BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC THĂNG LONG

---o0o---

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

TÌM HIỂU VÀ NGHIÊN CỨU MẠNG KHÔNG DÂY WIMAX

Giáo viên hướng dẫn : Phạm Thanh Giang
Sinh viên thực hiện : Trần Thái Linh
Mã sinh viên : a13520
Chuyên nghành : CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

HÀ NỘI - 2013

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ WiMAX 1
1.1. GIỚI THIỆU CHƯƠNG 1
1.2. KHÁI NIỆM 1
1.3. CÁC CHUẨN CỦA WiMAX 4
1.3.1. Chuẩn IEEE 802.16 - 2001 4
1.3.2. Chuẩn IEEE 802.16a 4
1.3.3. Chuẩn IEEE 802.16 - 2004 5
1.3.4. Chuẩn IEEE 802.16e 5
1.4. PHỔ WiMAX 7
1.4.1. Băng tần đăng ký 7
1.4.2. Băng tần không đăng ký 5GHz 8
1.5. TRUYỀN SÓNG 8
1.6. ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA CÔNG NGHỆ WiMAX 10
1.7. TÌNH HÌNH TRIỂN KHAI WiMAX 13
1.7.1. Tình hình triển khai WiMAX trên thế giới 13
1.7.2. Tình hình triển khai WiMAX thử nghiệm tại Việt Nam 13
1.8. KẾT LUẬN CHƯƠNG 14
CHƯƠNG 2. CÁC KỸ THUẬT ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG WiMAX 15
2.1. GIỚI THIỆU CHƯƠNG 15
2.2. KỸ THUẬT OFDM 16
2.2.1. Khái niệm 16
2.2.2. Sơ đồ khối OFDM 17
2.2.3. Chuỗi bảo vệ trong hệ thống OFDM 18
2.2.4. Nguyên tắc giải điều chế OFDM 19
2.2.5. Các ưu và nhược điểm của kĩ thuật OFDM 19
2.3. KỸ THUẬT OFDMA 21
2.3.1. Khái niệm 21
2.3.2. Đặc điểm 22
2.3.3. OFDMA nhảy tần 23

2.3.4. Hệ thống OFDMA 25
2.4. Điều chế thích nghi 26
2.5. Công nghệ sửa lỗi 27
2.6. Điều khiển công suất 27
2.7. Các công nghệ anten tiên tiến 27
2.7.1. Phân tập thu và phát 27
2.7.2. Các hệ thống anten thích nghi 28
2.8. KẾT LUẬN CHƯƠNG 29
CHƯƠNG 3. KIẾN TRÚC MẠNG TRUY CẬP WIMAX 30
3.1. GIỚI THIỆU CHƯƠNG 30
3.2. MÔ HÌNH THAM CHIẾU 30
3.3. LỚP ĐIỀU KHIỂN TRUY NHẬP MÔI TRƯỜNG (MAC) 32
3.3.1. Kết nối và địa chỉ 32
3.3.2. Lớp con hội tụ MAC 34
3.3.3. Lớp con phần chung MAC 34
3.3.4. Cơ chế yêu cầu và cấp phát băng thông 38
3.3.5. Cơ chế lập lịch dịch vụ và chất lượng dịch vụ (QoS) 40
3.4. LỚP VẬT LÝ 42
3.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 44
CHƯƠNG 4. MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG WiMAX 45
4.1. GIỚI THIỆU CHƯƠNG 45
4.2. MÔI TRƯỜNG MÔ PHỎNG 45
4.3. MÔ PHỎNG 47
4.3.1. Giả thuyết 47
4.3.2. Kịch bản mô phỏng 47
4.4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ MÔ PHỎNG 50
4.4.1. Hoạt động 50
4.4.2. Tính lượng băng thông được sử dụng trên các Node 51
4.5. NHẬN XÉT 56
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI 57
TÀI LIỆU THAM KHẢO 58
Phụ lục A: Giá trị trường Type trong thông báo quản trị lớp MAC 59

MỤC LỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Minh họa hoạt động WiMAX [10] 9
Hình 1.2. Truyền sóng trong trường hợp NLOS [10] 10
Hình 2.1. So sánh giữa FDMA và OFDM 16
Hình 2.2. Sơ đồ khối hệ thống OFDM 17
Hình 2.3. Khái niệm về chuỗi bảo vệ. 18
Hình 2.4. ISI và cyclic prefix 19
Hình 3.1. Mô hình tham chiếu [5] 30
Hình 3.2. Chức năng các lớp trong mô hình phân lớp chuẩn IEEE 802.16 31
Hình 3.3. Luồng dữ liệu qua các lớp 31
Hình 3.4. Định dạng MAC PDU 35
Hình 3.5. Định dạng của tiêu đề MAC PDU chung 36
Hình 3.6. Định dạng tiêu đề yêu cầu dải thông 37
Hình 4.1. Module WiMAX trong kiến trúc NS-2 [13] 46
Hình 4.2. Mô hình mạng mô phỏng 48
Hình 4.3. Liên kết giữa MS và các BS 51
Hình 4.4. Mức năng lượng giữa 2 cell 51
Hình 4.5. Các trường event trong file bám vết ~.tr 52
Hình 4.6. Các trường trong Wireless Event 53

MỤC LỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tóm tắt các đặc trưng cơ bản của chuẩn WiMAX[6] 7
Bảng 3.1. Các trường tiêu đề MAC chung 37
Bảng 3.2. Các trường tiêu đề MAC yêu cầu dải thông 38
Bảng 3.3. Đặc tả vật lý chuẩn IEEE 802.16 42
Bảng 4.1. Kết quả thời gian chuyển giao của MS. 55

MỤC LỤC BIỂU ĐỒ

Biểu đồ 4.1. Thông lượng SS khi MN di chuyển với tốc độ 1 m/s 54
Biểu đồ 4.2. Thông lượng SS khi MN di chuyển với tốc độ 4.147 m/s 54
Biểu đồ 4.3. Thông lượng SS khi MN di chuyển với tốc độ 8.3 m/s 55

PHỤ LỤC

Phụ lục A: Giá trị trường Type trong thông báo quản trị lớp MAC.

Phụ lục B: Giao thức định tuyến DSDV.

Phụ lục C: Cài đặt NS-2 trên nền Ubuntu 12.04.

DANH MỤC THUẬT NGỮ VÀ CÁC TỪ VIẾT TẮT

AAS	Advanced Antenna Systems - Các hệ thống anten thích nghi
AES	Advanced Encryption Standard - Chuẩn mã hóa nâng cao
AK	Authentication Key - Khóa chứng thực
ARQ	Automatic Repeat reQuest - Tự động lặp lại yêu cầu
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AWGN	Additive White Gaussian Noise - Nhiễu Gaussian trắng cộng
BE	Best Effort
BER	Bit Error Rate - Tỉ lệ lỗi bit
BPSK	Binary Phase Shift Keying - điều chế pha nhị phân
BS	Base Station - Trạm gốc
CDMA	Code Division Multiple Access - Đa truy cập phân chia theo mã
CID	Connection Identifier - Định danh kết nối
CP	Cyclic Prefix - Tiền tố vòng
CPE	Customer Premise Equipment
CRC	Cyclic Redundancy Check - Kiểm tra lỗi dư vòng
DFS	Dynamic Frequency Selection – Lựa chọn tần số động
FDD	Frequency Division Duplex - Ghép kênh phân chia theo tần số
FFT	Fast Fourier Transform - Chuyển đổi Fourier nhanh
GSM	Global System for Mobile communications - Hệ thống thông tin di động toàn cầu
ICI	InterChannel Interference - Nhiễu xuyên kênh
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform - Biến đổi Fourirer rời rạc ngược
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers - Học Viện của các Kỹ Sư Điện và Điện Tử
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform - Biến đổi Fourier ngược nhanh
ISI	Inter-Symbol Interference - Nhiễu xuyên ký tự

KEK	Key Encryption Key
LOS	Line Of Sight - Tầm nhìn thẳng
MSHO-REG	Mobile Station Handover Request – yêu cầu chuyển giao trạm di động
MAC	Media Access Control - Điều khiển truy nhập môi trường
MAN	Metropolitan Area Network – Mạng đô thị
MIMO	Multiple Input Multiple Output - Nhiều đầu vào, nhiều đầu ra
MISO	Multiple Input Single Output - Nhiều đầu vào, một đầu ra
MS	Mobile Station.
NLOS	Non–Line-Of-Sight - Không tầm nhìn thẳng
nrtPS	non–real-time Polling Service
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing - Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access - Đa truy cập ghép kênh chia tần số trực giao
PDU	Packet Data Unit - Đơn vị gói dữ liệu
PKM	Privacy and Key Management - Quản lý sự riêng tư và khóa
QAM	Quadrature Amplitude Modulation - Điều chế biên độ trực giao
QoS	Quality of Service - Chất lượng dịch vụ
QPSK	Quadature Phase Shift Keying - điều chế pha trực giao
RSSI	Receive Signal Strength Indicator – Cường độ tín hiệu nhận được
RF	Radio Frequency - Tần số vô tuyến
rtPS	real-time Polling Service
SDU	Service Data Unit - Đơn vị dữ liệu dịch vụ
SLA	Service-Level Agreement - Thỏa thuận mức dịch vụ
SNR	Signal-to-Noise Ratio – Tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu

SS	Subscriber Station - Trạm thuê bao
TDM	Time Division Multiplexing – Ghép kênh phân chia theo thời gian
TDMA	Time Division Multiplexing Access – Đa truy cập phân chia theo thời gian
TEK	Traffic Encryption Key - Khóa mã hóa lưu lượng
UDP	User Datagram Protocol
UGS	Unsolicited Grant Services
UMTS	Universal Mobile Telephone System
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network – Mạng cục bộ không dây

MỞ ĐẦU

Để đáp ứng nhu cầu thực tế hiện nay về tốc độ truyền dữ liệu cao, băng thông rộng hơn, hỗ trợ nhiều mức dịch vụ (QoS), tính di động nội mạng hay giữa các mạng sử dụng công nghệ khác nhau và giữa các nhà cung cấp dịch vụ với nhau. Vì vậy xu hướng phát triển mạng thế hệ sau đi sâu vào tính chuẩn hóa, cho phép xây dựng kiểu mạng không phụ thuộc vào các thiết bị sử dụng nó và tương tác giữa các kiểu mạng khác nhau ở mức độ cao. Một công nghệ đã và đang được phát triển nhằm đáp ứng các nhu cầu kể trên, được chuẩn hóa bởi tổ chức IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) - công nghệ IEEE 802.16 hay còn được gọi là công nghệ WiMAX dành cho kết nối băng thông rộng không dây ở khoảng cách lớn.

Các công nghệ truy cập không dây hiện tại còn hạn chế về tốc độ truyền dữ liệu, hỗ trợ mức dịch vụ chưa linh hoạt, phạm vi phủ sóng hẹp. Do đó công nghệ WiMAX được phát triển hướng tới mục đích khắc phục, hoàn thiện và nâng cao các đặc tính mạnh mẽ của công nghệ mạng không dây.

Luận văn này sẽ tập trung vào việc nghiên cứu các lớp Điều khiển truy nhập môi trường MAC trong công nghệ 802.16, qua đó trình bày những vấn đề cơ bản về công nghệ WiMAX cũng như các chuẩn WiMAX, các kĩ thuật ứng dụng trong WiMAX, mô hình phân lớp trong công nghệ WiMAX

Tiếp theo, để làm rõ quy trình làm việc của hệ thống mạng WiMAX, luận văn sẽ giới thiệu mô phỏng hoạt động của hệ thống WiMAX cũng như phần mềm hỗ trợ mô phỏng các hoạt động này.

Luận văn bao gồm 4 chương:

Chương 1: Giới thiệu chung về WiMAX.

Chương 2: Các kỹ thuật được sử dụng trong WiMAX.

Chương 3: Kiến trúc mạng truy cập WiMAX.

Chương 4: Chương trình mô phỏng WiMAX.

