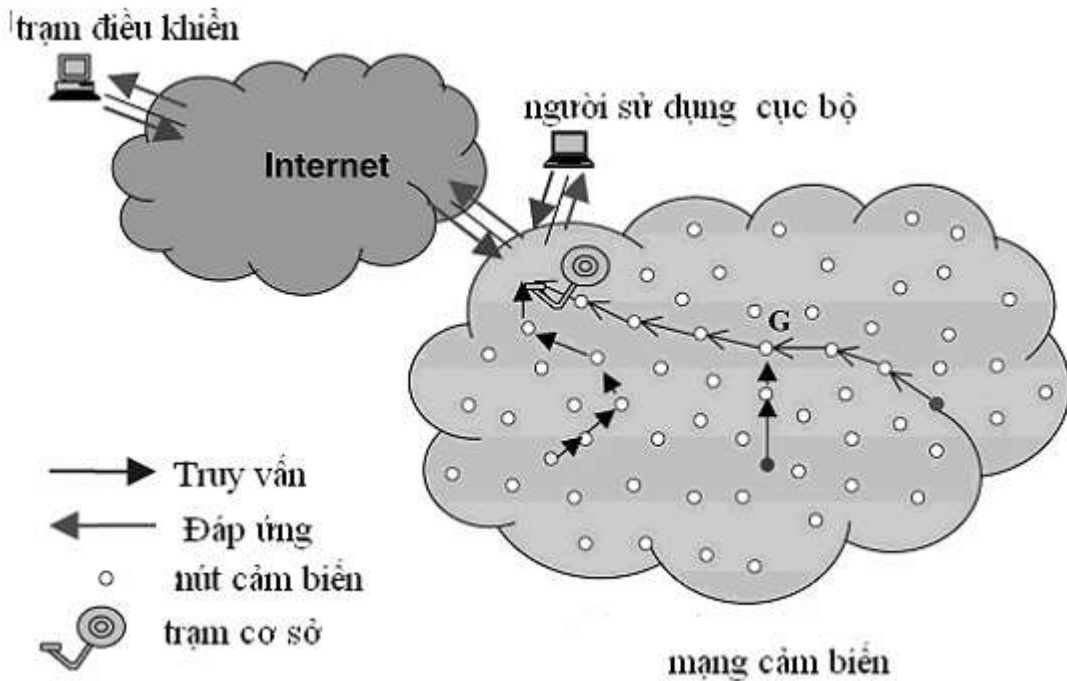
Một loại ứng dụng của mạng cảm biến yêu cầu mô hình thu thập dữ liệu mà dựa trên việc lấy mẫu theo chu kỳ hay sự xảy ra của sự kiện trong môi trường quan sát. Trong các ứng dụng khác, dữ liệu có thể được chụp và lưu trữ hoặc có thể được xử lý, tập hợp tại một node trước khi chuyển tiếp đến sink. Một loại thứ ba đó là mô hình dữ liệu tương tác hai chiều giữa các node cảm biến và sink.

Nhu cầu hỗ trợ đa dạng các mô hình dữ liệu làm tăng tính phức tạp của vấn đề thiết kế giao thức định tuyến.

3.4. Cách truyền dữ liệu

Cách mà các truy vấn và dữ liệu được truyền giữa các trạm cơ sở và các vị trí quan sát hiện tượng là một khía cạnh quan trọng trong mạng cảm biến không dây. Một phương pháp cơ bản để thực hiện việc này là mỗi node cảm biến có thể truyền dữ liệu trực tiếp đến trạm cơ sở. Tuy nhiên phương pháp dựa trên bước nhảy đơn (single-hop) có chi phí rất đắt và các node trạm cơ sở thì sẽ nhanh chóng bị tiêu hao năng lượng và do đó làm giảm thời gian sống của mạng.

Nhằm giảm thiểu lỗi của phương pháp này, dữ liệu trao đổi giữa các node cảm biến và trạm cơ sở có thể được thực hiện bằng việc sử dụng truyền gói đa bước nhảy (multihop) qua phạm vi truyền ngắn. Phương pháp này tiết kiệm năng lượng đáng kể và cũng giảm đáng kể sự giao thoa truyền dẫn giữa các node khi cạnh tranh nhau để truy cập kênh, đặc biệt là trong mạng cảm nhận không dây mật độ cao. Dữ liệu được truyền giữa các node cảm biến và các sink được minh họa như hình vẽ (2.1).



Hình 2.1. Mô hình truyền dữ liệu giữa sink và các node

Để đáp ứng các truy vấn từ các sink hoặc các sự kiện đặc biệt xảy ra tại môi trường thì dữ liệu thu thập được sẽ được truyền đến các trạm cơ sở thông qua nhiều đường dẫn *multihop*.

Trong định tuyến *multihop* của mạng cảm biến không dây, các node trung gian đóng vai trò chuyển tiếp dữ liệu giữa nguồn và đích. Việc xác định xem tập hợp các node nào tạo thành đường dẫn chuyển tiếp dữ liệu giữa nguồn và đích là một nhiệm vụ quan trọng trong thuật toán định tuyến. Nói chung việc định tuyến trong mạng kích thước lớn vốn đã là một vấn đề khó khăn, các thuật toán phải nhằm vào nhiều yêu cầu thiết kế thách thức bao gồm sự chính xác, ổn định, tối ưu hóa và chú ý đến sự thay đổi của các thông số.

Với đặc tính bên trong của mạng cảm biến bao gồm sự ràng buộc về dải thông và năng lượng đã tạo thêm thách thức cho các giao thức định tuyến là phải nhằm vào việc thỏa mãn yêu cầu về lưu lượng trong khi vẫn mở rộng được thời gian sống của mạng.

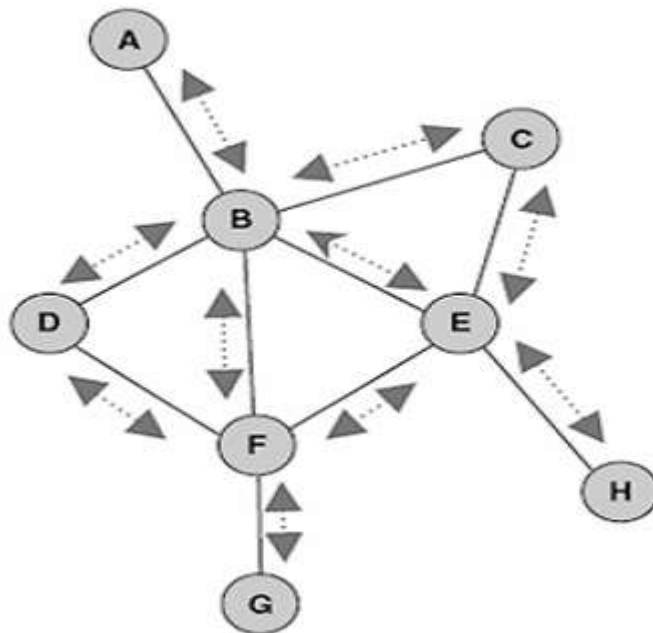
4. Các giao thức định tuyến trong WSNs:

4.1. *Giao thức định tuyến dữ liệu tập trung:*

4.1.1. *Flooding và Gossiping:*

Flooding là kỹ thuật chung thường được sử dụng để tìm ra đường và truyền thông tin trong mạng ad-hoc vô tuyến và hữu tuyến.

Chiến lược định tuyến này rất đơn giản và không phụ thuộc vào cấu hình mạng và các giải thuật định tuyến phức tạp. Flood sử dụng phương pháp reactive nhờ đó mỗi node nhận dữ liệu hoặc điều khiển dữ liệu để gửi các gói tới các node lân cận. Sau khi truyền, một gói sẽ được truyền trên tất cả các đường có thể. Trừ khi mạng bị ngắt không thì các gói sẽ truyền đến đích (hình 2.2).



Hình 2.2: Truyền gói trong flooding

Hơn nữa khi cấu hình mạng thay đổi các gói sẽ truyền theo những tuyến mới giải thuật này sẽ tạo ra vô hạn các bản sao của mỗi gói khi đi qua các node. Giải thuật này có ba nhược điểm lớn như sau: thứ nhất là hiện tượng bản tin kép. Tức là các 2 gói dữ liệu giống nhau được gửi đến cùng node. Thứ hai là hiện tượng chồng chéo, tức là các node cùng cảm nhận một vùng không gian và do

đó tạo ra các gói tương tự nhau gửi đến các node lân cận. Và thứ ba đó là thuật toán này không hề quan tâm đến vấn đề năng lượng của các node, các node sẽ nhanh chóng tiêu hao năng lượng và làm giảm thời gian sống của mạng.

Một sự cải tiến của giao thức này là Gossiping, thuật toán này cải tiến ở chỗ mỗi node sẽ ngẫu nhiên gửi gói mà nó nhận được đến một trong các node lân cận của nó.

Thuật toán này làm giảm số lượng các gói lan truyền trong mạng, tránh hiện tượng bản tin kép tuy nhiên có nhược điểm là có thể gói sẽ không bao giờ đến được đích.

4.1.2. SPIN:

Đây là họ các giao thức dựa trên thỏa thuận để phát thông tin trong mạng cảm nhận không dây. Đối tượng chính của các giao thức này là tính hiệu quả của việc phát thông tin từ một node nào đó đến tất cả các node trong mạng bằng cách giải quyết hạn chế của các giao thức truyền thống. Nguyên lý cơ bản của họ giao thức này là thỏa thuận dữ liệu và sự thích nghi tài nguyên mạng.

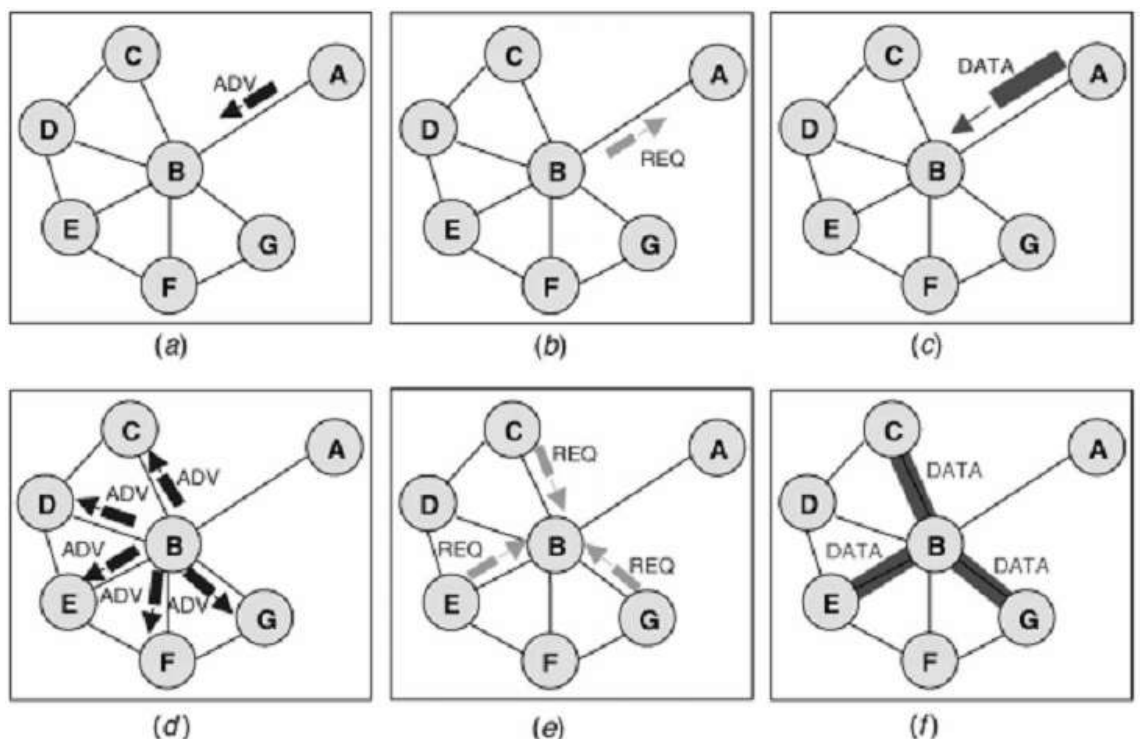
Thỏa thuận dữ liệu yêu cầu các node phải học nội dung của dữ liệu trước khi phát dữ liệu giữa các node mạng. SPIN dùng các gói như là mô tả trước khi phát gói dữ liệu thực. Các node thu khi nhận được gói quảng cáo, nếu muốn nhận gói dữ liệu thực phải gửi một gói yêu cầu tới node nguồn. Do đó, gói dữ liệu thực chỉ gửi cho gói quan tâm, hạn chế khả năng bị bùng nổ gói như trong flooding và giảm đáng kể lưu lượng dư thừa trong mạng. Ngoài ra, việc dùng khóa mô tả dữ liệu loại trừ khả năng chồng lấn do các node chỉ yêu cầu dữ liệu cần quan tâm.

Sự thích ứng tài nguyên mạng cho phép các node dùng giao thức SPIN điều chỉnh hoạt động theo trạng thái năng lượng hiện tại. Mỗi node trong mạng có thể theo dõi sự tiêu thụ năng lượng trong khi phát hay xử lý dữ liệu.

Khi năng lượng xuống thấp, node sẽ giảm hoặc ngừng hoàn toàn các hoạt động như chuyển tiếp gói cho các node khác. Việc này sẽ được các node khác còn nhiều năng lượng hơn thực hiện. SPIN giúp kéo dài thời gian sống của node.