Chương 1: Tổng quan về mạng cảm biến không dây

1.1. Giới thiệu chung về mạng cảm biến không dây

Trong những năm gần đây, rất nhiều mạng cảm biến không dây (Wireless Sensor Network - WSN) 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 (Wireless Sensor Network – WSN) là một mạng bao gồm nhiều node cảm biến nhỏ liên kết với nhau bằng sóng vô tuyến. Các node là những thiết bị đơn giản, nhỏ gọn, có giá thành thấp, và tiêu thụ ít năng lượng, 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 nhỏ bé 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.

Khi nghiên cứu về mạng cảm biến không dây, một trong những đặc điểm quan trọng và then chốt đó là thời gian sống của các con cảm biến hay chính là sự giới hạn về năng lượng của chúng. Các nút cảm biến này yêu cầu tiêu thụ công suất thấp. Các nút 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 biến phải tập trung đầu tiên vào bảo toàn công suất.

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 không dây

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

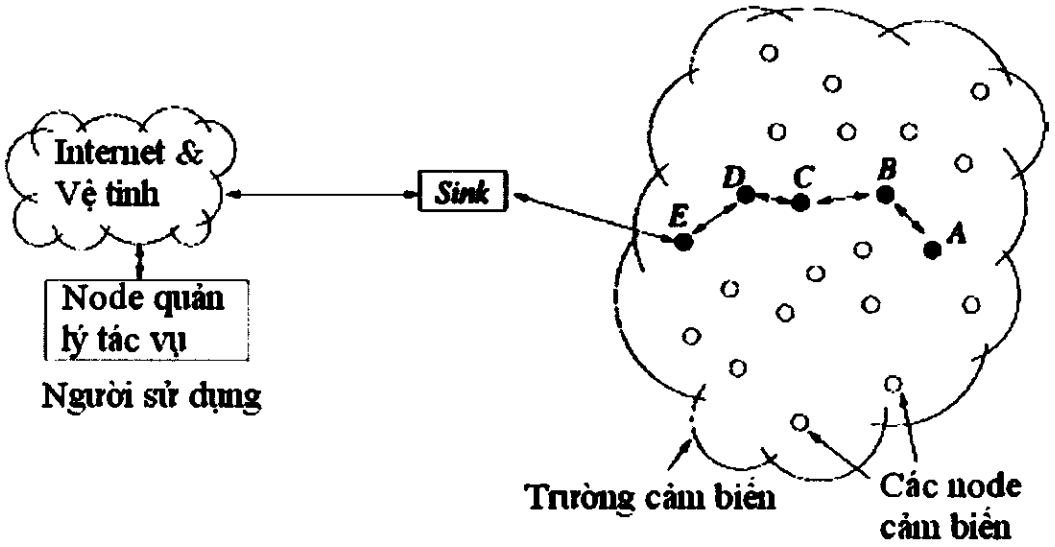
Các cấu trúc hiện nay cho mạng Internet và mạng ad hoc không dây không dùng được cho mạng cảm biến không dây, do một số lý do sau:

- 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 mào 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 không dây

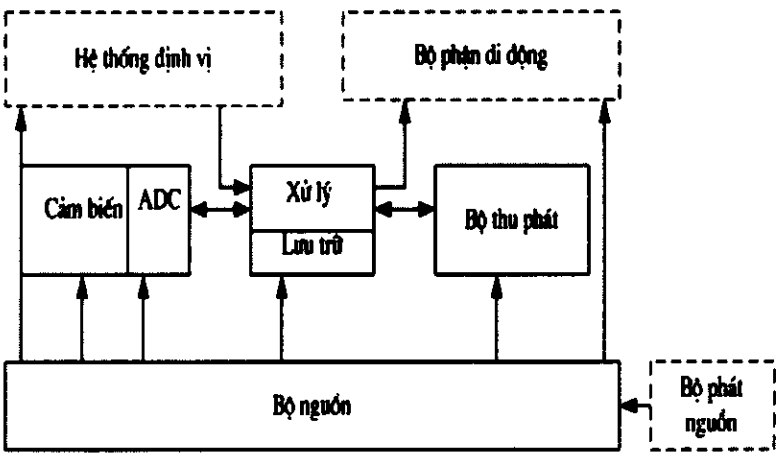
Dữ liệu được định tuyến lại đến các sink bởi một cấu trúc đa điểm như hình vẽ trên. Các sink có thể giao tiếp với các nút quản lý nhiệm vụ (task manager node) qua mạng Internet hoặc vệ tinh.

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:

Thành phần cơ bản của một node cảm biến (sensor node hay WNs) 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 kĩ 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 có 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 không dây:

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:

1. 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.

2. 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.

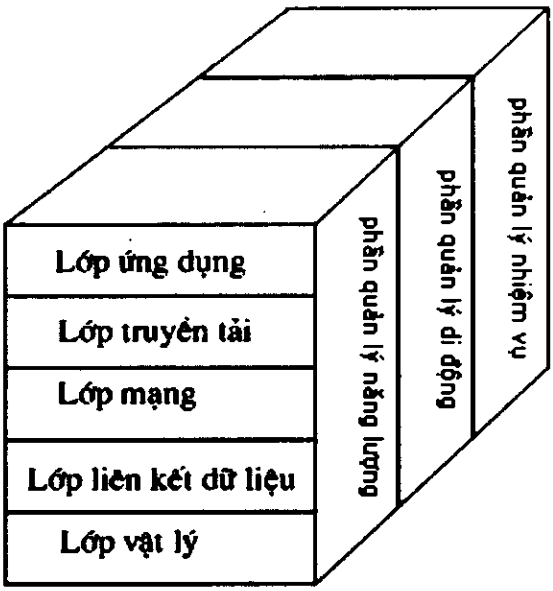
3. Pha triển khai lại: Sau khi triển khai cấu hình, ta vẫn có thể thêm vào các nút cảm biến khác để thay thế các nút gặp sự cố hoặc tùy thuộc vào sự thay đổi chức năng.

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 (<0,5Ah, 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 không dây

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 .

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.

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.

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, ví dụ: điều biến M hoặc điều biến nhị phân.

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.

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.

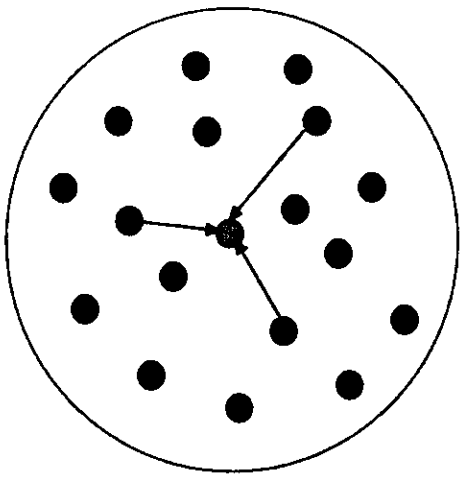
Lớp truyền tải: Chỉ cần thiết khi hệ thống có kế hoạch được truy cập thông qua mạng Internet hoặc các mạng bên ngoài khác.

Lớp ứng dụng: 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. Các cấu trúc đặc trưng của mạng cảm biến không dây

1.2.3.1. Cấu trúc phẳng

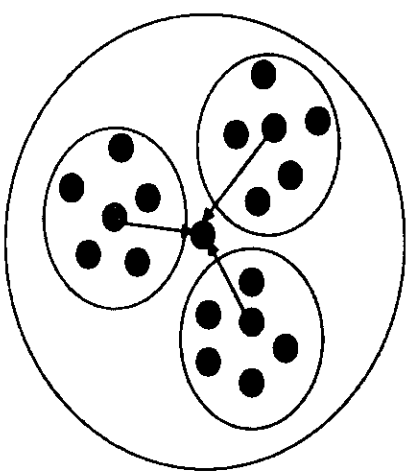
Trong cấu trúc phẳng (flat architecture) hình 1.4, tất cả các nút đều ngang hàng và đồng nhất trong hình dạng và chức năng. Các nút giao tiếp với *sink* qua multihop sử dụng các nút ngang hàng làm bộ tiếp sóng. Với phạm vi truyền cố định, các nút gần sink hơn sẽ đảm bảo vai trò của bộ tiếp sóng đối với 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 1.4: Cấu trúc phẳng của mạng cảm biến không dây

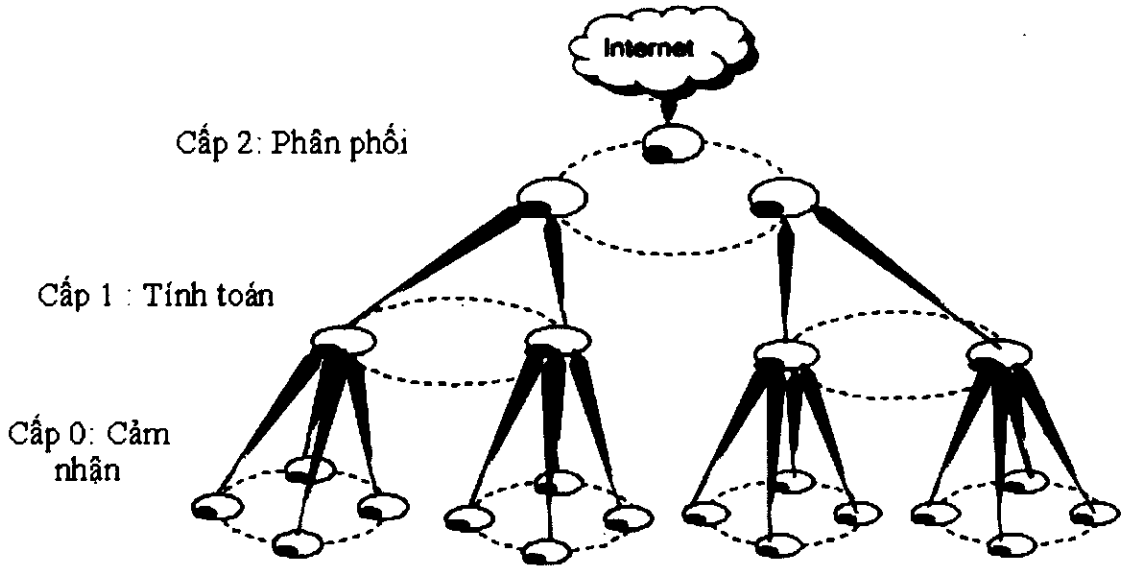
1.2.3.2. Cấu trúc tầng

Trong cấu trúc tầng (tiered architecture) (hình 1.5), 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 1.5: Cấu trúc tầng của mạng cảm biến không dây

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 1.6).



Hình 1.6: 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 $\left(\frac{W}{\sqrt{n}}\right)$ 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 $\sqrt{n}$. 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. Ứng dụng của mạng cảm biến không dây

Như trên ta đã đề cập đến các lĩnh vực ứng dụng mạng cảm biến không dây. Cụ thể ta sẽ xem xét kỹ một số ứng dụng như sau để hiểu rõ sự cần thiết của mạng cảm biến không dây. Các mạng cảm biến có thể bao gồm nhiều loại cảm biến khác nhau như cảm biến động đất, cảm biến từ trường tốc độ lấy mẫu thấp, cảm biến thị giác, cảm biến hồng ngoại, cảm biến âm thanh, radar... mà có thể quan sát vùng rộng các điều kiện xung quanh đa dạng bao gồm:

- Nhiệt độ.
- Độ ẩm.
- Sự chuyển động của xe cộ.
- Điều kiện ánh sáng.
- Áp suất.
- Sự hình thành đất.
- Mức nhiễu.
- Sự có mặt hay vắng mặt một đối tượng nào đó.
- Mức ứng suất trên các đối tượng bị gắn.
- Đặc tính hiện tại như tốc độ, chiều và kích thước của đối tượng.

Các nút cảm biến có thể được sử dụng để cảm biến liên tục hoặc là phát hiện sự kiện, số nhận dạng sự kiện, cảm biến vị trí và điều khiển cục bộ bộ phận phát động. Khái niệm vi cảm biến và kết nối không dây của những nút này hứa hẹn nhiều vùng ứng dụng mới. Chúng ta phân loại các ứng dụng này trong quân đội, môi trường, sức khỏe, gia đình và các lĩnh vực thương mại khác.