SPIN thực hiện việc thỏa thuận và truyền dữ liệu thông qua 3 dạng thông điệp. Đầu tiên là gói ADV được dùng để quảng cáo cho gói dữ liệu mới mà node muốn phát. Node có chứa dữ liệu sẽ phát các gói ADV chứa mô tả dữ liệu thực tới các node xung quanh. Dạng thứ hai là gói REQ, được dùng để yêu cầu node nguồn phát gói dữ liệu đã quảng cáo trước đó. Một node mạng nhận được gói ADV và thể hiện mong muốn nhận gói dữ liệu thực bằng cách phát đi thông điệp REQ. Dạng thứ 3 là DATA chứa dữ liệu thực. Gói DATA thường lớn hơn các gói ADV và REQ. Việc hạn chế các gói dư thừa làm giảm đáng kể năng lượng tiêu thụ tại các node.

Hoạt động của SPIN gồm 6 bước như hình (2.3).



Hình 2.3: Hoạt động cơ bản của giao thức SPIN

Bước 1: ADV để thông báo dữ liệu mới tới các node.

Bước 2: REQ để yêu cầu dữ liệu cần quan tâm. Sau khi nhận được ADV các node quan tâm đến dữ liệu này sẽ gửi REQ để yêu cầu lấy dữ liệu.

Bước 3: Bản tin DATA bản tin này thực sự chứa dữ liệu được cảm biến và kèm theo mào đầu miêu tả dữ liệu.

Bước 4: Sau khi node này nhận dữ liệu nó sẽ chia sẻ dữ liệu của nó cho các node còn lại trong mạng bằng việc phát bản tin ADV chứa miêu tả dữ liệu (metadata).

Bước 5: Sau đó các node xung quanh lại gửi bản tin REQ yêu cầu dữ liệu.

Bước 6: DATA lại được truyền đến các node mà yêu cầu dữ liệu này.

Tuy nhiên giao thức SPIN cũng có hạn chế khi mà node trung gian không quan tâm đến dữ liệu nào đó, khi đó dữ liệu không thể đến được đích.

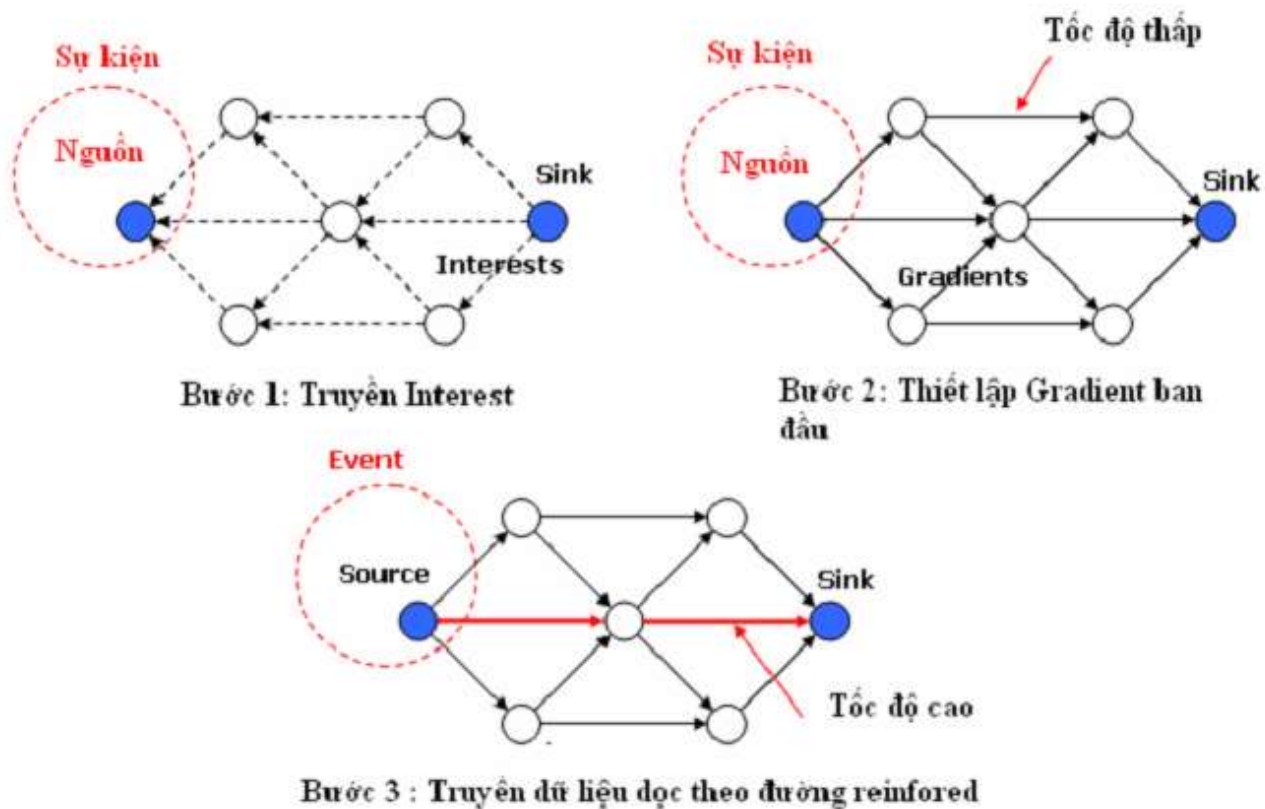
4.1.3. Directed Diffusion:

Đây là giao thức định tuyến dữ liệu tập trung đối với việc truyền và phân bổ thông tin trong mạng cảm biến không dây. Mục tiêu chính của phương pháp này là tiết kiệm năng lượng để tăng thời gian sống của mạng để đạt được mục tiêu này, giao thức này giữ tương tác giữa các node cảm biến, dựa vào việc trao đổi các bản tin, định vị trong vùng lân cận mạng. Sử dụng sự tương tác về vị trí nhận thấy có tập hợp tối thiểu các đường truyền dẫn. Đặc điểm duy nhất của giao thức này là sự kết hợp với khả năng của node để có thể tập trung dữ liệu đáp ứng truy vấn của sink để tiết kiệm năng lượng.

Thành phần chính của giao thức này bao gồm 4 thành phần: interest (các mối quan tâm của mạng), data message (các bản tin dữ liệu), gradient, reinforcements.

Directed diffusion sử dụng mô hình publish and subscribe trong đó một người kiểm tra (tại sink) sẽ miêu tả mỗi quan tâm (interest) bằng một cặp thuộc tính - giá trị.

Hoạt động của Directed Diffusion như hình (2.4). Với mỗi nhiệm vụ cảm biến tích cực, sink sẽ gửi quảng bá bản tin interest theo chu kỳ cho các node lân cận.



Hình 2.4. Hoạt động cơ bản của Directed diffusion

Bản tin này sẽ truyền qua tất cả các node trong mạng như là một sự quan tâm đến một dữ liệu nào đó. Mục đích chính của việc thăm dò này là để xem xét xem có node cảm biến nào đó có thể tìm kiếm dữ liệu tương ứng với interest. Tất cả các node đều duy trì một interest cache để lưu trữ các interest entry khác nhau.

Mỗi một mục (entry) trong interest cache sẽ lưu trữ một interest khác nhau. Các entry cache này sẽ lưu trữ một số trường sau: một nhãn thời gian

(timestamp), nhiều trường gradient cho mỗi node lân cận và trường duration. Nhân thời gian sẽ lưu trữ nhân thời gian của interest nhận được sau cùng. Mỗi gradient sẽ lưu trữ cả tốc độ dữ liệu và chiều mà dữ liệu được gửi đi. Giá trị của tốc độ dữ liệu nhận được từ thuộc tính khoảng thời gian trong bản tin interest. Trường duration sẽ xác định khoảng thời gian tồn tại của interest.

Một gradient có thể coi như là một liên kết phản hồi của node lân cận khi mà nhận được bản tin interest. Việc truyền bản tin interest trong toàn mạng cùng với việc thiết lập các gradient tại mỗi node cho phép việc tìm ra và thiết lập các đường dẫn giữa sink mà đưa ra yêu cầu về dữ liệu quan tâm và các node mà đáp ứng mỗi quan tâm đó.

Khi một node phát hiện một sự kiện nó sẽ tìm kiếm trong cache xem có interest nào phù hợp không, nếu có nó sẽ tính toán tốc độ sự kiện cao nhất cho tất cả các gradient lối ra. Sau đó nó thiết lập một phân hệ cảm biến để lấy mẫu các sự kiện ở mức tốc độ cao này. Các node sẽ gửi ra ngoài miêu tả về sự kiện cho các node lân cận có gradient. Các node lân cận này nhận dữ liệu và sẽ kiểm tra trong cache xem có entry nào phù hợp không, nếu không nó sẽ loại bỏ dữ liệu còn nếu phù hợp nó sẽ nhận dữ liệu các node này sẽ thêm bản tin vào cache dữ liệu và sau đó gửi bản tin dữ liệu cho các node lân cận.

Khi nhận được một interest các node tìm kiếm trong interest cache của nó xem có entry nào phù hợp không, nếu không node sẽ tạo một cache entry mới. Các node sẽ sử dụng các thông tin chứa trong interest để tạo ra các thông số interest trong entry. Các entry này là một tập hợp chứa các trường gradient với tốc độ và chiều tương ứng với node lân cận mà interest được nhận. Nếu như interest nhận được có trong cache thì node sẽ cập nhật nhân thời gian và trường duration cho phù hợp với entry. Một trường gradient sẽ được remove khỏi entry nếu quá hạn.

Trong pha thiết lập gradient thì các sink sẽ thiết lập một tập hợp các đường dẫn. Sink có thể sử dụng đường dẫn này với sự kiện chất lượng cao để làm tăng

tốc độ dữ liệu. Điều này đạt được thông qua một đường dẫn được hỗ trợ xử lý. Các sink này có thể sử dụng sự hỗ trợ của một số các node lân cận. Để làm được điều này sink có thể gửi lại bản tin interest nguồn ở tốc độ cao thông qua các đường dẫn được chọn, nhờ việc tăng cường các node nguồn trên đường dẫn để gửi dữ liệu thường xuyên hơn. Directed diffusion có ưu điểm nếu một đường dẫn nào đó giữa sink và một node bị lỗi, một đường dẫn có tốc độ dữ liệu thấp hơn được thay thế. Kỹ thuật định tuyến này ổn định dưới phạm vi mạng động. Loại giao thức định tuyến này tiết kiệm năng lượng đáng kể.

4.2. *Giao thức định tuyến dựa vào vị trí:*

Mục tiêu của giao thức định tuyến theo vị trí là dùng thông tin về vị trí các node để tìm ra tuyến liên lạc hiệu quả từ nguồn đến đích. Định tuyến theo vị trí thích hợp cho mạng cảm nhận, sự tập hợp dữ liệu loại bỏ các thông điệp dư thừa làm giảm năng lượng tiêu thụ.

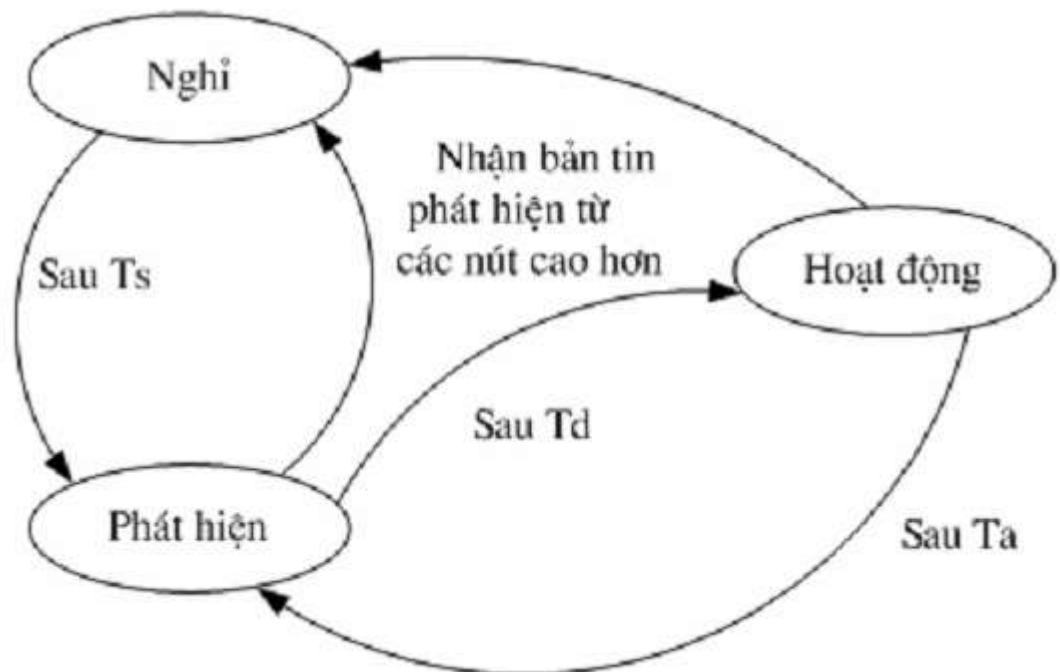
Ta sẽ xem xét một số giao thức định tuyến dựa trên vị trí như sau:

4.2.1. *GAF:*

Giải thuật chính xác theo địa lý (GAF) dựa trên vị trí có hiệu quả về mặt năng lượng được thiết kế chủ yếu cho các mạng ad hoc di động, nhưng cũng có thể áp dụng cho mạng cảm biến. GAF khai thác việc dư thừa dữ liệu trong mạng bằng cách coi một tập hợp các node con trong mạng là tương đương nhau khi nhìn từ giao thức lớp trên. GAF chia vùng quan sát thành các hình vuông đủ nhỏ, bất kỳ các node nào trong hình vuông cũng đều có thể giao tiếp vô tuyến với bất kỳ node nào nằm trong hình vuông bên cạnh. GAF dự trữ năng lượng bằng cách tắt các node không cần thiết trong mạng mà không ảnh hưởng đến mức độ chính xác của định tuyến. Nó tạo ra một lưới ảo cho vùng bao phủ. Mỗi node dùng GPS của nó – vị trí xác định để kết hợp với cùng một điểm trên lưới mà được coi là tương đương khi tính đến giá của việc định tuyến gói. Sự tương đương như vậy được tận dụng để giữ các node định vị trong vùng lưới xác định

trong trạng thái nghỉ để tiết kiệm năng lượng. Vì vậy GAF có thể tăng đáng kể thời gian sống của mạng cảm biến khi mà số lượng các node tăng lên.