1.3.1. Ứng dụng trong quân đội

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.

Hình 1.7: Ứng dụng trong quân đội

Giám sát lực lượng , trang thiết bị và đạn dược:

Những người lãnh đạo, sĩ quan sẽ theo dõi liên tục trạng thái lực lượng quân đội, điều kiện và sự có sẵn của các thiết bị và đạn dược trọng chiến trường bằng việc sử dụng mạng cảm biến. Quân đội, xe cộ, trang thiết bị và đạn dược có thể gắn liền với các thiết bị cảm biến nhỏ để có thể thông báo về trạng thái. Những bản báo cáo này được tập hợp lại tại các nút sink để gửi tới lãnh đạo trong quân đội. Dữ liệu cũng có thể được chuyển tiếp đến các cấp cao hơn.

Giám sát chiến trường:

Địa hình hiểm trở, các tuyến đường , đường mòn và các chỗ eo hẹp có thể nhanh chóng được bao phủ bởi mạng cảm biến và gần như có thể theo dõi các hoạt động của quân địch. Khi các hoạt động này được mở rộng và kế hoạch hoạt động mới được chuẩn bị một mạng mới có thể được triển khai bất cứ thời gian nào khi theo dõi chiến trường.

Giám sát địa hình và lực lượng quân địch:

Mạng cảm biến có thể được triển khai ở những địa hình then chốt và một vài nơi quan trọng, các nút cảm biến cần nhanh chóng cảm nhận các dữ liệu và tập trung dữ liệu gửi về trong vài phút trước khi quân địch phát hiện và có thể chặn lại chúng. Hình (1.7) cho ta hình dung được về ứng dụng của mạng cảm biến trong hoạt động quân đội.

Đánh giá sự nguy hiểm của chiến trường:

Trước và sau khi tấn công mạng cảm biến có thể được triển khai ở những vùng mục tiêu để nắm được mức độ nguy hiểm của chiến trường.

Phát hiện và thăm dò các vụ tấn công bằng hóa học, sinh học và hạt nhân.

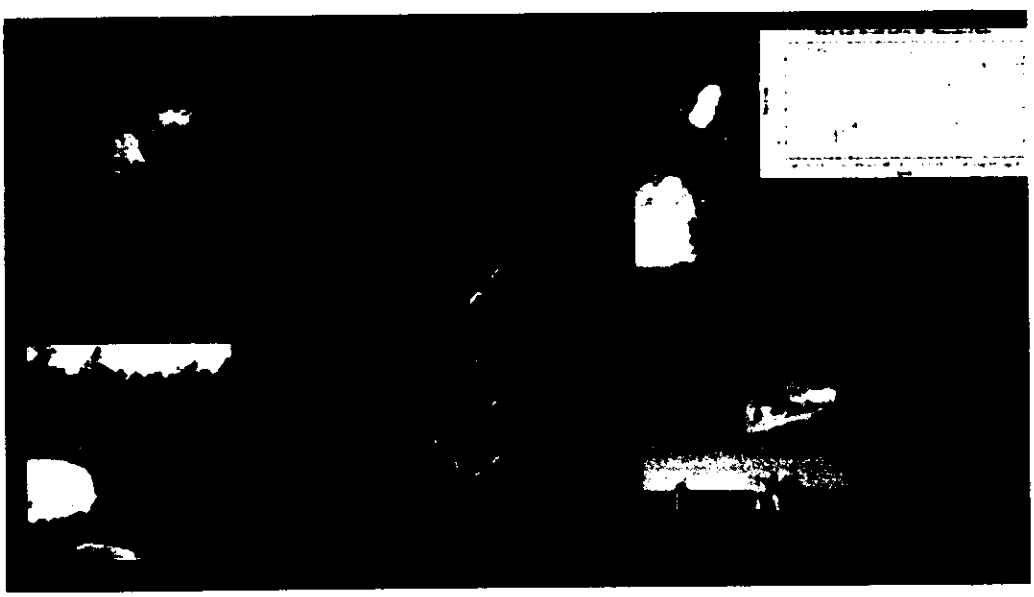
Trong các cuộc chiến tranh hóa học và sinh học đang gần kề, một điều rất quan trọng là sự phát hiện đúng lúc và chính xác các tác nhân đó. Mạng cảm biến triển khai ở những vùng mà được sử dụng như một hệ thống cảnh báo sinh học và hóa hoc có thể cung cấp thông tin mang ý nghĩa quan trọng đúng lúc nhằm tránh thương vong nghiêm trọng.

1.3.2. Ứng dụng trong 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.

Phát hiện cháy rừng:

Vì các nút cảm biến có thể được triển khai một cách ngẫu nhiên, có chiến lược với mật độ cao trong rừng, các nút cảm biến sẽ dò tìm nguồn gốc của lửa để thông báo cho người sử dụng biết trước khi lửa lan rộng không kiểm soát được. Hàng triệu các nút cảm biến có thể được triển khai và tích hợp sử dụng hệ thống tần số không dây hoặc quang học. Cũng vậy, chúng có thể được trang bị cách thức sử dụng công suất có hiệu quả như là pin mặt trời bởi vì các nút cảm biến bị bỏ lại không có chủ hàng tháng và hàng năm. Các nút cảm biến sẽ cộng tác với nhau để thực hiện cảm biến phân bố và khắc phục khó khăn, như các cây và đá mà ngăn trở tầm nhìn thẳng của cảm biến có dây.



Hình 1.8: Ứng dụng trong môi trường

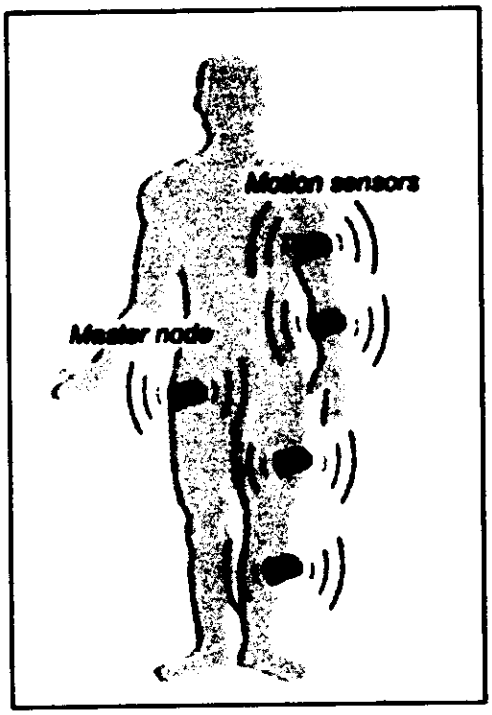
Phát hiện lũ lụt:

Một ví dụ đó là hệ thống báo động được triển khai tại Mỹ. Một vài loại cảm biến được triển khai trong hệ thống cảm biến lượng mưa, mức nước, thời tiết. Những con cảm biến này cung cấp thông tin để tập trung hệ thống cơ sở dữ liệu đã được định nghĩa trước.

1.3.3. Ứng dụng trong chăm sóc sức khỏe

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.

Theo dõi bác sĩ và bệnh nhân trong bệnh viện: mỗi bệnh nhân được gắn một nút cảm biến nhỏ và nhẹ, mỗi một nút cảm biến này có nhiệm vụ riêng, ví dụ có nút cảm biến xác định nhịp tim trong khi con cảm biến khác phát hiện áp suất máu, bác sĩ cũng có thể mang nút cảm biến để cho các bác sĩ khác xác định được vị trí của họ trong bệnh viện.



Hình 1.9: Ứng dụng trong chăm sóc sức khỏe

1.3.4. Ứng dụng 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.

1.4. Kết luận chương I

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 mạng cảm biến ngày nay hứa hẹn sẽ đem lại nhiều ứng dụng khác trong các mặt của cuộc sống.

Chương 2: Các phương pháp định tuyến trong mạng cảm biến không dây

2.1. Giới thiệu chung

Mặc dù mạng cảm biến có khá nhiều điểm tương đồng so với mạng adhoc nhưng chúng cũng sỡ hữu không ít các đặc tính riêng mà ta có thể phân loại thành một mạng riêng. Chính những đặc tính này giúp ta có thể thiết kế ra các giao thức định tuyến mới khác xa so với các giao thức định tuyến trong các mạng adhoc có dây và không dây. Để thực hiện được điều này, chúng ta phải giải quyết được các vấn đề liên quan đến WSN. Chương này sẽ trình bày ba loại giao thức định tuyến chính hay được dùng trong mạng cảm biến, đó là định tuyến trung tâm dữ liệu (data – centric –protocol), định tuyến phân cấp (hierarchical – protocol) và định tuyến dựa vào vị trí (location – based protocol).

2.2. Những thách thức về định tuyến trong mạng cảm biến không dây

Chính với 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 với lượng tài nguyên 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 việc hết sức quan trọng với việc lưu thông dữ liệu bởi thông thường định tuyến đều dựa trên vị trí.
- Khả năng dư thừa dữ liệu rất cao bởi các nút cảm biến thu lượm dữ liệu dựa trên hiện tượng chung.

2.3. 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:

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

Các nút 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 nút cảm biến trong mạng có thể từ thưa thớt đến dày đặc. Hơn nữa trong nhiều ứng dụng số lượng các nút cảm biến có thể lên đến hàng trăm, thậm chí hàng ngàn nút 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 nút cảm biến phải điều chỉnh liên tục để thích ứng hoạt động hiện tại.

2.3.2. Ràng buộc về tài nguyên

Các nút 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 nút 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.

2.3.3. Mô hình dữ liệu trong mạng cảm biến không dây

Mô hình dữ liệu mô tả luồng thông tin giữa các nút cảm biến và các sink. Mô hình này phụ thuộc nhiều vào bản chất của ứng dụng trong đó có 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 các 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 nút trước khi chuyển tiếp dữ liệu đến sink. Một loại thứ ba đó là mô hình dữ liệu tương tác hai chiều giữa các nút 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.

2.3.4. Cách truyền dữ liệu

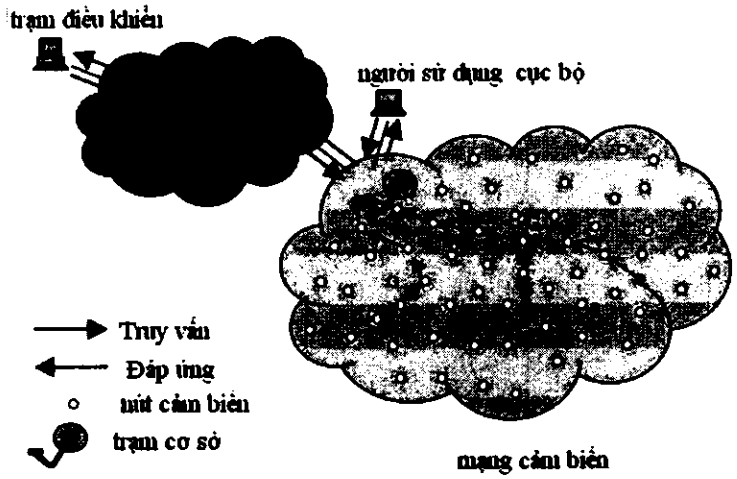
Cách mà các truy vấn và dữ liệu được truyền giữa các trạm cơ sở và các vị trí quan sát hiện tượng là một khía cạnh quan trọng trong mạng cảm biến không dây. Một phương pháp cơ bản để thực hiện việc này là mỗi nút cảm biến có thể truyền dữ liệu trực tiếp đến trạm cơ sở. Tuy nhiên phương pháp dựa trên bước nhảy đơn (single-hop) có chi phí rất đắt và các nút mà xa 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 thì dữ liệu trao đổi giữa các nút cảm biến và trạm cơ sở có thể được thực hiện bằng việc sử dụng truyền gói đa bước nhảy (mutilhop) 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 nút khi cạnh tranh nhau để truy cập kênh, đặc biệt là trong mạng cảm biến không dây mật độ cao. Dữ liệu được truyền giữa các nút cảm biến và các sink được minh họa như hình vẽ (hình 2.1).