Các node chuyển trạng thái từ nghỉ sang hoạt động lần lượt để cho các tải được cân bằng. Có ba trạng thái được định nghĩa trong GAF, đó là phát hiện (discovery), để xác định các node lân cận trong lưới, hoạt động (active), thể hiện sự tham gia vào quá trình định tuyến và nghỉ (sleep) khi sóng được tắt đi. Sự chuyển trạng thái trong GAF được miêu tả ở hình (2.5). Node nào nghỉ trong bao lâu liên quan đến các thông số được điều chỉnh trong quá trình định tuyến. Để điều khiển độ di động, mỗi node trong lưới ước đoán thời gian rời khỏi lưới của nó và gửi thông tin này đến node lân cận.



Hình 2.5: Sự chuyển trạng thái trong GAF

Các node đang không hoạt động điều chỉnh thời gian nghỉ của chúng phù hợp các thông tin nhận được từ các node lân cận đó để giữ cho việc định tuyến được chính xác. Trước khi thời gian rời khỏi lưới của các node đang hoạt động quá hạn, các node đang nghỉ thoát khỏi trạng thái đó và một trong số các node đó trở nên hoạt động. GAF được triển khai cho cả những mạng bao gồm các

node không di động (GAF cơ bản) và mạng bao gồm các node di động (GAF thích ứng di động).

GAF cố gắng giữ mạng hoạt động bằng cách giữ cho các node đại diện luôn ở chế độ hoạt động trong mỗi vùng ở lưới ảo của nó. Các kết quả mô phỏng đã chỉ ra rằng GAF thực hiện tối thiểu sẽ được như giao thức định tuyến trong mạng ad-hoc thông thường khi nói đến tổn thất gói và làm tăng thời gian sống của mạng bằng cách tiết kiệm năng lượng. Mặc dù GAF là một giao thức dựa trên vị trí, nó cũng có thể được coi là như một giao thức phân cấp khi mà các cụm dựa trên vị trí địa lý. Đối với mỗi vùng lưới xác định, mỗi node đại diện hoạt động như một node chủ để truyền dữ liệu đến các node khác. Tuy nhiên node chủ này không thực hiện bất cứ một nhiệm vụ hợp nhất hay tập trung dữ liệu nào như trong các giao thức phân cấp thông thường.

4.2.2. GEAR:

Giao thức GEAR (Geographic and Energy-Aware Routing) dùng sự nhận biết về năng lượng và các phương pháp thông báo thông tin về địa lý tới các node lân cận. Việc định tuyến thông tin theo vùng địa lý rất có ích trong các hệ thống xác định vị trí, và đặc biệt là trong mạng cảm biến. Ý tưởng này hạn chế số lượng các yêu cầu ở Directed Diffusion bằng cách quan tâm đến một vùng xác định hơn là gửi các yêu cầu tới toàn mạng. GEAR cải tiến hơn Directed Diffusion ở điểm này và vì thế dự trữ được nhiều năng lượng hơn.

Trong giao thức GEAR, mỗi một node giữ một estimated cost và một learned cost trong quá trình đến đích qua các node lân cận. Estimated cost là sự kết hợp của năng lượng còn dư và khoảng cách đến đích. Learned cost là sự cải tiến của estimated cost giải thích cho việc định tuyến xung quanh các hốc trong mạng. Hốc xảy ra khi mà một node không có bất kì một node lân cận nào gần hơn so với vùng đích hơn là chính nó. Trong trường hợp không có một hốc nào thì estimated cost bằng với learned cost. Learned cost được truyền ngược lại 1

hop mỗi lần một gói đến đích làm cho việc thiết lập đường cho gói tiếp theo được điều chỉnh.

Có 2 pha trong giải thuật này:

Chuyển tiếp gói đến vùng đích: GEAR dùng cách tự chọn node lân cận dựa trên sự nhận biết về năng lượng và vị trí địa lý để định tuyến gói đến vùng đích. Có 2 trường hợp cần quan tâm:

Khi tồn tại nhiều hơn một node lân cận gần hơn so với đích: GEAR sẽ chọn hop tiếp theo trong số tất cả các node lân cận gần đích hơn.

Khi mà tất cả các node đều xa hơn: trong trường hợp này sẽ có một lỗ hổng. GEAR chọn hop tiếp theo mà làm tối thiểu giá chi phí của node lân cận này. Trong trường hợp này, một trong số các node lân cận được chọn để chuyển tiếp gói dựa trên learned cost. Lựa chọn này có thể được cập nhật sau theo sự hội tụ của learned cost trong suốt quá trình truyền gói.

Chuyển tiếp gói trong vùng:

Nếu gói được chuyển đến vùng, nó có thể truyền dữ liệu trong vùng đó có thể bằng cách chuyển tiếp địa lý đệ quy hoặc flooding có giới hạn. Flooding có giới hạn áp dụng tốt trong trường hợp các sensor triển khai không dày đặc. Ở những mạng có mật độ sensor cao, flooding địa lý đệ quy lại hiệu quả về mặt năng lượng hơn là flooding có giới hạn. Trong trường hợp đó, người ta chia vùng thành 4 vùng nhỏ và tạo ra 4 bản copy của gói đó. Việc chia nhỏ này và quá trình chuyển tiếp tiếp tục cho đến khi trong vùng chỉ còn 1 node.

Để thỏa mãn các điều kiện chúng ta dùng giải thuật chuyển tiếp địa lý đệ quy để truyền gói trong vùng này. Tuy nhiên, với những vùng mật độ thấp, chuyển tiếp địa lý đệ quy đôi khi không hoàn thành, định tuyến vô tác dụng trong một vùng đích rộng trước khi số hop gói đi qua vượt quá giới hạn. Trong trường hợp này chúng ta dùng flooding có giới hạn.

4.3. Giao thức phân cấp:

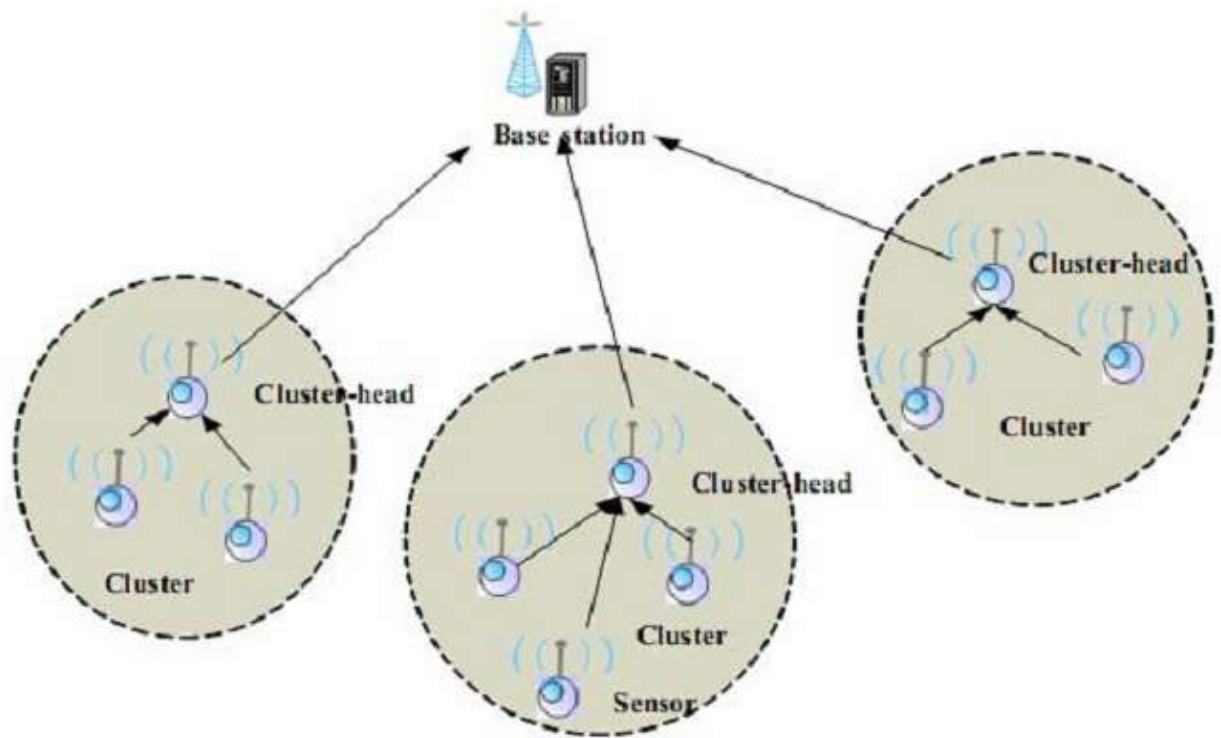
4.3.1. LEACH:

LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) là giao thức phân cấp theo cụm thích ứng năng lượng thấp. Đây là giao thức thu lượm và phân phát dữ liệu tới các sink đặc biệt là các trạm cơ sở. Mục tiêu chính của LEACH là:

- Mở rộng thời gian sống của mạng
- Giảm sự tiêu thụ năng lượng bởi mỗi node mạng
- Sử dụng tập trung dữ liệu để giảm bản tin truyền dẫn trong mạng

Để đạt được những mục tiêu này LEACH đã thông qua mô hình phân cấp để tổ chức mạng thành các cụm, mỗi cụm được quản lý bởi node chủ. Node chủ gánh lấy trọng trách thực hiện nhiều tác vụ. Đầu tiên là thu lượm dữ liệu theo chu kỳ từ các node thành viên, trong quá trình tập trung dữ liệu node chủ sẽ cố gắng tập hợp dữ liệu để giảm dư thừa về những dữ liệu tương quan nhau. Nhiệm vụ thứ hai đó là node chủ sẽ trực tiếp truyền dữ liệu đã được tập hợp lại đến các trạm cơ sở. Việc truyền này có thể thực hiện theo kiểu single hop. Nhiệm vụ thứ ba là LEACH sẽ tạo ra một mô hình ghép kênh theo thời gian TDMA, mỗi node trong cụm sẽ được gán một khe thời gian mà có thể sử dụng để truyền tin.

Mô hình LEACH như hình vẽ (2.6). Các node chủ sẽ quảng bá mô hình TDMA cho các node thành viên trong cụm của nó. Để giảm thiểu khả năng xung đột giữa các node cảm biến trong và ngoài cụm, LEACH sử dụng mô hình truy cập đa phân chia theo mã CDMA. Quá trình hoạt động của LEACH được chia thành hai pha là pha thiết lập và pha ổn định. Pha thiết lập bao gồm hai bước là lựa chọn node chủ và thông tin về cụm. Pha ổn định trạng thái gồm thu lượm dữ liệu, tập trung dữ liệu và truyền dữ liệu đến các trạm cơ sở. Thời gian của bước ổn định kéo dài hơn so với thời gian của bước thiết lập để giảm thiểu mào đầu.



Hình 2.6: Mô hình mạng LEACH

Sau khi được chọn làm node chủ, các node chủ sẽ quảng bá vai trò mới của chúng cho các node còn lại trong mạng. Các node còn lại trong mạng dựa vào bản tin đó và cường độ tín hiệu nhận được hoặc một số tiêu chuẩn nào đó để quyết định xem có tham gia vào cụm đó hay không. Và sau đó các node này sẽ thông báo cho node chủ biết là mình có mong muốn trở thành thành viên của cụm do node chủ đó đảm nhận.

Trong quá trình tạo cụm các node chủ sẽ tạo và phân phát mô hình TDMA cho các node thành viên trong cụm. Mỗi node chủ cũng chọn lựa một mã CDMA mà sau đó sẽ thông báo tới tất cả các thành viên trong cụm biết. Sau khi pha thiết lập hoàn thành báo hiệu sự bắt đầu của pha ổn định trạng thái và các node trong cụm sẽ thu lượm dữ liệu và sử dụng các khe thời gian để truyền dữ liệu đến node chủ. Dữ liệu được thu lượm theo chu kỳ.

Việc mô phỏng cho thấy LEACH tiết kiệm đáng kể năng lượng. Và sự tiết kiệm này phụ thuộc chủ yếu vào hệ số tập trung dữ liệu các node chủ của cụm.

Tuy nhiên LEACH cũng có một số khuyết điểm sau:

Việc giả sử rằng tất cả các node chủ trong mạng đều truyền đến trạm cơ sở thông qua một bước nhảy là không thực tế, và vì dự trữ năng lượng và khả năng của các node thay đổi theo thời gian từ node này đến node khác. Hơn nữa khoảng chu kỳ ổn định trạng thái là vấn đề then chốt để đạt được giảm năng lượng cần thiết để bù đắp lượng mào đầu gây ra bởi xử lý lựa chọn cụm. Chu kỳ ngắn sẽ làm tăng lượng mào đầu, chu kỳ dài sẽ nhanh chóng làm tiêu hao năng lượng của node chủ.

LEACH có đặc tính giúp tiết kiệm năng lượng, yêu cầu về năng lượng trong LEACH được phân bổ cho tất cả các node trong mạng vì chúng ta giả sử rằng vai trò node chủ được luân chuyển vòng tròn dựa trên năng lượng còn lại trên mỗi node. LEACH là thuật toán phân tán hoàn toàn và không yêu cầu sự điều khiển bởi trạm cơ sở. Việc quản lý cụm là cục bộ và không cần sự hiểu biết về mạng toàn cục. Hơn nữa việc tập trung dữ liệu theo cụm cũng tiết kiệm năng lượng đáng kể vì các node không yêu cầu gửi trực tiếp dữ liệu đến sink.

4.3.2. PEGASIS:

PEGASIS (Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems).

PEGASIS phân cấp là một họ các giao thức định tuyến và tập trung thông tin trong mạng cảm biến.

Giao thức này đầu tiên hỗ trợ việc kéo dài thời gian sống của mạng nhờ đạt được việc tiêu thụ năng lượng đồng nhất và hiệu suất năng lượng cao qua tất cả các node trong mạng, thứ hai làm giảm trễ truyền dữ liệu đến sink.

Giao thức này xem xét mô hình mạng bao gồm tập hợp các node đồng nhất được triển khai qua một vùng địa lý. Các node này có sự hiểu biết về vị trí các node khác trong toàn mạng và chúng còn có khả năng điều khiển công suất và bao phủ một vùng tùy ý. Các node này cũng được trang bị bộ thu phát sóng hỗ trợ CDMA. Trách nhiệm của các node này là thu lượm và truyền dữ liệu đến các

sink, thông thường là các trạm cơ sở. Mục đích để phát triển một cấu trúc định tuyến và một sơ đồ tập trung dữ liệu để giảm thiểu sự tiêu thụ công suất và truyền dữ liệu được tập trung đến trạm cơ sở với trễ truyền dẫn nhỏ nhất trong khi vẫn cân bằng sự tiêu thụ công suất giữa các node trong mạng.

Giải thuật này sử dụng mô hình cấu trúc dạng chuỗi.

Dựa trên mô hình này các node sẽ giao tiếp với node hàng xóm gần nó nhất. Cấu trúc chuỗi bắt đầu với node xa sink nhất, các node mạng được thêm dần vào chuỗi làm chuỗi lớn dần lên, bắt đầu từ node hàng xóm gần node cuối nhất. Các node sẽ được gán vào chuỗi theo cách greedy từ node lân cận gần nhất cho tới các node còn lại trong mạng. Để xác định được node lân cận gần nhất mỗi node sẽ sử dụng cường độ tín hiệu để đo khoảng cách tới các node lân cận của nó. Sử dụng dữ kiện này các node sẽ điều chỉnh cường độ tín hiệu sao cho chỉ có node lân cận gần nhất nghe được.

Một node trong chuỗi sẽ được chọn làm node chủ, trách nhiệm của node chủ là truyền dữ liệu tập hợp được tới trạm cơ sở. Vai trò node chủ sẽ bị dịch chuyển vị trí trong chuỗi sau mỗi vòng chu kỳ. Chu kỳ này được quản lý bởi sink và việc chuyển trạng thái từ vòng này đến vòng tiếp theo có thể được khởi tạo bởi việc đưa ra dấu hiệu công suất cao bởi sink. Việc quay vòng node chủ trong chuỗi nhằm đảm bảo công bằng trong tiêu thụ năng lượng giữa các node trong mạng. Tuy nhiên cũng cần chú ý rằng việc thay đổi có khi dẫn đến node chủ rời xa trạm cơ sở, sink, khi đó node này lại cần yêu cầu công suất cao để truyền đến trạm cơ sở.

Việc tập trung dữ liệu trong mạng dọc theo chuỗi. Đầu tiên chain leader sẽ gửi một thẻ bài tới node cuối cùng bên phải cuối chuỗi. Trong khi nhận được tín hiệu này node cuối sẽ gửi dữ liệu nó thu lượm được đến node lân cận theo chiều xuôi trong chuỗi, sau đó node này tập trung dữ liệu và lại tiếp tục gửi đến node lân cận gần nó nhất, cứ như vậy cho đến khi gửi đến node chủ. Sau đó node chủ sẽ lại tập trung dữ liệu và gửi đến sink.

Mặc dù đơn giản nhưng mô hình tập trung dạng chuỗi dễ gây ra trễ trước khi dữ liệu tập trung được truyền đến sink. Một phương pháp để giảm độ trễ này là tập trung dữ liệu song song dọc theo chuỗi, và sẽ càng giảm nhiều hơn nếu các node được trang bị bộ thu phát sử dụng CDMA.

Dùng PEGASIS sẽ giải quyết được vấn đề về mào đầu gây ra bởi việc hình thành các cụm động trong LEACH và giảm được số lần truyền và nhận bằng việc tập hợp dữ liệu. Tuy nhiên PEGASIS lại có độ trễ đường truyền lớn đối với các node ở xa trong chuỗi. Hơn nữa ở node chính có thể xảy ra hiện tượng thất cổ chai.

5. Kết luận:

Trong chương này đã trình bày khá nhiều các giao thức định tuyến trong mạng cảm nhận không dây. Mỗi giao thức có những ưu điểm và nhược điểm riêng của nó. Hiện nay, rất nhiều sự cải tiến của các loại giao thức này đã được đưa ra và cho kết quả khả quan. Việc lựa chọn giao thức nào hoàn toàn phụ thuộc vào ứng dụng mà chúng ta triển khai. Sự hoạt động của các giao thức định tuyến này đầy hứa hẹn trong việc sử dụng hiệu quả năng lượng. Tuy nhiên, với sự phát triển ngày càng mạnh mẽ của mạng cảm nhận, vấn đề đặt ra là cần có một kiến trúc mạng mới với giao thức định tuyến mới nhằm đáp ứng nhu cầu ứng dụng cũng như khả năng phát triển của mạng. Trong chương tiếp theo, em xin đề cập tới một kiến trúc mới, kiến trúc hỗn hợp cho mạng cảm nhận không dây.

CHƯƠNG III –KHAI THÁC HỆ HỖN HỢP TRONG VIỆC TẬP DỮ LIỆU CHO ĐỊNH TUYẾN MẠNG CẢM NHẬN

1. Vì sao cần khai thác hệ hỗn hợp:

Cả thiết bị lớp Mote và Microserver đều có những thuận lợi riêng về truyền thông, chất lượng... Đối với mạng lớp Mote thì có những đặc điểm sau: tốc độ truyền dữ liệu thấp, bộ nhớ thấp, giá thành rẻ, mật độ cao, tiêu thụ năng lượng nhỏ và được tối ưu hoá trong các ứng dụng: giám sát môi trường sống, theo dõi cấu trúc dao động, phát hiện mục tiêu... Đối với mạng lớp Microserver có những đặc điểm sau:khả năng lưu trữ lớn, năng lực xử lý cao... rất thích hợp cho các ứng dụng có dữ liệu lớn, phức tạp hoặc có yêu cầu băng thông cao.

Tuy nhiên, một số ứng dụng yêu cầu có sự kết hợp giữa các lớp thiết bị. Điều đó dẫn đến việc không có một bản nào có khả năng đáp ứng đủ các yêu cầu ứng dụng. Vì vậy, khám phá kiến trúc hỗn hợp (còn được gọi là kiến trúc tầng), một hệ thống bao gồm cả các thiết bị Mote hạn chế tài nguyên, năng lượng thấp và các thiết bị Microserver giàu tài nguyên và năng lượng ngày càng được quan tâm. Kiến trúc hỗn hợp trở thành một phần cơ bản trong sự phát triển của mạng cảm nhận không dây.

2. So sánh định tuyến cho Motes và Microserver:

Trong mạng cảm nhận không dây dựa trên nền Microserver thường có dạng truyền thông many-to-few, có nghĩa là nhiều nguồn gửi về một số ít node cơ sở. Giao thức truyền tin trực tiếp *Directed Diffusion* là một giao thức định tuyến phổ biến cho mạng cảm nhận không dây hỗ trợ mô hình này. Ngoài ra, có những trường hợp mô hình truyền thông sử dụng giao thức định tuyến any-to-any tương đương giao thức định tuyến IP không dây truyền thống như AODV và DSDV.

Đối với mạng cảm nhận không dây dựa trên nền Mote, mẫu truyền thông cơ bản là many-to-one, tức là các node gửi dữ liệu tới một node duy nhất trong

mạng gọi là node cơ sở. Vì vậy, các giao thức định tuyến dựa trên nền Mote thường dựa trên mô hình cây, nơi mà các node kết nối với nhau thông qua cây định tuyến đa chặng. Phần lớn các giao thức cho lớp Mote là phân tán, trong đó, mỗi lớp Mote tự quyết định định tuyến dựa trên đầu vào từ những node láng giềng hoặc node cơ sở (*sink*). Chúng được gọi là *proactive*, và khi đó chúng tiếp tục duy trì lại các đường dẫn đã được thiết lập. Việc khó khăn về năng lực tính toán và bộ nhớ dẫn đến một số vấn đề về các giao thức phân tuyến khởi tạo trước cho lớp Mote. Đặc biệt là khi làm các quyết định, vì thiếu bộ nhớ mà nó gặp những giới hạn về cấu trúc dữ liệu như bảng định tuyến, bảng láng giềng. Điều đó có thể dẫn tới định tuyến không ổn định, không nhất quán và định tuyến lặp.

Định tuyến không ổn định là các đường liên kết có xu hướng thay đổi liên tục. Định tuyến kiểu này đã được nghiên cứu rộng rãi trong Internet. Hiệu quả của nó là tăng về thời gian trao đổi, tăng khả năng ngắt liên kết, tăng điều khiển độ dài *overhead* và giảm hiệu năng mạng *end-to-end*. Tùy thuộc vào việc thực hiện tăng thời gian trao đổi, tăng khả năng ngắt liên kết hay tăng *header* mà chúng rất quan trọng đối với WSN vì nó dẫn tới việc tăng số lượng truyền và giảm độ tin cậy của mạng.

Định tuyến không nhất quán là tình trạng hai node có cùng đường dẫn không bao phủ nhau, dẫn đến phản ứng khác nhau cho cùng một đầu vào.

Cuối cùng là định tuyến lặp. Đây là trường hợp đặc biệt của định tuyến không nhất quán, là một lỗi rất nghiêm trọng trong định tuyến vì dữ liệu không được truyền đi, trong khi với cùng thời gian như vậy, các gói tin đi qua vòng lặp. Do vậy làm tăng năng lượng tiêu thụ không cần thiết trong khi dữ liệu không được truyền đi.

Ngoài ba lỗi trên, *proactive* một cách tự nhiên dẫn đến tăng năng lượng tiêu thụ khi đường dẫn liên tục được duy trì, và ngay cả khi không có dữ liệu được sinh ra hoặc được truyền đi. Vì vậy, vấn đề đặt ra là phải thiết kế một giao thức

định tuyến cho Mote như thế nào để đáp ứng mức độ kết nối mạng cao trong điều kiện hạn chế về tài nguyên bộ nhớ, tránh được các lỗi định tuyến và điều khiển *overhead*.

3. Định tuyến dữ liệu tập trung cho lớp Mote:

3.1. Giới thiệu về lớp thiết bị Motes:

Motes là những thiết bị nhỏ xíu, giá thành rẻ, tài nguyên hạn chế, được thiết kế để vận hành trong thời gian dài bằng năng lượng pin. Motes được sử dụng rộng rãi trong những dự án nghiên cứu và được triển khai trong thực tế. Những thiết bị lớp motes phổ biến bao gồm Mica2 và MicaZ, dựa trên vi điều khiển AVR 8-bit cũng như Telosmote dựa trên vi điều khiển TI 16 bit.

3.2. Ưu và nhược điểm của lớp Motes:

- **Ưu điểm:**

Ưu điểm chính của Motes khiến nó trở thành thiết bị phổ biến trong mạng WSN đó là điện năng tiêu thụ thấp và khả năng tính toán trong thời gian dài dựa trên nguồn năng lượng pin hạn chế.

Một ưu điểm đáng kể khác của Motes đó là chi phí về cơ sở hạ tầng và triển khai thấp. Motes là những thiết bị không đắt, kích thước nhỏ và điện năng tiêu thụ thấp cho phép các mạng triển khai dựa trên Motes được triển khai với mật độ cao.

- **Nhược điểm:**

- Không gian lưu trữ hạn chế.
- Năng lượng tính toán hạn chế.
- Khó khăn trong lập trình.
- Băng thông thấp.

3.3. Các vấn đề của cách tiếp cận định tuyến phân tán:

Các giao thức định tuyến trong WSN hầu hết là phân tán, các node mạng trong việc làm quyết định định tuyến đều dựa trên dữ liệu địa phương riêng của mình.

Giao thức định tuyến *Mint Route* được sử dụng rộng rãi như là một phần trong hệ điều hành phân tán TinyOS và được coi là một chuẩn của giao thức định tuyến cho Mote.

Giao thức *Multihop* được phát triển trong ESS tại James Reserve kết hợp sự đơn giản hóa phân tán để giải quyết vấn đề hạn chế tài nguyên và những thiếu thốn trong *Mint Route*.

Nói chung, giao thức định tuyến phân tán khởi tạo trước làm việc theo mô hình cây: các gói dữ liệu đều trở về gốc (node sink). Node sink định kì phát tín hiệu quảng bá sự tồn tại của mình. Các node Mote nhận được tín hiệu này và chuyển tiếp tới chặng kế tiếp. Mote cũng định kì phát tin nhắn quảng bá tới node gốc. Kết quả là toàn mạng được kết nối dựa trên phương pháp tràn (*flooding*).

Dựa vào các mô tả ở trên, các giao thức định tuyến cần thực hiện các tác vụ sau:

- Lựa chọn sink.
- Lựa chọn chặng kế tiếp.
- Duy trì đường dẫn.

Cả *Mint Route* và *Multihop* cũng như các giao thức định tuyến khác đều sử dụng thuật toán kiểu vectơ khoảng cách phân tán để quyết định đường trở về trạm gốc. Với những thuật toán trên, mỗi node độc lập lựa chọn chặng kế tiếp ở bảng láng giềng rồi làm giảm khoảng cách của nó đối với sink. Một số giao thức sử dụng các phép đo khác nhau để định nghĩa trạm kế tiếp tốt nhất, có thể dựa vào chất lượng đường liên kết, năng lượng hiện có hoặc các tính chất khác.