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 mutilhop.

Trong định tuyến mutilhop của mạng cảm biến không dây, các nút trung gian đóng vai trò chuyển tiếp dữ liệu giữa nguồn và đích. Việc xác định xem tập hợp các nút 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 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.



Hình 2.1: Mô hình truyền dữ liệu giữa sink và các nút

2.4. Phân loại và so sánh các giao thức định tuyến trong mạng cảm biến không dây

Vấn đề định tuyến trong mạng cảm biến là một thách thức khó khăn đi hỏi phải cân bằng giữa sự đáp ứng nhanh của mạng và hiệu quả. Sự cân bằng này yêu cầu sự cần thiết thích hợp khả năng tính toán và truyền dẫn của các nút cảm biến ngược với mào đầu yêu cầu thích ứng với điều kiện này. Trong mạng cảm biến không dây, mào đầu được đo chính là lượng băng thông được sử dụng, tiêu thụ công suất và yêu cầu xử lý của các nút di động. Việc tìm ra chiến lược cân bằng giữa sự cạnh tranh này cần thiết tạo ra một nền tảng chiến lược định tuyến.

Việc thiết kế các giao thức định tuyến trong mạng cảm biến không dây phải xem xét giới hạn về công suất và tài nguyên của mỗi nút mạng, chất lượng thay đổi theo thời gian của các kênh vô tuyến và khả năng mất gói và trễ. Nhằm vào các yêu cầu thiết kế này một số các chiến lược định tuyến trong mạng cảm biến được đưa ra. Bảng 2.1 đưa ra sự phân loại một số giao thức dựa trên nhiều tiêu chí khác nhau. Một loại giao thức định tuyến thông qua kiến trúc phẳng trong đó các nút có vai trò như nhau.Kiến trúc phẳng có một vài lợi ích bao gồm số lượng mào đầu tối thiểu để duy trì cơ sở hạ tầng, và có khả năng khám phá ra nhiều đường giữa các nút truyền dẫn để chống lại lỗi.

Loại thứ hai là phân cấp theo cụm, lợi dụng cấu trúc của mạng để đạt được hiệu quả về năng lượng, sự ổn định, sự mở rộng. Trong loại giao thức này các nút mạng tự tổ chức thành các cụm trong đó một nút có mức năng lượng cao hơn các nút khác và đóng vai trò là nút chủ. Nút chủ thực hiện phối hợp hoạt động trong cụm và chuyển tiếp thông tin giữa các cụm với nhau. Việc tạo thành các cụm có khả năng làm giảm tiêu thụ năng lượng và mở rộng thời gian sống của mạng.

Loại giao thức định tuyến thứ ba là sử dụng phương pháp trung tâm dữ liệu để phân bố sự quan tâm (interest) bên trong mạng. Phương pháp này sử dụng thuộc tính dựa trên tên do đó một nút nguồn truy vấn một thuộc tính của hiện tượng hơn là một nút riêng lẻ.

Giao thức định tuyến	Phân loại	Di chuyển	Tiết kiện công suất	Dựa vào hỏi đáp	Kết hợp số liệu	Xác định vị trí	QoS	Độ phức tạp trạng thái	Khả năng định cỡ	Đa đường	Dựa vào yêu cầu
SPIN	Tập trung dữ liệu	Có thể	Hạn chế	Có	Có	Không	Không	Thấp	Hạn chế	Có	Có
Directed Diffusion	Tập trung dữ liệu	Hạn chế	Hạn chế	Có	Có	Có	Không	Thấp	Hạn chế	Có	Có
Rumor	Tập trung dữ liệu	Rất hạn chế	Không áp dụng	Không	Có	Không	Không	Thấp	Tốt	Không	Có
GBR	Tập trung dữ liệu	Hạn chế	Không áp dụng	Không	Có	Không	Không	Thấp	Hạn chế	Không	Có
MCFA	Tập trung dữ liệu	Không	Không áp dụng	Không	Không	Không	Không	Thấp	Tốt	Không	Không

CADR	Tập trung dữ liệu	Không	Hạn chế	Không	Có	Không	Không	Thấp	Hạn chế	Không	Không
COUGAR	Tập trung dữ liệu	Không	Hạn chế	Không	Có	Không	Không	Thấp	Hạn chế	Không	Có
ACQUIRE	Tập trung dữ liệu	Không	Không áp dụng	Không	Có	Không	Không	Thấp	Hạn chế	Không	Có
EAR	Tập trung dữ liệu	Hạn chế	Không áp dụng	Không	Không	Không	Không	Thấp	Hạn chế	Không	Có
LEACH	Phân cấp	Nút gốc cố định	Cực đại	Không	Có	Có	Không	Nút chủ	Tốt	Không	Không
TEEN & APTEEN	Phân cấp	Nút gốc cố định	Cực đại	Không	Có	Có	Không	Nút chủ	Tốt	Không	Không
PEGASIS	Phân cấp	Nút gốc cố định	Cực đại	Không	Không	Có	Không	Nút chủ	Tốt	Không	Không
MECN & SMECN	Phân cấp	Không	Cực đại	Không	Không	Không	Không	Thấp	Thấp	Không	Không
VGA	Phân cấp	Không	Không áp dụng	Có	Có	Có	Không	Nút chủ	Tốt	Có	Không
TTDD	Phân cấp	Có	Hạn chế	Không	Không	Không	không	Trung bình	Thấp	Có thể	Có thể

GAF	Dựa vào vị trí	Khô ng	Hạn chế	Không	Khô ng	Khô ng	Khô ng	Thấp	Tốt	Không	Khô ng
GEA R	Dựa vào vị trí	Khô ng	Hạn chế	Không	Khô ng	Khô ng	Khô ng	Thấp	Hạn chế	Không	khô ng
SAR	Dựa vào vị trí	Khô ng	Khôn g áp dụng	Có	Có	Khô ng	Có	Trun g bình	Hạn chế	Không	Có
SPE ED	Dựa vào vị trí	Khô ng	Khôn g áp dụng	Không	Khô ng	Khô ng	Có	Trun g bình	Hạn chế	Không	Có

Bảng 2.1: Phân loại và so sánh một số giao thức chọn đường trong WSN

Phân phối quan tâm trong toàn mạng đạt được bằng việc gắn nhiệm vụ cho các con cảm biến và nhấn mạnh vào các câu hỏi liên quan đến các thuộc tính riêng. Một giao thức khác có thể truyền quan tâm tới các nút bao gồm quảng bá, các thuộc tính dựa rên mutilcasting, geo-casting.

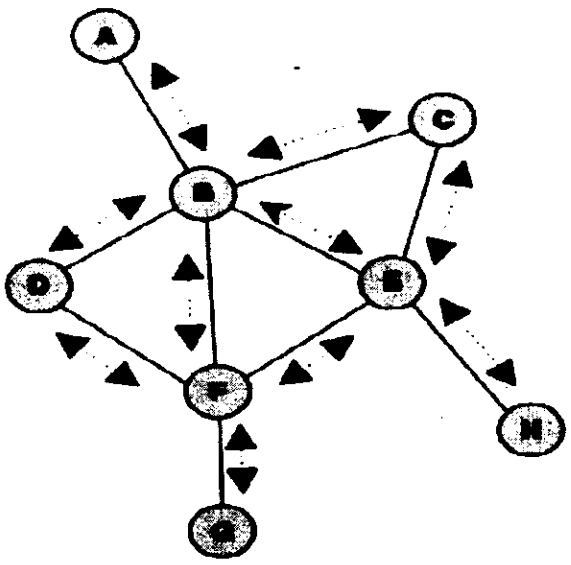
Loại giao thức thứ tư là dựa vào vị trí để đánh địa chỉ cho các nút cảm biến, loại giao thức này rất có ích cho những ứng dụng nơi mà vị trí của các nút cảm biến trong vùng địa lý được bao phủ bởi mạng liên quan đến truy vấn được đưa ra bởi nút nguồn.

2.5. Giao thức trung tâm dữ liệu

2.5.1. Flooding và Gossiping

Flooding là kỹ thuật chung thường được sử dụng để tìm ra đường và truyền thông tin trong mạng adhoc.

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 nút nhận dữ liệu hoặc điều khiển dữ liệu để gửi các gói tới các nút lân cận. Sau khi truyền, một gói sẽ được truyền trên tất cả các đường có thể. Trừ khi mạng bị ngắt, nếu không thì các gói chắc chắn sẽ được truyền đến đích.



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 nút.

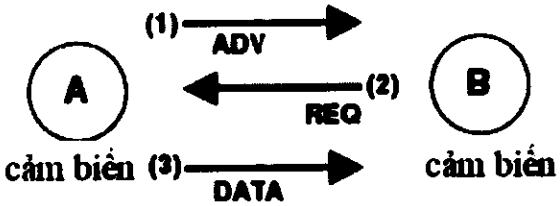
Giải thuật này có 3 nhược điểm lớn như sau:

- Thứ nhất là hiện tượng bản tin kép. Tức là các 2 gói dữ liệu giống nhau được gửi đến cùng nút.
- Thứ hai là hiện tượng chồng chéo, tức là các nút cùng cảm nhận một vùng không gian và do đó tạo ra các gói tương tự nhau gửi đến các nút lân cận.
- Thứ ba đó là thuật toán này không hề quan tâm đến vấn đề năng lượng của các nút, các nút 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 nút sẽ ngẫu nhiên gửi gói mà nó nhận được đến một trong các nút 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 gói sẽ không bao giờ đến được đích.

2.5.2. SPIN

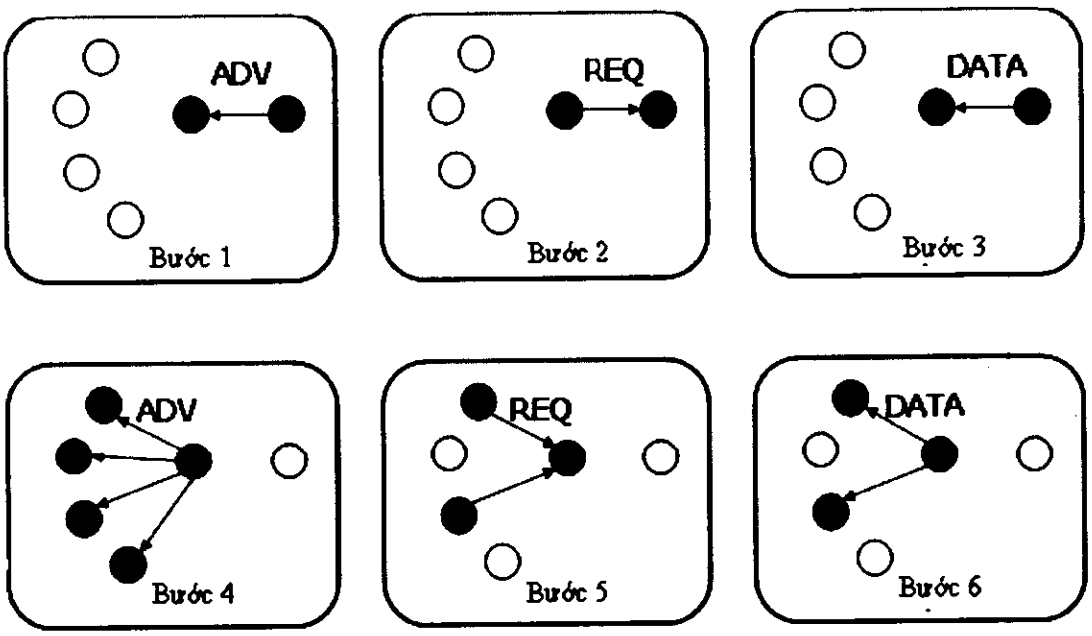
SPIN (Sensor Protocol for Information via Negotiation) là giao thức định tuyến thông tin dựa trên sự dàn xếp dữ liệu. Mục tiêu chính của giao thức này đó là tập trung việc quan sát môi trường có hiệu quả bằng một số các nút cảm biến riêng biệt trong toàn bộ mạng. Nguyên lý của giao thức này đó là sự thích ứng về tài nguyên và sắp xếp dữ liệu. ý nghĩa của việc dàn xếp dữ liệu (data negotiation) này là các nút trong SPIN sẽ biết về nội dung của dữ liệu trước khi bất kỳ dữ liệu nào được truyền trong mạng. SPIN khai thác tên dữ liệu nhờ đó mà các nút sẽ kết hợp miêu tả dữ liệu (metadata) với dữ liệu mà chúng tạo ra và sử dụng sự miêu tả này để thực hiện việc dàn xếp dữ liệu trước khi truyền dữ liệu thực tế. Nơi nhận dữ liệu có thể bày tỏ mố quan tâm đến nội dung dữ liệu bằng cách gửi yêu cầu để lấy dữ liệu quảng bá. Điều này tạo ra sự xắp xếp dữ liệu để đảm bảo rằng dữ liệu chỉ được truyền đến nút quan tâm đến loại dữ liệu này. Do đó mà loại trừ khả năng bản tin kép và giảm thiểu đáng kể việc truyền dữ liệu dư thừa qua mạng. Hơn nữa việc sử dụng bộ miêu ta dữ liệu cũng loại trừ khả năng chồng lấn vì các nút có thể chỉ giới hạn về tên loại dữ liệu mà chúng quan tâm đến.