Ước lượng đường liên kết và bảng láng giềng là hai thành phần cơ bản của các giao thức nói trên. Chúng đóng vai trò cung cấp cho giao thức định tuyến một cách hiệu quả trong việc lựa chọn từ một *hop* tới *hop* kế tiếp rồi về *sink*.

Ban đầu, Mint Route và *Multihop* cần duy trì hoạt động những liên kết đã được thiết lập. Khi node cha được chọn, Mote phát một tin nhắn quảng bá thông báo rằng nó đã có một liên kết với node gốc. Trong Mint Route việc lựa chọn node cha là tiến trình theo chu kì. Mỗi node Mote duy trì bộ đếm thời gian riêng, độc lập với chu kì thông điệp quảng bá. Trong *Multihop*, việc lựa chọn *hop* cha dựa trên sự kiện mà nó nhận được trên thông điệp quảng bá. Tuy nhiên, trong cả hai trường hợp, các liên kết được duy trì và truyền theo chu kì của thông điệp quảng bá của từng node trong mạng. Như trong giao thức định tuyến khởi tạo trước, có sự thương lượng cơ bản giữa *overhead* của gói tin duy trì với tốc độ điều chỉnh cho những thay đổi topo.

Qua triển khai các ESS với việc sử dụng giao thức *Multihop* đã nảy sinh nhiều vấn đề mà xuất phát từ bản chất của các thuật toán định tuyến cùng với sự hạn chế tài nguyên của thiết bị lớp Mote. Những vấn đề đó là:

- Năng lượng tiêu thụ cao.
- Định tuyến mất ổn định và không nhất quán.
- Định tuyến lặp.

Để giải quyết các hạn chế nêu trên của định tuyến phân tán, chúng ta cùng xem xét phương pháp tiếp cận thay thế, phương pháp tiếp cận định tuyến dữ liệu tập trung.

3.4. Phương pháp tiếp cận định tuyến dữ liệu tập trung:

Xem xét các vấn đề liên quan đến định tuyến cho Mote, đặc biệt chú ý tới việc sử dụng bộ nhớ tăng lên, định tuyến không nhất quán và định tuyến lặp, cách tiếp cận tập trung được đề xuất, phương pháp mà các quyết định định tuyến

sẽ được thực hiện tại một điểm tập trung duy nhất trong mạng. Tại một thời điểm thì mỗi Mote chỉ là thành phần của một cây duy nhất.

Khi định tuyến cho Mote dựa vào cây, node sink là một điểm tập trung tự nhiên. Tất cả các quyết định định tuyến sẽ được loại bỏ khỏi Mote và tập trung tại sink. Việc làm như trên làm cho các Mote không cần phải lưu trữ thông tin về các node láng giềng cũng như thông tin về node cha của chúng.

Nhược điểm của cách tiếp cận tập trung đó là:

- Độ tin cậy:
- Điều khiển overhead:
- Thời gian hội tụ:

Để giải quyết những vấn đề đã trình bày khi sử dụng những ưu điểm của kiến trúc hỗn hợp, chúng ta đề cập tới giao thức định tuyến tập trung dựa trên mô hình cây, gọi tắt là Cent Route. Cent Route là giao thức định tuyến phát sóng hai chiều dựa trên định tuyến nguồn để tạo thành những liên kết *unicast*, liên kết từ nguồn tới sink. Cent Route chuyển hết những quyết định trong Mote vào node sink. Vì vậy, nó chuyển đi những điều bất lợi của node Mote. Với cách làm như vậy, Cent Route có thể tránh được định tuyến bất ổn và lặp ở node Mote. Hơn nữa, những trạng thái duy trì trong node Mote như trên có thể mở rộng mật độ mạng.

3.5. *Giao thức định tuyến theo yêu cầu Cent Route:*

- **Mục tiêu thiết kế:**
 - ✓ Giảm thiểu mâu thuẫn trong định tuyến, kể cả định tuyến lặp.
 - ✓ Giảm thiểu những yêu cầu bộ nhớ trên Motes.
 - ✓ Định tuyến ổn định.
 - ✓ Hỗ trợ Dynamic sink.

- ✓ Định tuyến hai chiều *Unicast*.
- ✓ Khả năng mở rộng quy mô với mạng lưới dày đặc.

- ***Thiết kế Cent Route:***

Để Mote tham gia vào một cây định tuyến thì nó phải bằng cách nào đó nhận biết được sự tồn tại của cái cây đó. Trong các giao thức định tuyến như *Multihop*, *MintRote*, *Directed Diffusion* điều này được giải quyết bằng việc node sink định kì phát sóng quảng bá. Mote nhận được tin nhắn đó sẽ phát tán lại nó, từ đó làm cho toàn mạng nhận biết được sự tồn tại của sink.

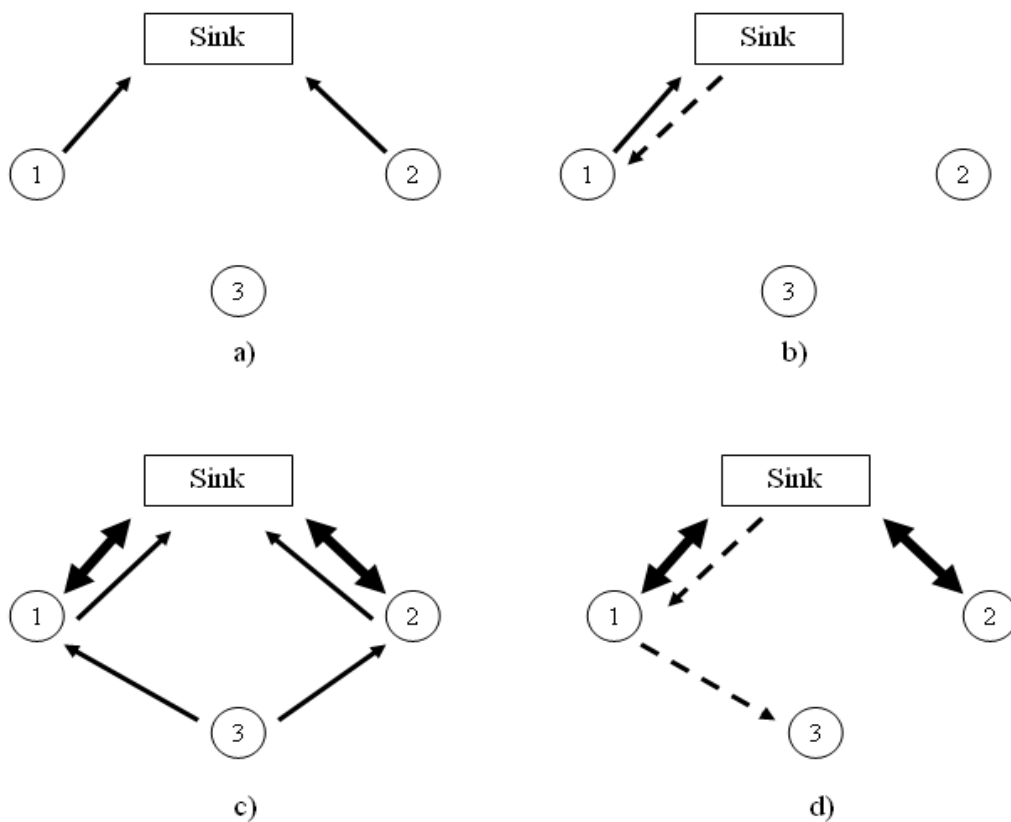
Khi cơ chế thông báo dựa trên *flooding*, điều khiển *overhead* tùy thuộc vào thời gian mỗi thông báo, kích thước của mạng cũng như tổng số node sink trong mạng. Hơn thế, nếu nhiều sink tồn tại trong mạng từng công bố sự hiện diện của nó, Mote cần lưu trữ thông tin về khả năng của mỗi sink trong mạng và thực hiện quyết định xem node nào tham gia hoặc tham gia tất cả. Cent Route là một giao thức định tuyến theo yêu cầu, chúng ta chọn để thay thế và bắt đầu khám phá cơ chế định tuyến khi không có sự thông báo hiện diện của sink.

Như trên đã trình bày, cây cần phải xây dựng hai hướng, tức là sink cần phải có khả năng gửi gói tin unicast tới Mote. Cây Cent Route xây dựng cơ chế như sau: để tham gia cây, Mote cần phát một thông điệp quảng bá kết nối. Nếu một Mote là thành phần của cây nhận được thông điệp này, nó chuyển tiếp thông điệp tới node sink thông qua node cha của nó bằng việc tạo ra gói tin *unicast*, nếu không, các yêu cầu được bỏ qua và gói tin sẽ bị loại bỏ. Sau khi nhận được thông điệp yêu cầu, hoặc bằng cách trực tiếp hoặc thông qua gói tin chuyển tiếp, các Microserver (sink) cần gửi gói tin trả lời tới Mote. Vì có thể có nhiều gói tin unicast từ một Mote cụ thể, sink không trả lời yêu cầu tham gia ngay. Thay vào đó, nó đặt một bộ đếm thời gian ngắn và khi hết hạn, sink sẽ lựa chọn con đường tốt nhất trong số các con đường đã được thiết lập. Để truyền gói tin trả lời kết nối, sink đảo ngược đường dẫn đã lưu trữ và một lần nữa sử dụng định tuyến

nguồn để đạt yêu cầu Mote. Con đường tốt nhất được chọn là con đường có số nhỏ nhất trong số những con đường dự kiến sẽ được truyền đi.

Khi Mote nhận được thông điệp trả lời kết nối, nó sẽ được gắn vào Microserver. Nó thiết lập Mote cuối cùng và chuyển tiếp thông điệp kết nối như là node cha của nó, cứ như vậy cho đến node Mote. Sau đó gói dữ liệu từ sink sẽ được gửi qua các chặng tới node Mote. Cuối cùng thì Mote là một phần của cây và nó dừng lại khi thông điệp yêu cầu kết nối nảy sinh xa hơn.

Thao tác kết nối trong Cent Route xảy ra trong các pha khi gói tin yêu cầu kết nối chuyển tiếp thì Mote cần được gắn vào cây. Khi mạng được thiết lập thì không có Mote nào là không thuộc cây. Ban đầu chỉ có một số Mote tạo thành một *hop* nằm trong phạm vi của Microserver. Trong trường hợp này đôi khi chỉ là một Microserver. Trong vòng tiếp theo, các Mote có thể gắn thêm hai chặng, cứ như vậy cho đến khi toàn mạng được kết nối.



Hình 3.1: Hoạt động tham gia cây Cent Route

- **Duy trì đường dẫn:**

Trong giao thức định tuyến Cent Route, đường liên kết được duy trì bởi các gói dữ liệu. Nó sử dụng lớp liên kết ACKs và truyền lại gói tin để suy ra liên kết bị lỗi. Mỗi gói tin được gửi lại N lần. Khi liên kết bị lỗi, Mote sẽ loại bỏ đường dẫn và tiến hành cơ chế kết nối lại. Không giống như các giao thức định tuyến khác, Cent Route không cố gắng tìm ra đường liên kết tốt hơn con đường đã được thiết lập ban đầu. Do vậy, con đường đã được thiết lập luôn ổn định so với những con đường tối ưu khác.

4. Giao thức định tuyến cho lớp Microserver:

4.1. 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.

4.2. Ưu và nhược điểm của Microserver:

- **Ưu điểm:**

- Không gian lưu trữ lớn.
- Băng thông cao.
- Sức mạnh CPU.
- Giao diện vào ra.
- Tương đối dễ lập trình.
- Có thể sử dụng hệ điều hành truyền thống

- **Nhược điểm:**

- Năng lượng tiêu thụ lớn.
- Chi phí cơ sở hạ tầng cao.

4.3. 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.

4.3.1. 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.

4.3.2. 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.

4.4. Các phương pháp tiếp cận khác của định tuyến end-to-end cho các node mạng hai sóng radio hoạt động theo chu kỳ:

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.

5. Kết luận:

Trong chương này đã trình bày vấn đề khai thác tính hỗn hợp trong mạng cảm nhận không dây với hai giao thức định tuyến cơ bản: định tuyến dữ liệu tập trung CentRoute cho lớp Mote và định tuyến end-to-end cho lớp Microserver. Do những ưu điểm lớn về tiết kiệm năng lượng cũng như năng lực xử lý của các node Microserver mà hệ hỗn hợp ngày càng được quan tâm và triển khai một cách rộng rãi trong thực tế.

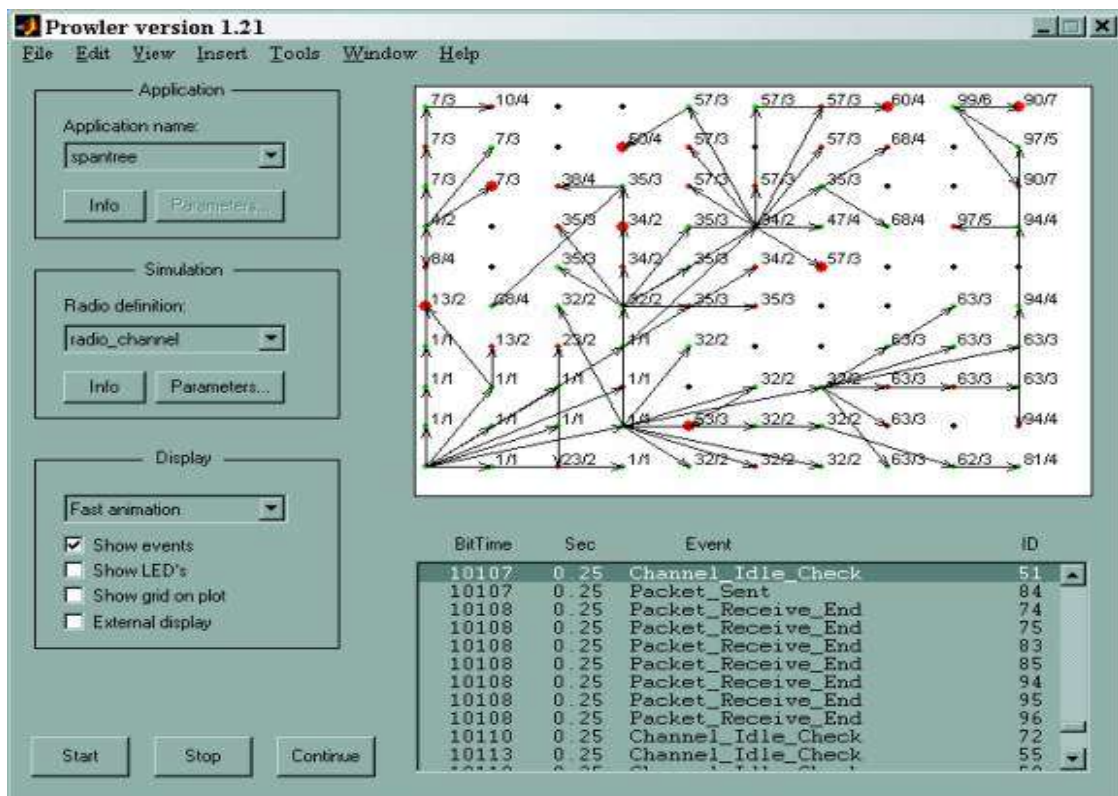
CHƯƠNG IV – MÔ PHỎNG CENT ROUTE VÀ END TO END BẰNG PROWLER CHẠY TRÊN NỀN MATLAB

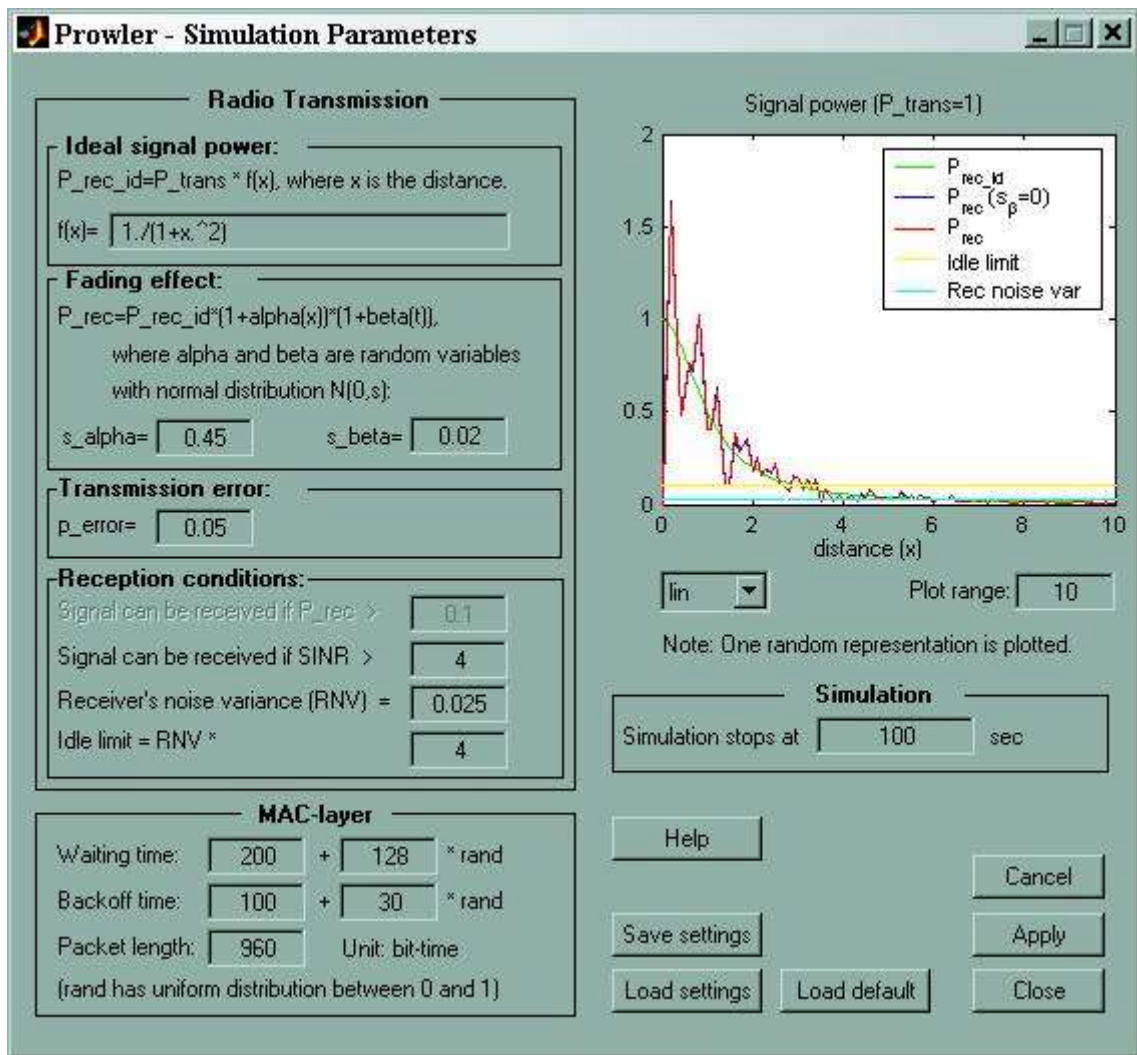
1. Giới thiệu về chương trình mô phỏng Prowler:

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.





Hình 4.1. Một số mô phỏng Prowler trên nền Matlab

2. Mô phỏng giao thức định tuyến Cent Route:

Trong phần này trình bày thí nghiệm mô phỏng để đánh giá giao thức định tuyến Cent Route. Việc thực hiện mô phỏng Cent Route và được đánh giá so với các giao thức MintRoute và Multihop trong các tiêu chí: khả năng kết nối mạng, điều khiển overhead, độ dài đường dẫn và sự ổn định, xác suất lặp...

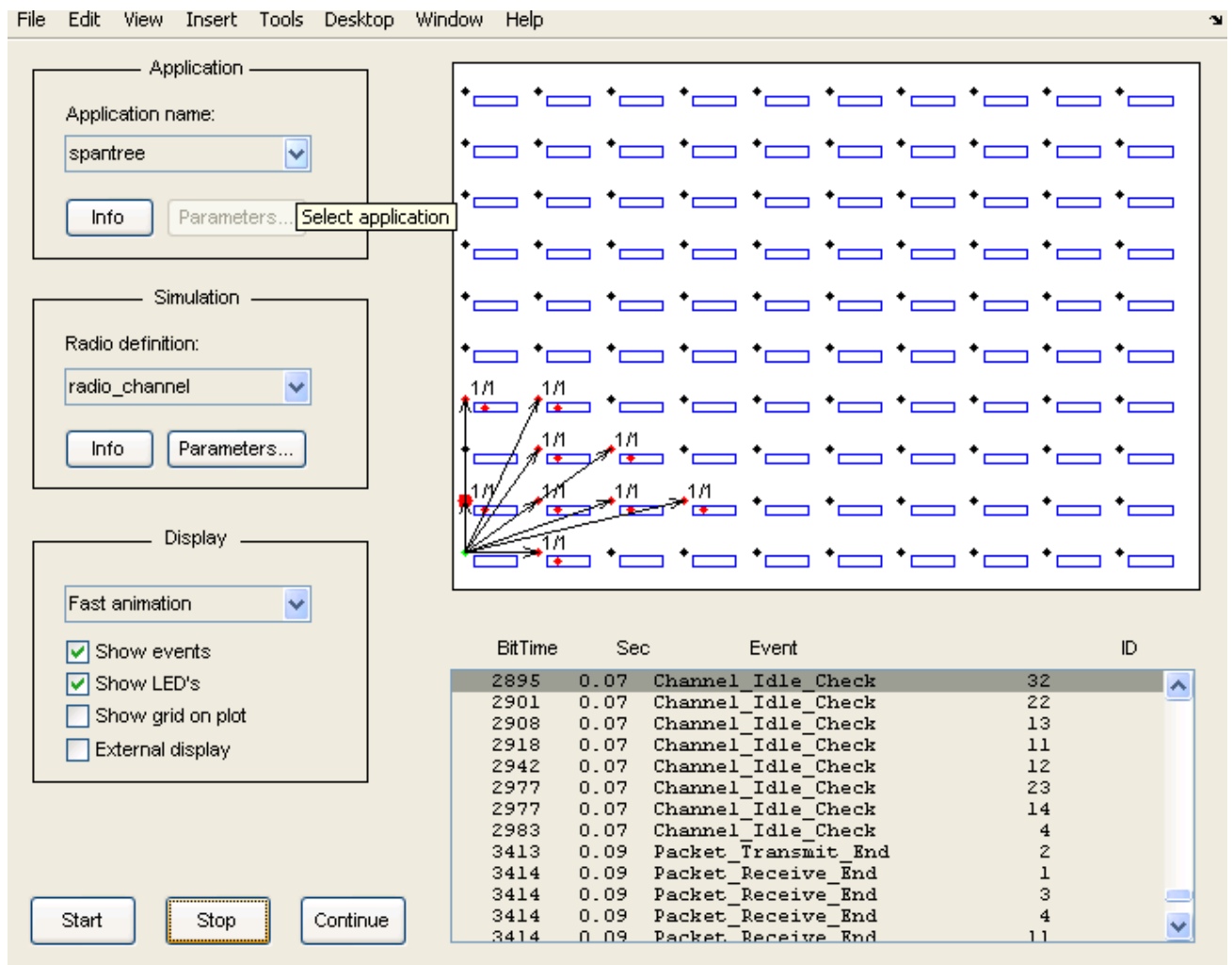
2.1. Thiết lập thông số:

Mô hình mô phỏng là một mạng lưới gồm 100 mote, được phân bố trong diện tích 100x100m và khoảng cách giữa các mote là 10m. Các thông số khác được thiết lập: kích thước bảng láng giềng của MintRoute và Multihop được đặt

mặc định là 16. Tỷ lệ cảnh báo định kì trong hai giao thức là 30 giây. CentRoute là một giao thức định tuyến theo yêu cầu, nó đòi hỏi dữ liệu được truyền để duy trì đường dẫn. Vì vậy mô phỏng của Cent Route chứa dữ liệu được truyền đi, với tốc độ mỗi gói tin là 30 giây cho mỗi Mote, tức là giống như các cảnh báo định kì của MintRoute và Multihop. Số lượng tối đa các gói tin được truyền lại trước khi một liên kết mất hiệu lực được thiết lập là 5.

2.2. Thiết lập mô phỏng:

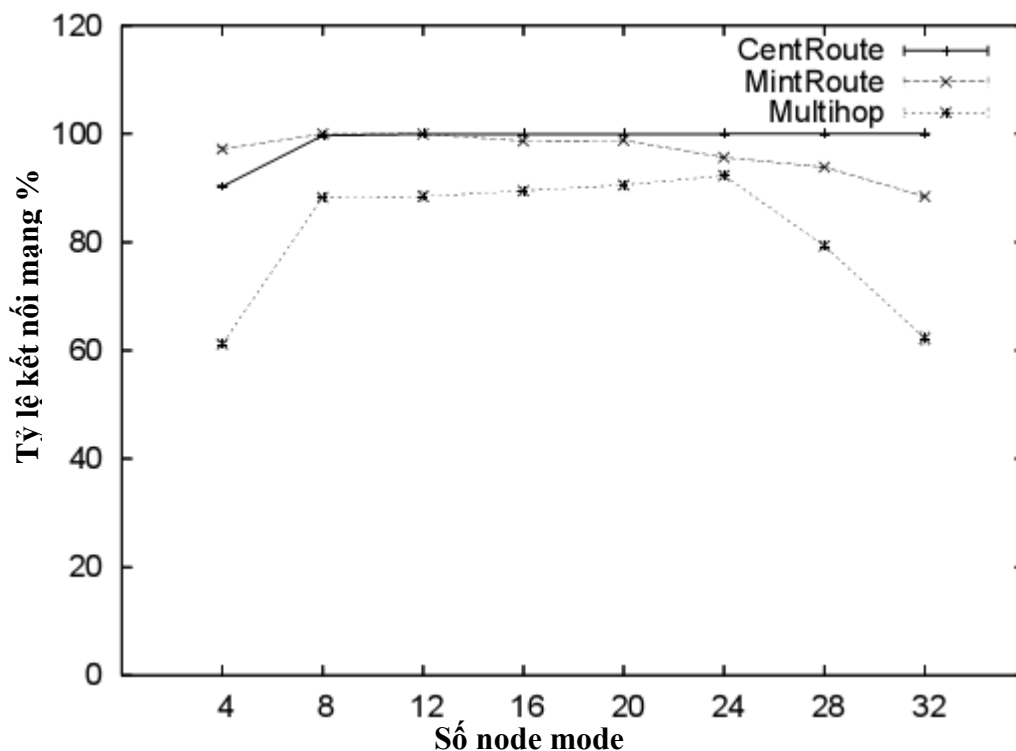
Hình 4.2 là thiết kế mô phỏng của giao thức định tuyến Cent Route.