Hình 2.3: Ba tín hiệu bắt tay của SPIN

Việc thích ứng tài nguyên cho phép các nút cảm biến chạy SPIN có thể thích ứng với trạng thái hiện tại của tài nguyên năng lượng.Mỗi nút có thể dò tìm tới bộ quản lý để theo dõi mức năng lượng của mình trước khi truyền hoặc xử lý dữ liệu. Khi mức năng lượng còn lại thấp các nút này có thể giảm hoặc loại bỏ một số hoạt động như là truyền miêu tả dữ liệu các gói. Chính việc thích nghi với tài nguyên làm tăng thời gian sống của mạng.

Để thực hiện truyền và xắp xếp dữ liệu các nút sử dụng giao thức này sử dụng ba loại bản tin (hinh2.3)



Hình 2.4: Hoạt động của SPIN

Hoạt động của SPIN gồm 6 bước như hình 2.4

Bước 1: ADV để thong báo dữ liệu mới tới các nút.
Bước 2: REQ để yêu cầu dữ liệu được quan tâm. Sau khi nhận được ADV các nút 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 nút này nhận dữ liệu nó sẽ chia sẻ dữ liệu vủa nó với các nút còn lại trong mạng bằng việc phát bản tin ADV chứa miêu tả dữ liệu (metadata).
Bước 5: sau đó các nút xung quanh lại gửi bản tin REQ yêu cầu dữ liệu.
Bước 6: DATA lại được truyền đến các nút mà yêu cầu dữ liệu này.

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

2.5.3. Directed Diffusion

Đây là giao thức trung tâm dữ liệu 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 nút 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 nút có thể tập trung dữ liệu đáp ứng truy vấn của sink để tiết kiệm năng lượng.

Thành phần chính của giao thức này 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 mối quan tâm (interest) bằng một cặp thuộc tinh- giá trị.

Bảng (2.2) miêu tả cặp thuộc tính giá trị, các nút cảm biến có khả năng đáp ứng interest này trả lời theo dữ liệu tương ứng.

Hoạt động của Directed Diffusion như hình (2.5). Với mỗi nhiệm vụ cảm biến tích cực, sink sẽ gửi quảng bá bản tin interest theo chu kỳ cho các nút lân cận.

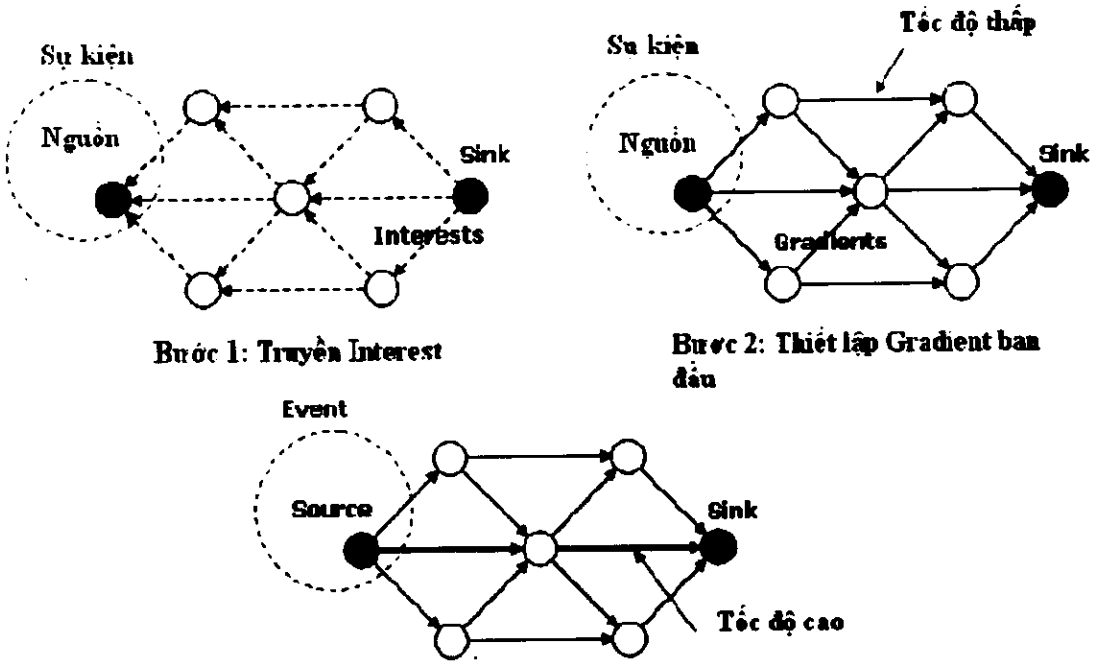
Bản tin này sẽ truyền qua tất cả các nút trong mạng như là một sự quan tâm đến một dữ liệu nào đó. Mục đích chính của việc thăm dò này là để xem xét xem có một nút cảm biến nào đó có thể tìm kiếm dữ liệu tương ứng với interest. Tất cả các nút đều duy trì một interest cache để lưu trữ các interest entry khác nhau.
Mỗi một mục (entry) trong interest cache sẽ lưu trữ một interest khác nhau. Các entry cache này sẽ sẽ lưu trữ một số trường sau: một nhãn thời gian (timestamp), nhiều trường gradient cho mỗi nút lân cận và trường duration. Nhãn thời gian sẽ lưu trữ nhãn thời gian của interest nhận được sau cùng. Mỗi gradient sẽ lưu trữ cả tốc độ dữ liệu va 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.

Cặp thuộc tính – giá trị	Miêu tả
Type = chim ruồi	Phát hiện vị trí của chim ruồi
Interval = 20ms	Báo cáo sự kiện chu kỳ 20ms
Duaration = 10s	Thời gian sống của Interest
Field = [(x1, x2),(y1,y2)]	Báo cáo từ các con cảm biến trong vùng

Bảng 2.2: Miêu tả interest sử dụng các cặp thuộc tính- giá trị

Một gradient có thể coi như là một liên kết phản hồi của nút 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 nút 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 nút mà đáp ứng mối quan tâm đó.

Khi một nút 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 nút sẽ gửi ra ngoài miêu tả về sự kiện cho các nút lân cận có gradient. Các nút lân cạn này sẽ nhận sữ liệu và 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 nút này sẽ thêm bản tin vào cache dữ liệu và sau đó gửi bản tin dữ liệu cho các nút lân cận.



Hình 2.5: Hoạt động cơ bản của Directed Diffusion

Khi nhận được một interest các nút tìm kiếm trong interest cache của nó xem có entry nào phù hợp không, nếu không nút sẽ tạo một cache entry mới. Các nút sẽ sử dụng các thông tin chứa trong interest để tạo ra các thong số interest trong entry. Các entry này là một tập hợp chứa các trường gradient với tốc độ và chiều tương ứng với nút lân cận mà interest được nhận. Nếu như interest nhận được có trong cache thì nút sẽ cập nhật nhãn 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 thi 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 thong qua một đường dẫn được hỗ trợ xử lý (path reinforcement process). Các sink này có thể sử dụng sự dỗ trợ của một số các nút lân cận. Để làm được điều này sink có thể gửi lại bản tin interest nguồn ở tốc độ cao thong qua các đường dẫn được chọn, nhờ việc tăng cường các nút nguồn trên đường dẫn để gửi dữ liệu thường xuyên hơn. Directed Diffusion có ưu điểm nếu một dường dẫn nào đó giữa sink và một nút bị lỗi, một đường dẫn có dữ liệu thấp hơn được tahy 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

2.6. Giao thức phân cấp

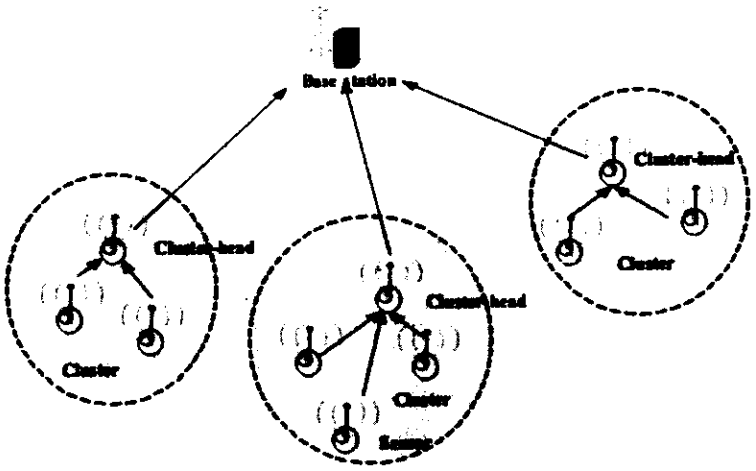
2.6.1. LEACH

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 mạnge
- Giảm sự tiêu thụ năng lượng bởi mỗi nút 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 nút chủ. Nút chủ gánh lấy trọng trách thực hiện nhiều tác vụ. Đầu tiên là thu lượm dữ liệu theo chu kỳ từ các nút thành viên, trong quá trình tập trung dữ liệu nút 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 nút chủ sẽ trược tiếp truyền dữ liệu đã được tạp 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 nút 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 nút chủ sẽ quảng bá mô hình TDMA cho các nút thành viên trong cụm của nó. Để giảm thiểu khả năng xung đột giữa các nút 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 nút 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

Trong bước thiết lập, một nút cảm biến lựa chọn một số ngẫu nhiên giữa 0 và 1. Nếu số này nhỏ hơn ngưỡng $T(n)$ thì nút cảm biến là nút chủ. $T(n)$ được tính như sau:

$$T(n) = \frac{p}{1 - p * (r \bmod 1/p)} \quad \text{nếu } n \in G$$

$T(n) = 0$ còn lại

Trong đó:

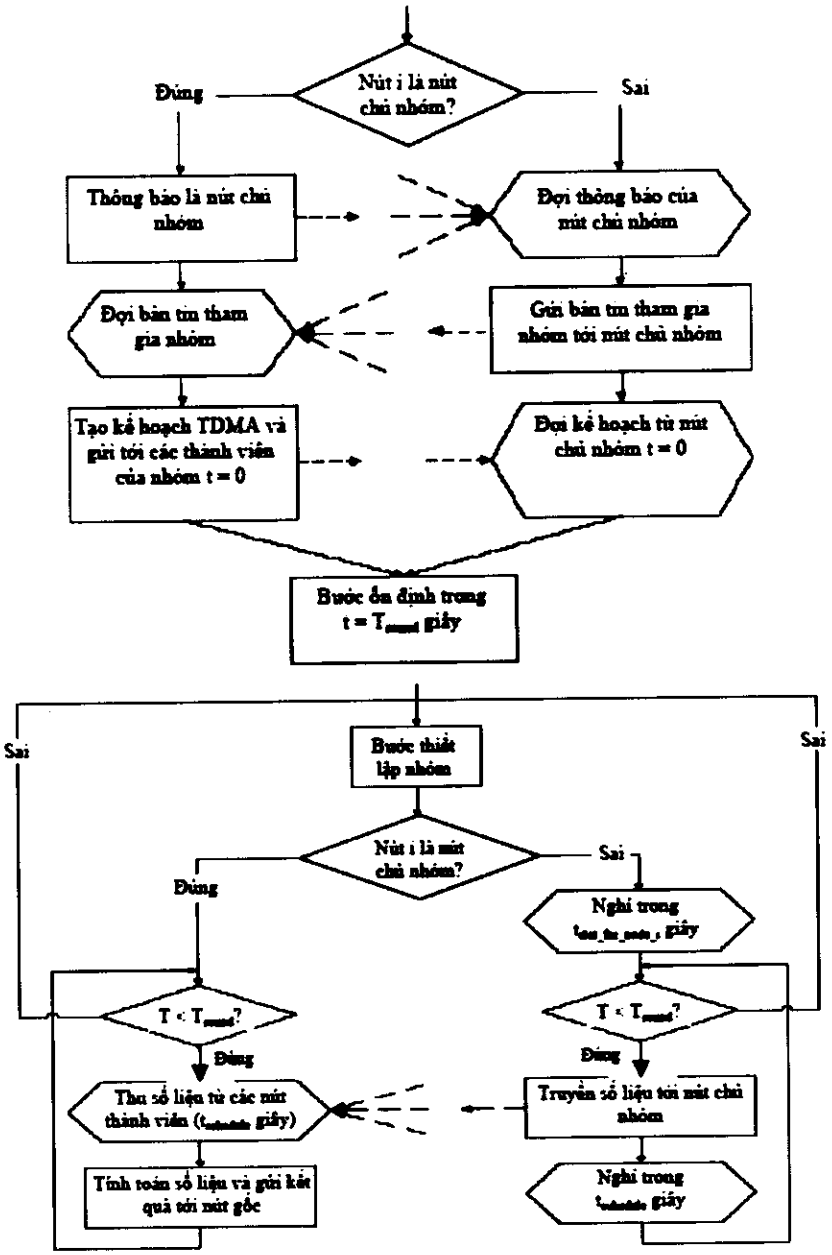
p: tỉ lệ phần trăm nút chủ

r: chu kì hiện tại

G: tập hợp các nút không được lựa chọn làm nút chủ trong 1/p chu kì cuối.

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

Quá trình tạo cụm, các nút chủ sẽ phân luồng theo khe thời gian (ghép kênh TDMA) cho các nút trong cụm và chọn lựa một mã CDMA thông báo tới tất cả các nút trong cụm biết. Sau khi pha thiết lập hoàn thành báo hiệu sự bắt đầu của pha ổn định trạng thái và các nút trong cụm sẽ thu lượm dữ liệu và sử dụng các khe thời gian để truyền dữ liệu đến nút chủ. Dữ liệu được thu lượm theo chu kỳ.



Hình 2.7: Quá trình thiết lập nút & Quá trình ổn định

Tuy nhiên LEACH cũng có một số khuyết điểm sau:

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

LEACH có đặc tính giúp tiết kiệm năng lượng, và sự tiết kiệm này phụ thuộc chủ yếu vào hệ số tập trung dữ liệu các nút chủ của cụm. Năng lượng trong LEACH được yêu cầu phân bổ cho tất cả các nút trong mạng vì chúng ta giả sử rằng vai trò nút chủ được luân chuyển vòng tròn dựa trên năng lượng còn lại trên mỗi nút.

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 nút không yêu cầu gửi trực tiếp dữ liệu đến sink.

2.6.2. 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 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 nút trong mạng, thứ hai làm giảm trễ truyền dữ liệu đến sink.

Nó xem xét mô hình mạng tập hợp các nút đồng nhất được triển khai qua một vùng địa lý. Các nút này biết về vị trí các nút khác trong toàn mạng và điều khiển công suất hay bao phủ một vùng tùy ý. Đồng thời các nút được trang bị bộ thu phát sóng hỗ trợ CDMA. Nhiệm vụ của các nút 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 nút trong mạng.
Giải thuật này sử dụng mô hình cấu trúc dạng chuỗi.

Dựa trên mô hình này các nút sẽ giao tiếp với nút gần nó nhất. Cấu trúc chuỗi bắt đầu với nút xa sink nhất, các nút mạng được thêm dần vào chuỗi làm chuỗi lớn dần lên, bắt đầu từ nút hàng xóm gần nút cuối nhất. Các nút sẽ được gán vào chuỗi theo cách greedy từ nút lân cận gần nhất cho tới các nút còn lại trong mạng. Để xác định được nút lân cận gần nhất mỗi nút sẽ sử dụng cường độ tín hiệu để đo khoảng cách tới các nút lân cận của nó. Sử dụng dữ kiện này các nút sẽ điều chỉnh cường độ tín hiệu sao cho chỉ có nút lân cận gần nhất nghe được.
Một nút trong chuỗi sẽ được trọn làm nút chủ, trách nhiệm của nút chủ là truyền dữ liệu tập hợp được tới trạm cơ sở. Vai trò nút 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 nút chủ trong chuỗi nhằm đảm bảo công bằng trong tiêu thụ năng lượng giữa các nút trong mạng. Tuy nhiên cũng cần chú ý rằng việc thay đổi có khi dẫn đến nút chủ rời xa trạm cơ sở, sink, khi đó nút 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 tín hiệu tới nút cuối cùng bên phải cuối chuỗi. Trong khi nhận được tín hiệu này nút cuối sẽ gửi dữ liệu nó thu lượm được đến nút lân cận theo chiều xuôi trong chuỗi, sau đó nút này tập trung dữ liệu và lại tiếp tục gửi đến nút lân cận gần nó nhất, cứ như vậy cho đến khi gửi đến nút chủ. Sau đó nút 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 nút 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 nút ở xa trong chuỗi. Hơn nữa ở nút chính có thể xảy ra hiện tượng thắt cổ chai.

2.6.3. ARPEES

ARPEES (adaptive routing protocol with energy efficiency and event clustering for wireless sensor networks), Nét đặc trưng trong thiết kế giao thức ARPEES là đáp ứng thích nghi giữa tối ưu hóa năng lượng, phân cụm theo sự kiện, và truyền tải đa nút. Mục tiêu của giao thức là tìm ra tuyến đường truyền tải tối ưu cho dữ liệu đã được tập hợp tới trạm gốc có tính đến quan hệ tradeoff giữa lượng năng lượng còn lại(tối ưu hóa) của nút chuyển giao và khoảng cách từ nút chuyển giao tới trạm gốc(tuyến đường ngắn nhất). Năng lượng và khoảng cách được dùng làm 2 tham số cho việc lựa chọn tuyến đường truyền tải.Các thông số chi phí của giao thức như sau:

- Năng lượng tiêu thụ và cân bằng tải: mục tiêu là giảm tiêu thụ năng lượng ở các nút có phần năng lượng dự trữ thấp hơn bằng cách phân tán năng lượng tiêu thụ cho việc tập hợp,thu thập dữ liệu, truyền tải cho các nút khác nhau

- Cách tiếp cận động và phân tán: xây dựng thuật toán phân cụm phân tán theo yêu cầu, trong đó các thông số được cảm biến của sự kiện hay đối tượng được sử dụng để phân cụm. Một nút có thể đưa ra quyết định mà không cần có sự điều khiển tập trung. Với phương thức phân cụm động theo sự kiện, các cụm được tạo thành dựa trên địa điểm và thời gian sự kiện xảy ra trong môi trường. Do đó, kích thước của phần hoạt động trong mạng sẽ biến thiên và số lượng cụm không phụ thuộc vào số lượng các nút trong mạng. Thêm vào đó phương thức này giúp tiết kiệm năng lượng bởi chỉ một phần của mạng được kích hoạt phản ứng lại một sự kiện.

- Tuyến đường tối ưu: số lượng các nút trung gian trên đường truyền hoặc chi phí liên kết được sử dụng làm thông số chi phí để chọn ra tuyến đường tối ưu

- Khả năng thích ứng: khả năng này có nghĩa giao thức có khả năng đáp ứng tốt cho các ứng dụng lớn với sự thay đổi nhanh của topo mạng chống lại lỗi liên kết. Việc thêm vào các nút mới thay thế cho các nút lỗi không nên ảnh hưởng đến mạng đang hoạt động

- Kiểm soát overhead: giao thức phải tối thiểu hóa các trao đổi điều khiển cần thiết cho việc phân cụm, lựa chọn cụm trưởng và xử lý trên nút chuyển giao

- Tối ưu hóa: tuyến đường lựa chọn bởi giao thức có ảnh hưởng tới hiệu năng mạng về độ trễ, lưu lượng thực và độ tiết kiệm năng lượng. Để đạt tối ưu hóa giao thức cần phải tính toán tới năng lượng pin, bộ nhớ, băng thông...

2.7. Giao thức dựa trên vị trí

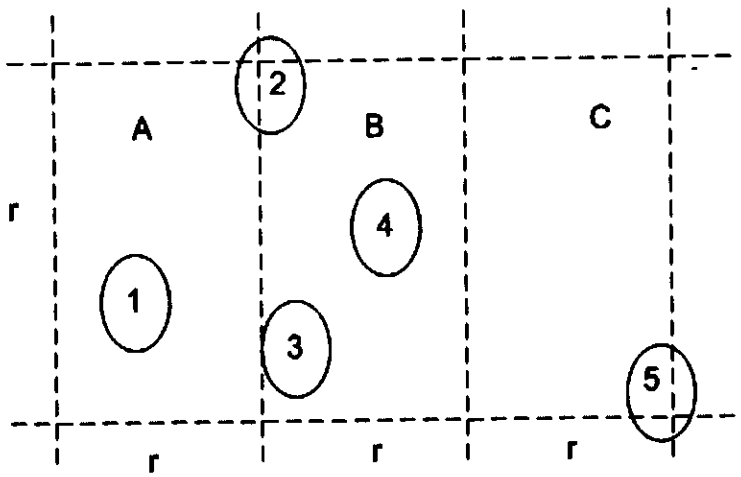
Mục tiêu chính của giải thuật định tuyến này là dựa vào các thông tin về vị trí của các nút cảm biến để tìm một đường đi hiệu quả đến đích. Loại định tuyến này rất phù hợp với mạng cảm biến nơi mà việc tập trung dữ liệu là kỹ thuật hữu ích để giảm thiểu việc truyền bản tin đến trạm cơ sở bằng cách loại bỏ sự dư thừa giữa các gói đến từ các nguồn khác nhau. Loại định tuyến này còn yêu cầu sự tính toán và lượng mào đầu truyền dẫn thấp.