Hình 4.2. Mô phỏng giao thức định tuyến CentRoute

2.3. Đánh giá:

a. Khả năng kết nối mạng:



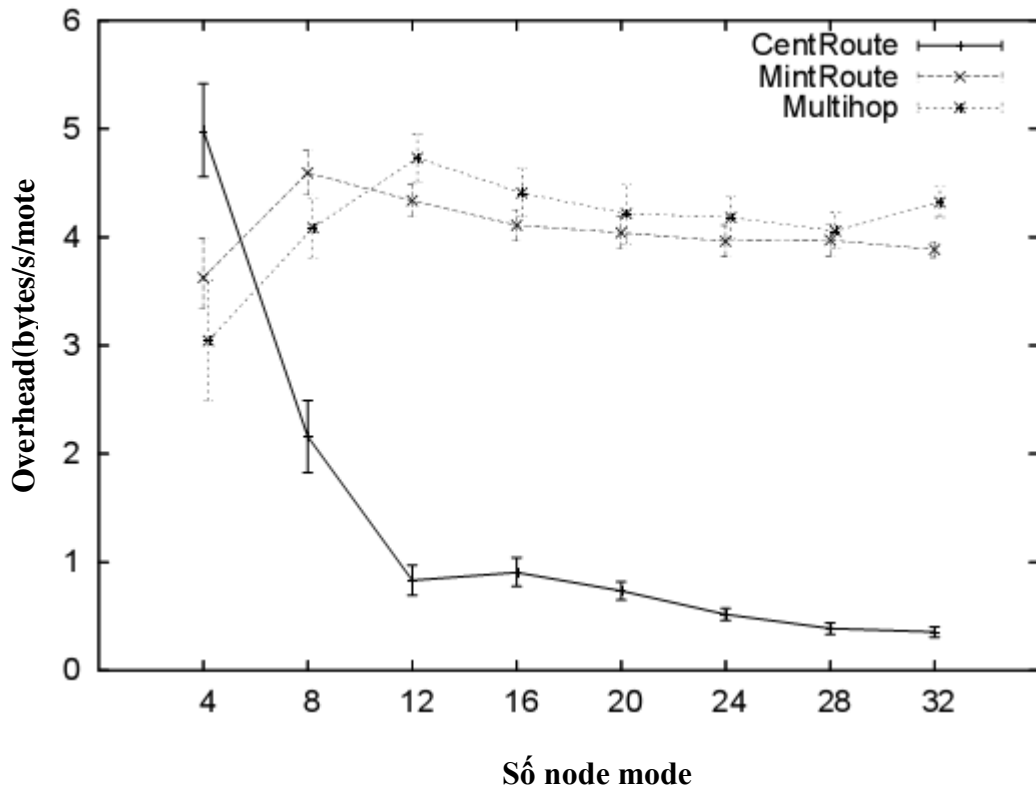
Hình 4.3: Tỷ lệ kết nối mạng của CentRoute, MintRoute và Multihop

Từ hình 4.3 cho thấy, với mạng CentRoute luôn kết nối với tỷ lệ cao bất kể mật độ Mote lán giềng. Tỷ lệ này tăng từ 90% đối với 4 Mote lán giềng lên 99,9% đối với mật độ Mote lán giềng là 12 trở lên.

Ngược lại, MintRoute bắt đầu kết nối 97% ở mật độ thấp và đạt tới 99,9% ở mật độ trung bình. Tuy nhiên, khi mật độ Mote lán giềng vượt quá kích thước bảng định tuyến tĩnh (16 Mote lán giềng) thì tỷ lệ kết nối mạng bị suy giảm.

Với Multihop, hiệu suất kết nối tốt nhất là ở mật độ trung bình (8 – 24 Mote), khi ở mật độ cao (24 – 32 Mote) thì tỷ lệ này bị suy giảm một cách nhanh chóng. Tại mật độ thấp, Multihop hầu như không kết nối.

b. Điều khiển overhead:



Hình 4.4: Overhead cho CentRoute, MintRoute và Multihop

Điều khiển overhead của các thuật toán định tuyến là việc truyền overhead do hoạt động cũng như sử dụng bộ nhớ của chúng trên các Mote. Việc truyền overhead của MintRoute và Multihop là do cảnh báo định kì của các node láng giềng và tin nhắn quảng bá route. Truyền overhead của CentRoute khi có yêu cầu tham gia cũng như tham gia chuyển tiếp tin nhắn trả lời, ngay cả khi mạng đang ở giai đoạn hình thành hay cơ chế sửa chữa được gọi.

Hình 4.4 mô tả tỉ lệ trung bình overhead/s/motes cho ba giao thức định tuyến. Trong mật độ thấp, CentRoute có chi phí cao nhất trong số ba giao thức. Điều này chủ yếu do cơ chế không có khả năng sửa chữa để tìm con đường tốt nhất. Khi mạng dần trở nên dày đặc, CentRoute có thể tìm thấy con đường thay thế tới sink ổn định hơn thiết lập ban đầu và overhead giảm xuống.

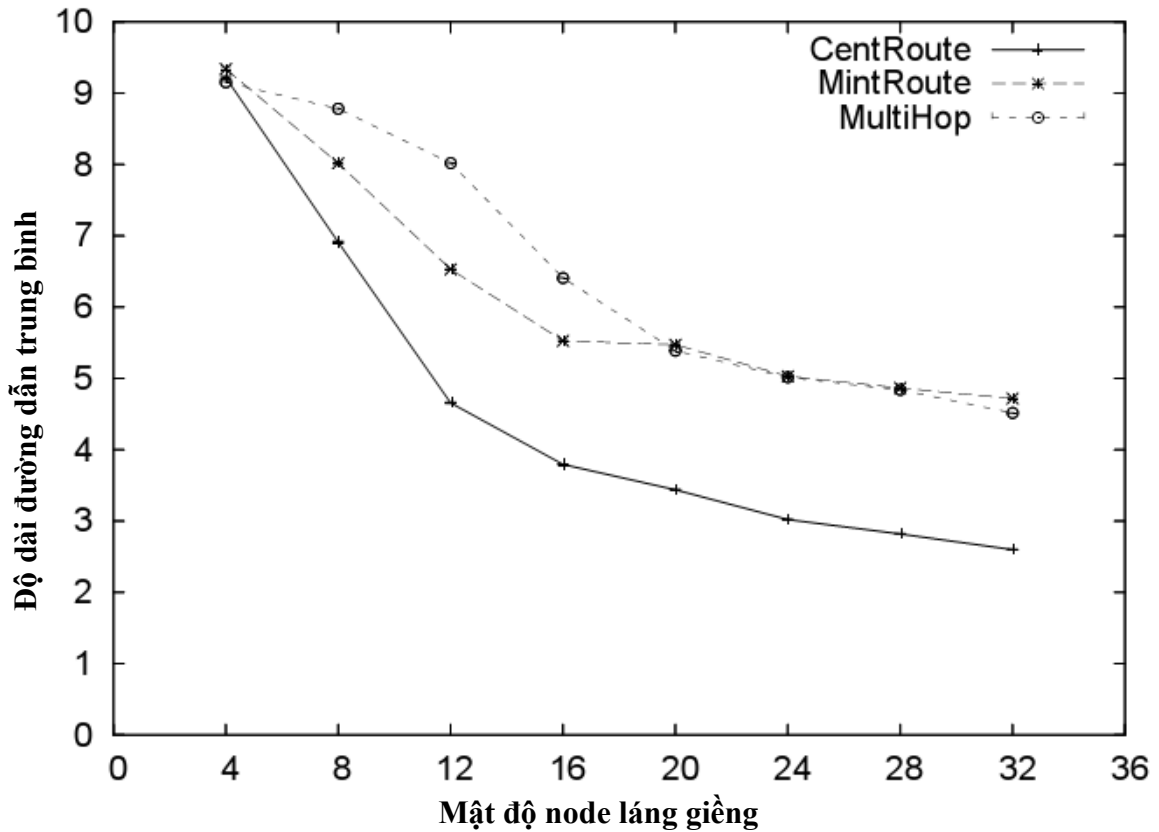
Mặt khác, MintRoute và Multihop bắt đầu với việc truyền overhead thấp. Khi mật độ tăng cao sẽ cho kết quả tuyến overhead tăng lên cho đến một điểm bão hoà dựa trên kích thước tối đa của mạng.

c. Độ dài đường dẫn và tính ổn định:

Bây giờ chúng ta tập trung vào độ dài đường dẫn và tính chất ổn định của nó. Độ dài đường dẫn được đo bằng số lượng các *hop* trong mỗi con đường, trung bình cho tất cả các mote trong mạng.

Độ dài đường dẫn phụ thuộc vào số liệu định tuyến được sử dụng. Cent Route sử dụng số liệu định tuyến có xu hướng để xây dựng những con đường ngắn như nó thực sự sẽ chọn một con đường dẫn 1 *hop* với một kết nối 50% hoặc đường dẫn 2-hop có chất lượng cao hơn với hai liên kết 100%. MintRoute sử dụng ETX được gọi là *Minimum Transmissions*. *Multihop* sử dụng một thước đo độ tin cậy cho con đường.

Hình 4.5 cho thấy chiều dài đường dẫn trung bình cho 3 giao thức. Ở mật độ thấp nhất, tất cả các giao thức có độ dài đường dẫn là 9. Khi tăng mật độ mote, độ dài đường dẫn cho các giao thức giảm xuống. Điều đáng chú ý là CentRoute luôn tạo đường dẫn ngắn hơn hai giao thức còn lại. Sự khác biệt càng rõ khi mật độ mote trong mạng tăng. Hạn chế của MintRoute và Multihop đó là khi số lượng node láng giềng vượt quá giới hạn bảng, cả hai giao thức không chứa tất cả thông tin về các node láng giềng. Điều đó làm cho một số node không được xem xét đến. Cent Route không có bảng láng giềng nên không ảnh hưởng bởi hạn chế này.



Hình 4.5. Độ dài đường dẫn trung bình cho CentRoute, MintRoute và Multihop

3. Mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End:

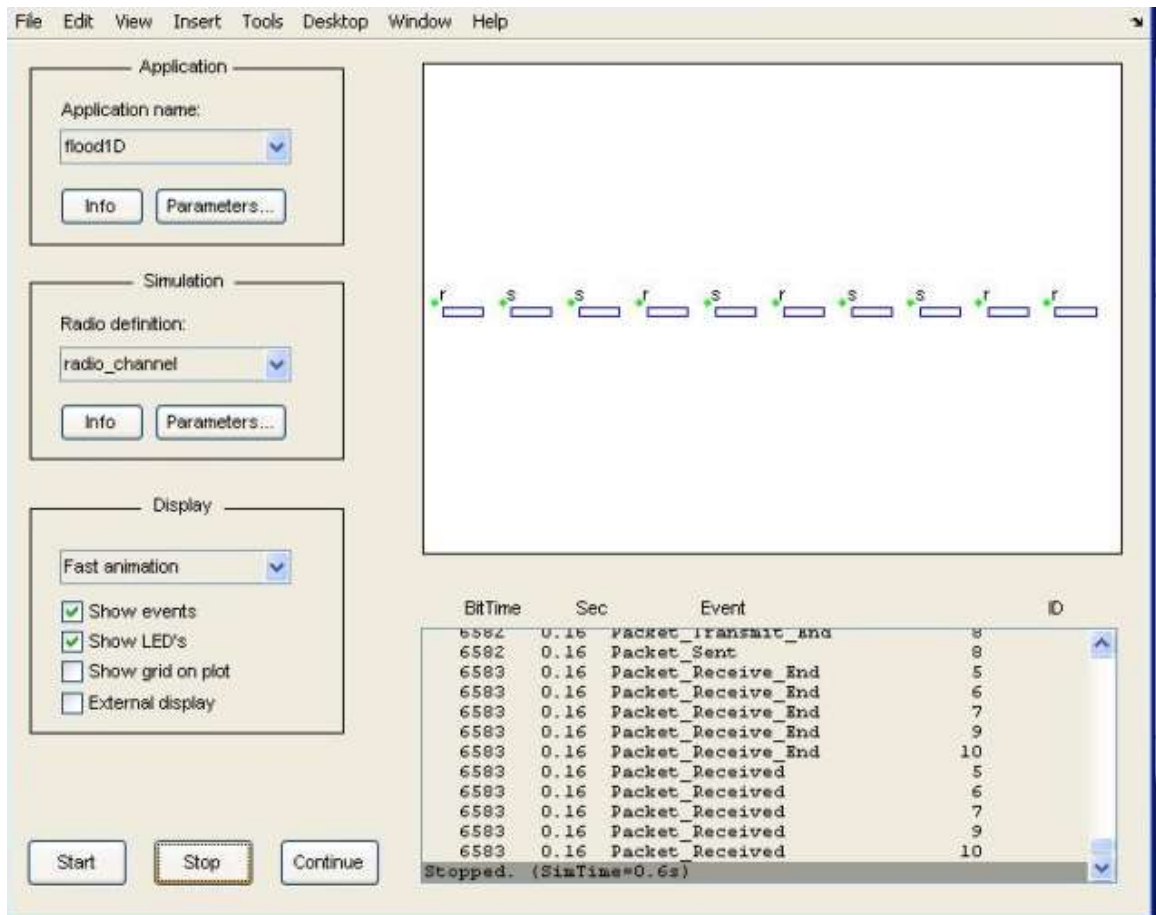
Trong phần này chúng ta cùng đi vào thử nghiệm và đánh giá giao thức End-to-End thông qua mô phỏng.

3.1. *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%.