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

2.7.1. GAF(Global Assessment of Functioning)

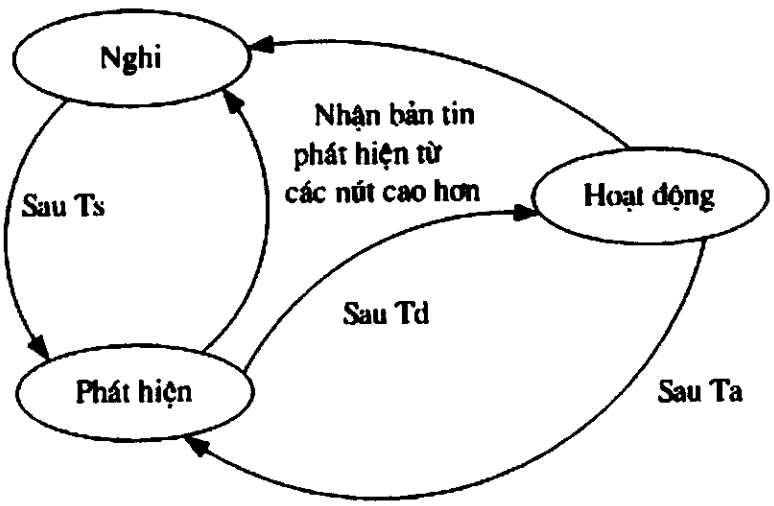
Giải thuật chính xác theo địa lý (GAF) dựa trên vị trí có hiệu quả về mặt năng lượng được thiết kế chủ yếu cho các mạng Ad-Hoc di động, nhưng cũng có thể áp dụng cho mạng cảm biến. GAF khai thác việc dư thừa dữ liệu trong mạng bằng cách coi một tập hợp các nút con trong mạng là tương đương nhau khi nhìn từ giao thức lớp trên. GAF chia vùng quan sát thành các hình vuông đủ nhỏ, bất kỳ các nút nào trong hình vuông cũng đều có thể giao tiếp vô tuyến với bất kỳ nút nào nằm trong hình vuông bên cạnh.GAF dự trữ năng lượng bằng cách tắt các nút 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 nút 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 nút 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 nút tăng lên. Một ví dụ cụ thể được đưa ra ở hình (2.10). Trong hình vẽ này, nút 1 có thể truyền đến bất kì nút nào trong số các nút 2, 3 và 4 và các nút 2, 3, 4 có thể truyền tới nút 5. Do đó các nút 2, 3, và 4 là tương đương và 2 trong số 3 nút đó có thể ở trạng thái nghỉ.

Các nút 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 nút 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 (2.11) . Nút 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 nút trong lưới ước đoán thời gian rời khỏi lưới của nó và gửi thông tin này đến nút lân cận.



Hình 2.8: Ví dụ về lưới ảo trong GAF

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



Hình 2.9: Sự chuyển trạng thái trong GAF

GAF cố gắng giữ mạng hoạt động bằng cách giữ cho các nút 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 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 nút đại diện hoạt động

như một nút chủ để truyền dữ liệu đến các nút khác. Tuy nhiên nút 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.

2.7.2. GEAR

Việc sử dụng thông tin về địa lý trong khi phổ biến các yêu cầu đến các vùng thích hợp vì các yêu cầu dữ liệu thường bao gồm các thuộc tính địa lý. 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 nút 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 nút giữ một estimated cost và một learned cost trong quá trình đến đích qua các nút 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 nút không có bất kì một nút 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:

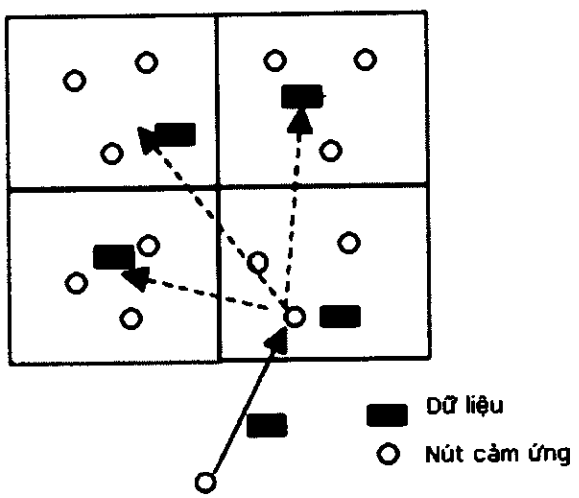
Chuyển tiếp gói đến vùng đích: GEAR dùng cách tự chọn nút lân cận dựa trên sự nhận biết về năng lượng và vị trí địa lý để định tuyến gói đến vùng đích. Có 2 trường hợp cần quan tâm:

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

- Khi mà tất cả các nút 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 nút lân cận này. Trong trường hợp này, một trong số các nút 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 nút, ví dụ như hình (2.10).

Để thỏa mãn các điều kiện chúng ta dùng giải thuật chuyển tiếp địa lý đệ qui 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 rỗng trước khi số hop gói đi qua vượt quá giới hạn. Trong trường hợp này chúng ta dùng flooding có giới hạn.



Hình 2.10: Chuyển tiếp địa lý đệ quy trong GEAR

2.8. Kết luận chương II

Chương này đã tổng kết và đưa ra khá nhiều các giao thức định tuyến. Mỗi giao thức đều có những ưu và nhược điểm riêng. Hiện nay, đã có rất nhiều các cải tiến của các loại giao thức này được đưa ra, và cho kết quả rất khả quan. Việc lựa chọn loại giao thức nào hoàn toàn phụ thuộc vào ứng dụng mà chúng ta triển khai. Mặc dù sự hoạt động của các giải thuật định tuyến này đầy hứa hẹn trong vấn đề sử dụng hiệu quả năng lượng, các nghiên cứu sau này cần phải xác định rõ các vấn đề như chất lượng dịch vụ của các ứng dụng của các cảm biến hình ảnh và các ứng dụng thời gian thực.

Chương 3: Tìm hiểu cách hoạt động của giao thức định tuyến ARPEES

Hoạt động của ARPEES được chia thành các vòng, mỗi vòng bao gồm 2 pha được thể hiện trong hình 2 : pha thành lập cụm và lựa chọn cụm trưởng theo sau bởi pha truyền tải dữ liệu trong đó dữ liệu được truyền tới trạm gốc qua các nút chuyển giao.

3.1. Pha thành lập cụm và thuật toán lựa chọn cụm trưởng:

Ban đầu, tất cả các nút mạng ở trạng thái nghỉ để tiết kiệm năng lượng. Khi một sự kiện được phát hiện trong mạng, các nút gần vị trí xảy ra sự kiện được kích hoạt và sẽ tiến hành đo đạc thuộc tính đã được chỉ định cảm biến. Nếu giá trị nhân tố cảm biến cao hơn mức ngưỡng định trước, các nút đó sẽ thực thi thuật toán để nhóm cụm và chọn cụm trưởng. Các nút quảng bá gói tin REQ_CLUSTER tới các nút hàng xóm. Bản tin này bao gồm ID của nút, mức năng lượng còn lại và thông tin mô tả dữ liệu cảm biến được sự kiện:

$$REQ_CLUSTER\{ID(i),E_{Res}(i),I(i)\} \quad (5)$$

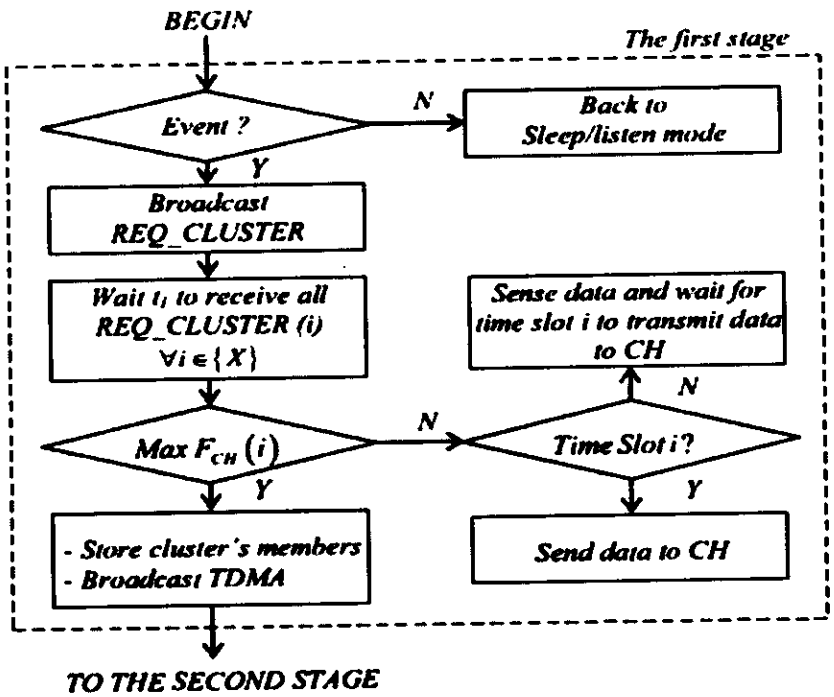
Sau đó các nút sẽ đặt bộ đếm thời gian tới t1. Trong khoảng thời gian t1,mỗi nút sẽ nhận bản tin REQ_CLUSTER từ tất cả các nút trong cụm và thực thi hàm chọn Cluster_Head như sau:

$$F_{CH}(i) = E_{Res}(i) \times I(i) \text{ , với mọi i thuộc X} \quad (6)$$

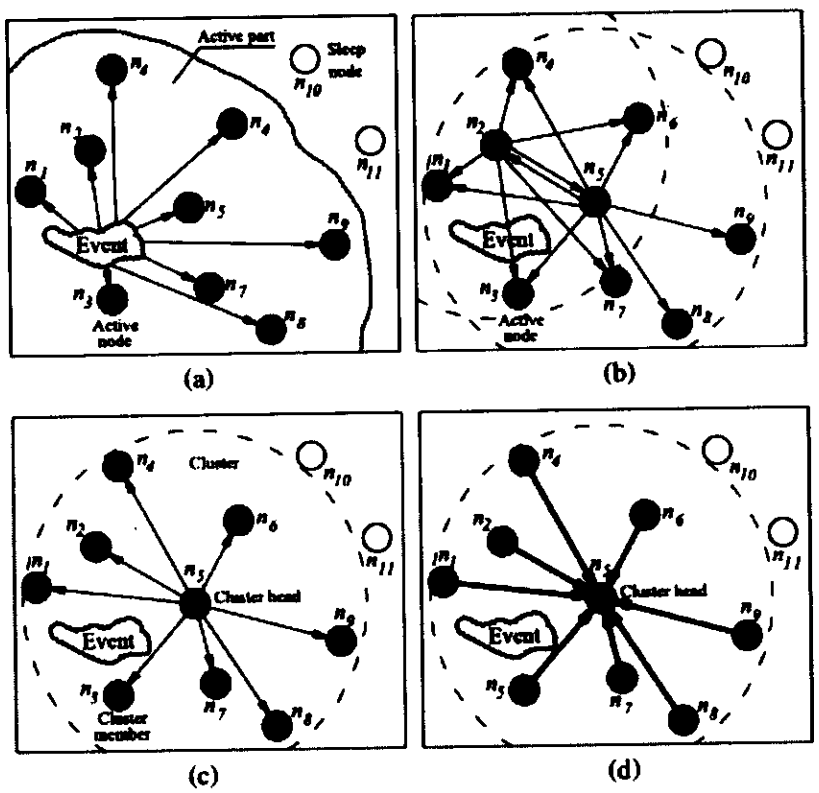
$Max F_{CH}(i)$ -> Cluster Head

Trong đó X là tập các nút được kích hoạt bởi sự kiện.

Khi khoảng thời gian t1 kết thúc, nút có giá trị $F_{CH}(i)$ lớn nhất sẽ tự bầu nó làm cụm trưởng. Cụm trưởng sẽ lưu trữ ID của tất cả các nút trong tập các nút được kích hoạt X, và lập 1 lịch TDMA để sắp xếp cho từng nút lần lượt gửi dữ liệu tới cụm trưởng. Chức năng của lịch là tránh việc xung đột trong truyền tải dữ liệu và đồng bộ hóa giữa các nút bên trong cụm. Các nút còn lại tự đặt mình làm nút thành viên và chờ đợi để nhận lịch TDMA từ cụm trưởng. Với lịch đã được sắp xếp, các nút có thể tắt các thành phần thu nhận tín hiệu ngoại trừ trong khoảng thời gian truyền tải dữ liệu.



Hình 3.1: Lưu đồ của trạng thái thứ nhất



Hình 3.2: Hình thành cụm dựa trên sự kiện và thuật toán lựa chọn cụm trưởng

Trong hình 3.2a, nút từ n1 đến n9 xác định sự kiện và chuyển sang trạng thái hoạt động sau đó quảng bá các bản tin REQ_CLUSTER để trao đổi thong tin. Ở hình 2b chúng ta chỉ minh họa nút n2 và n5 quảng bá dữ liệu. 2c: nút n5 trở thành cụm trưởng và quảng bá bản tin về lịch TDMA tới các nút trong mạng. 2d: các thành viên trong cụm lần lượt gửi dữ liệu cảm biến về cụm trưởng theo những khe thời gian sắp xếp trong lịch.

Thuật toán ở đây đảm bảo nút với mức năng lượng còn lại lớn nhất và gần nhất với sự kiện xảy ra được lựa chọn làm cụm trưởng. Thêm nữa chúng ta chỉ sử dụng một loại bản tin để tạo cụm và chọn cụm trưởng. Do đó có thể làm giảm số lượng các bản tin điều khiển gây ra overhead đồng thời giản lượng dữ liệu truyền tải từ các nút tới cụm trưởng (sẽ được mô tả ở pha sau) bởi cụm trưởng là nút ở gần sự kiện và đã thu thập được sẵn nhiều dữ liệu hơn các nút ở xa sự kiện.

3.2. Pha thu thập dữ liệu

Ở pha này chúng ta sử dụng các nút trung gian để chuyển tiếp các gói tin từ cụm trưởng tới trạm gốc. Các nút trung gian này lần lượt phải quyết định hàng xóm nào sẽ nhận gói tin chuyển tiếp. Pha truyền dữ liệu bao gồm ba hoạt động chính:

3.2.1. Thu thập dữ liệu bên trong cụm:

Sử dụng lịch TDMA, mỗi nút cảm biến chuyển các thông tin cảm biến tới cụm trưởng trong khe thời gian truyền dữ liệu đã được định trước. Một cách đơn giản nhất để tiết kiệm năng lượng là tắt bộ thu nhận khi không sử dụng trong quá trình truyền tải. Cụm trưởng bắt buộc phải liên tục nhận dữ liệu từ các nút trong cụm. Một vấn đề cốt lõi ở đây là các nút cảm biến được nhóm lại thành cụm bao quanh sự kiện: việc truyền tải sẽ tiêu tốn mức năng lượng thấp nhất do khoảng cách giữa cụm trưởng và các nút cảm biến là nhỏ.

Một vấn đề khác ở đây là độ ưu tiên của mỗi nút trong lịch TDMA. Như đã đề cập trước đó, mỗi cụm trưởng có thông tin về mô tả dữ liệu trong bản tin của tất cả các nút khác thuộc cụm - I(i). Nhờ đó nó có thể sắp xếp thứ tự và khoảng thời gian cho từng nút truyền tải dữ liệu. Nút có nhiều mô tả dữ liệu sẽ truyền tải trước với nhiều khe thời gian hơn các nút khác. Theo sự sắp xếp này, tất cả các nút sẽ được phân khe thời gian nhất định để cảm biến môi trường và truyền tải dữ liệu cảm biến về cụm trưởng.

3.2.2. Thực hiện thu thập dữ liệu

Năng lượng dùng trong xử lý dữ liệu ít hơn rất nhiều so với năng lượng để truyền tải dữ liệu. Do đó việc thu thập dữ liệu bằng cách xử lý cục bộ là rất quan trọng để tối thiểu hóa năng lượng sử dụng. Để tránh việc truyền tải dữ liệu dư thừa, cụm trưởng thực hiện việc tổng hợp dữ liệu từ dữ liệu thu thập được, và theo đó giảm lượng dữ liệu thô cần gửi tới trạm gốc. Dữ liệu né, cùng với các thông tin được yêu cầu bởi trạm gốc, được truyền tới trạm gốc theo kiểu multi-hop.

3.2.3. Lựa chọn nút chuyển tiếp và hình thành tuyến đường

Trong giao thức này, cụm trưởng sau khi có gói tin sẵn sàng truyền đi sẽ lựa chọn nút chuyển tiếp để gửi tới trạm gốc với tuyến đường multi-hop thay cho việc truyền trực tiếp gói tin như giao thức LEACH.

Đầu tiên, cụm trưởng sẽ quảng bá bản tin REQ_RELAY tới tất cả các nút trong phạm vi kết nối của nó để tìm kiếm nút chuyển tiếp. Mỗi nút nhận bản tin REQ_RELAY sẽ tính toán mức năng lượng còn lại của nó và khoảng cách tới trạm gốc, ghi kết quả vào bản tin ACK_RELAY và gửi lại cho cụm trưởng. Cụm trưởng đợi nhận hết các gói tin ACK_RELAY từ các nút ứng cử làm nút chuyển tiếp và kiểm tra xem nó có thể truyền trực tiếp dữ liệu tới trạm gốc hay không. Nếu không cụm trưởng sẽ thực hiện chức năng Relay_Node để chọn nút chuyển tiếp.Nút chuyển tiếp mong muốn cần thỏa mãn 1 số đặc điểm:

- Nút chuyển tiếp có mức năng lượng còn lại lớn nhất
- Nút chuyển tiếp càng gần trạm gốc càng tốt. Việc này có nghĩa nó có khoảng cách lớn nhất so với cụm trưởng và khoảng cách ngắn nhất tới trạm gốc.
- Tuyến đường multi-hop gần như là đường thẳng giữa cụm trước và trạm gốc

Sau khi nhận bản tin REQ_RELAY từ tất cả các ứng cử viên, cụm trưởng sẽ có được thông tin cần thiết về cấu trúc mạng 1-hop (cấu trúc mạng liền kề). Tiếp theo cụm trưởng sẽ tính toán hàm Relay_Node để lựa chọn nút chuyển tiếp tốt nhất. Hàm được định nghĩa như sau:

$$F_{RN}(j) = E_{Res}(j) \times \frac{d(CH,j)}{d(j,BS)} \times \cos\alpha_j, \forall j \in Y$$

$$Max\, F_{RN}(j) \xrightarrow[set\ as]{\forall j \in Y} Relay\ Node$$

Trong đó:

$E_{Res}(j)$: năng lượng còn lại của nút ứng cử j

d(CH,j) và d(j,BS) : khoảng tới từ cụm trưởng tới j và khoảng cách từ j tới trạm gốc

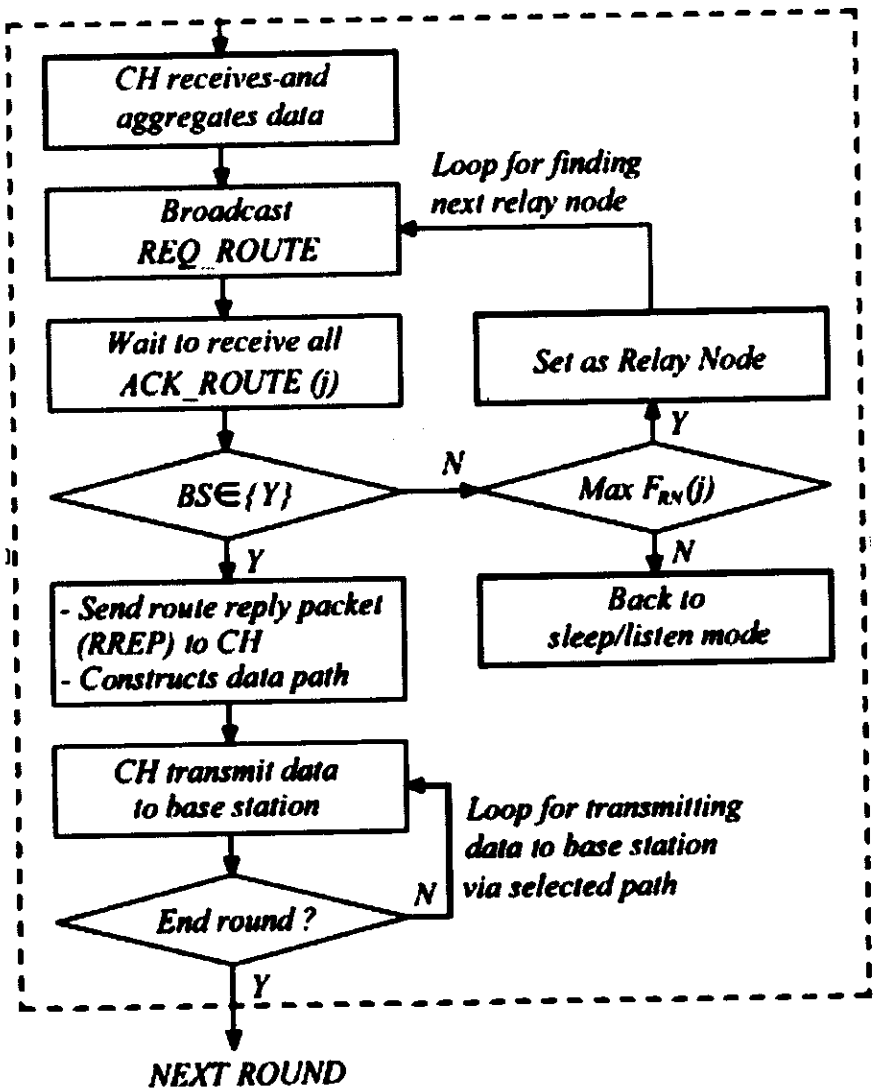
Y: tập các ứng cử viên để lựa chọn nút chuyển tiếp trong phạm vi tín hiệu của cụm trưởng

αj là giá trị góc giới hạn tạo bởi nút j, cụm trưởng và trạm gốc

cos αj có thể tính được thông qua biểu thức:

$$\cos\alpha_j = \frac{d(CH,j)^2 + d(CH,BS)^2 - d(j,BS)^2}{2d(CH,j)d(CH,BS)}$$

Nút đạt giá trị $F_{RN}(j)$ lớn nhất sẽ được lựa chọn làm nút chuyển tiếp. Ở nút tiếp theo, nút chuyển tiếp sẽ hoạt động như cụm trưởng và tìm kiếm nút chuyển tiếp tiếp theo. Quá trình tìm kiếm tuyến đường chuyển tiếp sẽ lặp lại cho tới khi đến được trạm gốc. Cuối cùng, tuyến đường truyền tối ưu sẽ được tạo ra bởi các nút chuyển tiếp giữa cụm trưởng và trạm gốc.



Hình 3.3: Lưu đồ của giao thức ARPEES trong pha thứ hai

Kết Luận

Khái niệm mạng cảm biến, đặc biệt là định tuyến trong mạng cảm biến không dây tương đối lạ lẫm đối với nhiều người làm việc trong lĩnh vực viễn thông. Chuyên đề này em đã trình bày một cách tổng quan nhất về mạng cảm biến và định tuyến trong mạng cảm biến không dây. Với tính năng ưu việt và ứng dụng đa dạng mà không phải mạng nào cũng có, trong tương lai không xa mạng cảm biến không dây sẽ được phát triển rộng rãi và nhanh chóng. Em hy vọng với chuyên đề này, sẽ góp phần vào việc nghiên cứu về lĩnh vực tương đối mới mẻ này ở Việt Nam.

Trong phạm vi chuyên đề này, em đã nghiên cứu được những nét khái quát nhất về mạng cảm biến và định tuyến trong mạng. Do kiến thức còn hạn chế, nên chuyên đề của em không thể tránh khỏi những thiếu sót, em mong nhận được sự phê bình, đóng góp của các thầy trong bộ môn cũng như trong khoa để chuyên đề của em được hoàn thiện.

Tài liệu tham khảo

1. Wireless Sensor Networks, Ian F. Akyildiz Georgia Institute of Technology, USA
2. Wireless Ad Hoc and Sensor Networks Protocols, Performance and Control Editor FRANK L. LEWIS, PH.D.
3. Holger Karl Andreas Willig, Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, 2005.
4. Các kỹ thuật phân nhóm trong các mạng cảm biến - TS. Lê Nhật Thăng, TS. Nguyễn Quý Sỹ
5. Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks - Holger Karl at University of Paderborn, GERMANY, Andreas Willig - Hasso-Plattner-Institute at the University of Potsdam, GERMAN.
6. Protocols, and Aplication – KAZEM SOHRABY, DANIEL MINOLI, TAIEB ZNATI.
7. Energy Efficient Communication Protocolfor Wireless Microsensor Networks- Wendi Rabiner Heinzelman, Anantha Chandrakasan, and Hari Balakrishnan, Massachusetts Instituteof Technology, Cambridge
8. http://www.omnetpp.org/
9. http://dtvt.org
10. http://www.ebook.edu.vn
11. http://www.google.com.vn