3.2. *Thiết lập mô phỏng:*

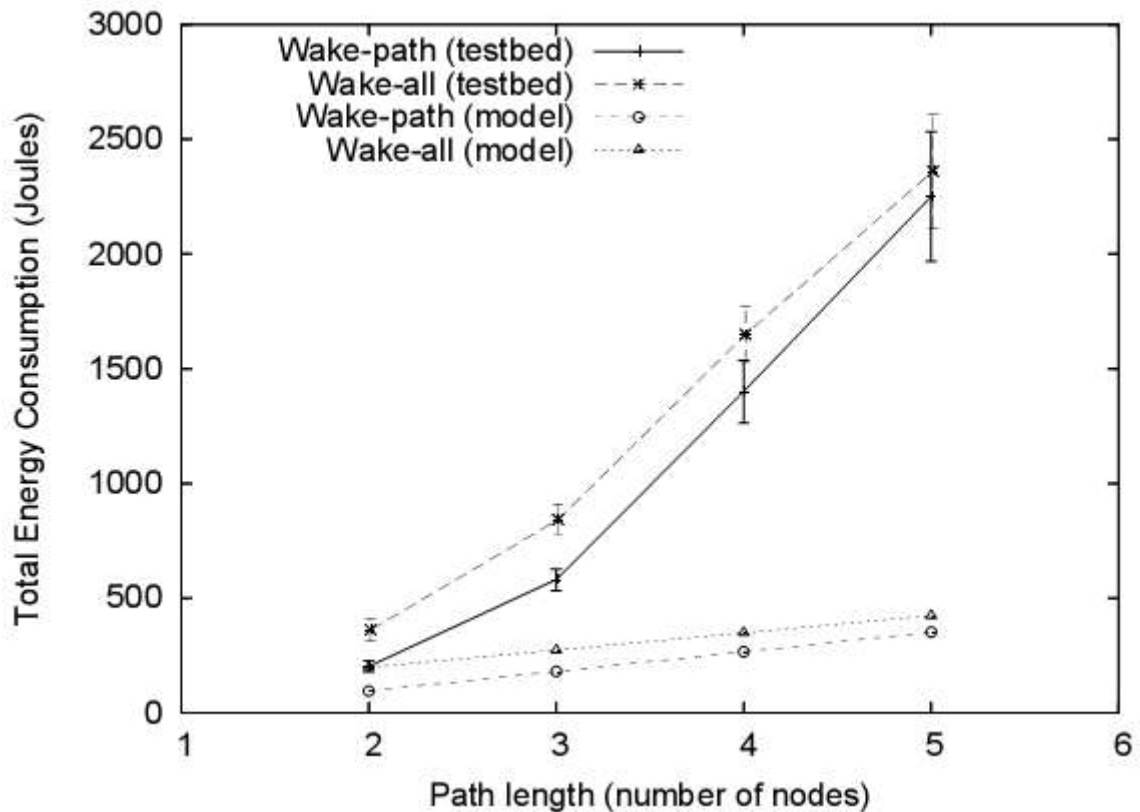
Hình 4.6 cho thấy mô hình thiết lập mô phỏng giao thức end-to-end. Đây là giao thức định tuyến phổ biến trong mạng cảm nhận cũng như mạng truyền thống.



Hình 4.6. Mô phỏng giao thức định tuyến End-to-End

3.3. Đánh giá:

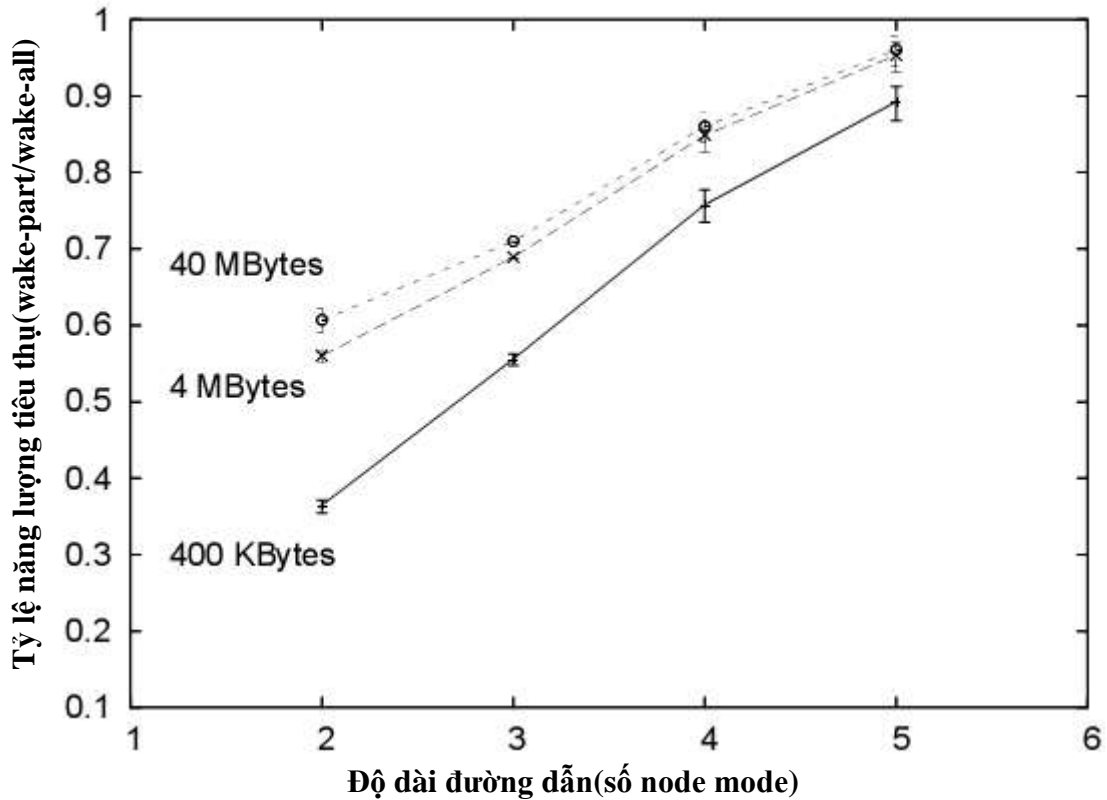
a. Năng lượng tiêu thụ:



Hình 4.7. Tổng năng lượng tiêu thụ cho tất cả các node mạng

Hình 4.7 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.

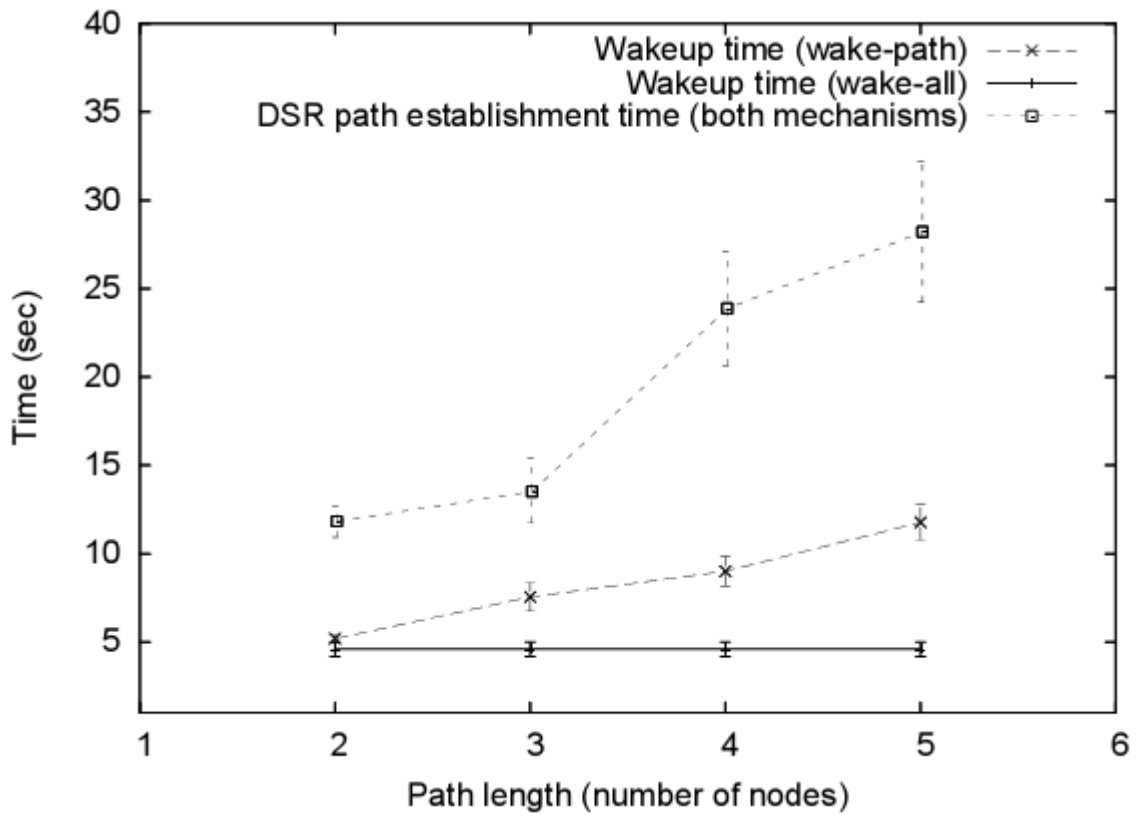
Hình 4.8 cho thấy tỷ lệ năng lượng tiêu thụ của wake-path/wake-all. Theo hình ta thấy, năng lượng của wake-path hiệu quả hơn 60% so với cơ chế wake-all khi truyền dữ liệu 400 KB. Sự khác biệt trở lên ít hơn khi tăng kích thước dữ liệu. Khi tăng chiều dài đường dẫn thì năng lượng tiêu thụ của wake-path cũng tăng.



Hình 4.8. Tỷ lệ năng lượng tiêu thụ(wake-part/wake-all)

b. 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 4.9. 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 4.9. Thời gian cần thiết cho quá trình thức dậy của node

c. Độ tin cậy:

Hình 4.10 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 4.10. 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.

4. Kết luận:

Trong chương này em đã tiến hành thực hiện mô phỏng hai giao thức định tuyến Cent Route và 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 hai 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...

KẾT LUẬN

Với sự phát triển vượt bậc của khoa học và công nghệ trong những năm gần đây, mạng cảm nhận không dây đang trở thành một lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng vô cùng quan trọng.

Bản đồ án đã trình bày một cách tổng quan về cấu trúc mạng cảm nhận không dây, những thách thức, tình hình phát triển và những ứng dụng quan trọng của nó trong đời sống. Ngoài ra em cũng đã trình bày một số giao thức định tuyến của mạng cảm nhận không dây. Với việc ngày càng được ứng dụng rộng rãi, yêu cầu đặt ra đối với các nhà thiết kế và triển khai đó là thiết kế một kiến trúc mới, các giao thức định tuyến mới sao cho hạn chế sự tiêu thụ năng lượng cũng như khả năng lưu trữ hạn chế của các node cảm biến mà vẫn đảm bảo được độ tin cậy trong việc truyền tin.

Trong đồ án này, em đã nghiên cứu mô hình kiến trúc hỗn hợp, một mô hình gồm hai lớp thiết bị:

- Lớp mote: là lớp thiết bị hạn chế về năng lượng, khả năng lưu trữ cũng như năng lực xử lý kém.
- Lớp microserver: là lớp thiết bị có năng lực tính toán cao, khả năng lưu trữ lớn và giàu năng lượng.

Với việc bổ sung thêm lớp thiết bị Microserver, việc định tuyến trở nên phức tạp hơn: làm sao để kết nối Mote với Microserver và kết nối các Microserver với nhau. Để giải quyết vấn đề này em đã trình bày hai giao thức định tuyến: Cent Route cho thiết bị lớp Mote và giao thức End-to-End cho thiết bị lớp Microserver.

Cent Route là một giao thức định tuyến dữ liệu tập trung theo yêu cầu. Với việc sử dụng giao thức này, tất cả dữ liệu đều tập trung tại Microserver để xử lý, do đó, các hạn chế về năng lực xử lý và khả năng lưu trữ của Mote đều được loại

bỏ. Đồng thời, với việc không phải tham gia tính toán, xử lý dữ liệu làm năng lượng tiêu thụ giảm, duy trì thời gian sống cho node mạng cũng như toàn mạng.

End-to-End là giao thức định tuyến phổ biến trong mạng nói chung. Khi áp dụng cho việc truyền tin giữa các Microserver trong mạng cảm nhận không dây, cần bổ sung cho thiết bị lớp Microserver một bộ phát radio thứ hai. Để tối ưu hóa việc tiêu thụ năng lượng, định tuyến End-to-End thực hiện theo chu kì. Khi có sự kiện muốn truyền tin, các Microserver bật CPU và bộ phát radio của mình để liên lạc. Do đó hạn chế tối đa tiêu hao năng lượng cũng như độ trễ trong mạng, tăng hiệu suất sử dụng mạng.

Chương cuối cùng của đề án em tiến hành thực hiện mô phỏng hai giao thức đã trình bày ở trên bằng prowlser chạy trên nền Matlab. Qua quá trình thử nghiệm và nghiên cứu tài liệu, em đã nêu ra một số đánh giá cho tính hiệu quả của hai giao thức trên so với một số giao thức khác. Từ đó cho thấy sự hiệu quả khi sử dụng kiến trúc hỗn hợp trong mạng cảm nhận không dây.

Tuy đã có nhiều cố gắng, song do thời gian hạn chế cũng như năng lực của bản thân có hạn, bản đồ án chưa thật sự hoàn chỉnh. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của thầy cô và các bạn để bản đồ án được hoàn thiện hơn. Em xin chân thành cảm ơn!

Tài liệu tham khảo

- [1]. “Exploiting Heterogeneity for Routing in Wireless Sensor Networks” by Athanasios Stathopoulos(2006).
- [2]. “Exploiting Heterogeneity for Routing in Wireless Sensor Networks” by Thanos Stathopoulos in CENS Seminar Series 6/10/2006.
- [3]. Thanos Stathopoulos, Martin Lukac, Dustin McIntire, John Heidemann, Deborah Estrin, William J. Kaiser, “End-to-end Routing for Dual-Radio Sensor Networks”
- [4]. Thomas Haenselmann, “Sensor Networks” , September 29, 2008
- [5]. Tang Zhiyong, “End-to-end Routing for Dual-Radio Sensor Networks”, in Dresden, 28th Jan 2008.