

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

-----o0o-----

**NGHIÊN CỨU MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY – WSN VÀ
NHỮNG ĐẶC ĐIỂM LỚP VẬT LÝ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

Sinh viên thực hiện: Đinh Tuấn Hưng
Giáo viên hướng dẫn: PGS.TS.Vương Đạo Vy
Mã số sinh viên: 111365

LỜI CẢM ƠN

Cám ơn các thầy cô giáo trường Đại học Dân lập Hải Phòng, đã dạy dỗ chúng em trong nhiều năm qua. Cám ơn thầy Trần Hữu Nghị đã cho em một mái trường để cho chúng em có cơ hội học được những kiến thức bổ ích để có thể trở thành một công dân có ích cho xã hội. Xin chân thành cám ơn thầy cô bộ môn Tin học đã truyền đạt kiến thức về công nghệ thông tin, một môn học bổ ích, là hành trang vững chắc để em tự tin trong công việc sau này.

Cám ơn thầy PGS.TS.Vương Đọa Vy, trường đại học công nghệ - Đại học quốc gia Hà Nội đã giúp đỡ em trong quá trình viết đồ án cũng như quá trình học tập trên ghế nhà trường. Để em có thể đem kiến thức mình đã học được trên ghế nhà trường áp dụng vào thực tiễn để em có thể nhận thấy mình đã trang bị được những gì còn thiếu những gì trong hành trang của mình.

Cám ơn gia đình và người thân, đã tận tình giúp đỡ, chu cấp tài chính, động viên em trong suốt thời gian học tập tại trường.

Xin cám ơn các bạn bè trong lớp và các bạn trong khoa cũng như sinh viên cả trường đã giúp đỡ tôi trong thời gian học tập cũng như trong thời gian làm thực tập tốt nghiệp.

Hải Phòng, tháng 7 năm 2011.

Sinh viên

Đình Tuấn Hưng

MỤC LỤC

MỤC LỤC	3
DANH MỤC HÌNH VẼ	5
MỞ ĐẦU	6
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG KHÔNG DÂY	7
1.1 Giới thiệu về mạng cảm không dây	7
1.1.1 Các chỉ tiêu của mạng không dây	7
1.1.2 Các yêu cầu của nút mạng:	9
1.1.3 Nền tảng vi cảm ứng	11
1.1.4 Kiến trúc WSN và giao thức Stack	14
1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến WSN	17
1.2.1 Hạn chế về phần cứng	17
1.2.2 Khả năng chịu lỗi	19
1.2.3 Khả năng mở rộng.....	20
1.2.4 Chi phí sản xuất.....	20
1.2.5 Cấu trúc mạng WSN	20
1.2.6 Phương tiện truyền	21
1.2.7 Năng lượng tiêu thụ.....	22
1.3 Ứng dụng của WSN	28
1.3.1 Ứng dụng về quân đội.....	29
1.3.2 Ứng dụng về môi trường.....	29
1.3.3 Ứng dụng về y tế.....	29
1.3.4 Ứng dụng về nhà.....	30
1.3.5 Ứng dụng về công nghiệp	30
CHƯƠNG 2: LỚP VẬT LÝ	31

2.1 Công nghệ tần vật lý	31
2.1.1 RF.....	31
2.1.2 Kỹ thuật khác	32
2.2 Tổng quan truyền thông không dây RF.....	34
2.3 Mã kênh	36
2.4 Cách điều chế.....	39
2.4.1 FSK	40
2.4.2 QPSK	41
2.4.3 Nhị phân và điều chế M-ary	41
2.5 Hiệu ứng kênh Wireless.....	43
2.6 Các tiêu chuẩn của lớp vật lý.....	43
2.6.1 IEEE 802.15.4.....	43
2.6.2 Existing Transceivers.....	45
CHƯƠNG 3: BÀI TẬP ỨNG DỤNG.....	46
3.1 Tổng quan về năng lượng.....	46
3.2 Những nguyên nhân gây lãng phí năng lượng	46
3.3 Các phương pháp tiết kiệm điện năng	46
3.4 Ví dụ minh họa	47
3.5 Kết luận.....	49
KẾT LUẬN.....	50
TÀI LIỆU THAM KHẢO	51

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Nút cảm biến được phân bố trong vùng cảm biến	14
Hình 1.2. Giao thức stack của mạng cảm biến.....	15
Hình 1.3. Sơ đồ thiết kế nút cảm biến.....	18
Hình 1.4. Biểu đồ năng lượng tiêu thụ của nút MicaZ	22
Hình 1.5. Mô hình năng lượng cơ bản	27
Hình 1.6. Ứng dụng của WSN	29
Hình 1.7. Ứng dụng đo lưu lượng nước.....	30
Hình 2.1. Kỹ thuật giao tiếp hồng ngoại	33
Hình 2.2. Tổng quan về khối truyền thông RF	35
Hình 2.3. Nguồn và mã kênh	35
Hình 2.2. Tương quan mô hình và kiến trúc	38
Hình 2.3. Ba đề án điều chế cơ bản.....	39
Hình 2.4. Cơ cấu điều chế trong IEEE 802.15.4.....	40
Hình 2.5. Nguồn của sự biến dạng trong truyền thông không dây	42

MỞ ĐẦU

Ngày nay dưới sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật nói chung và công nghệ thông tin nói riêng thì mạng cảm biến không dây (WSN) ra đời như một tất yếu. Hiện nay, WSN đang được ứng dụng rất nhiều trong đời sống hàng ngày, y tế, kinh doanh, quân đội... Tuy nhiên, mạng cảm biến không dây đang phải đối mặt với rất nhiều thách thức, một trong những thách thức lớn nhất trong mạng cảm biến không dây là nguồn năng lượng bị giới hạn. Sức mạnh của WSN nằm ở chỗ khả năng triển khai một số lượng lớn các thiết bị nhỏ có khả năng tự thiết lập cấu hình của hệ thống.

Một trong những ưu điểm lớn của mạng không dây WSN là chi phí triển khai và lắp đặt được giảm thiểu, dễ dàng lắp đặt vì kích thước nhỏ gọn, dễ sử dụng, khả năng hoạt động chính xác tương đối tốt giá thành rẻ và đa chức năng. Mạng có thể được mở rộng theo ý muốn và mục đích sử dụng của WSN trong từng hoàn cảnh cụ thể mà con người muốn.

Để hiểu WSN về cấu trúc cũng như cách hoạt động một cách đầy đủ và trọn vẹn có thể sẽ mất rất nhiều thời gian. Trong cuốn đề tài này, em xin trình bày một phần nhỏ trong của WSN, đó là “Mạng cảm biến không dây – WSNs, đặc điểm lớp vật lý”. Nội dung cuốn đề tài gồm có: Chương 1 giới thiệu tổng quan mạng cảm biến không dây (WSN), bao gồm giới thiệu toàn diện về WSN (nền tảng cảm biến và các kiến trúc mạng), các ứng dụng hiện có, các thiết kế quan trọng và khó khăn của WSN hiện nay. Chương 2 sẽ đi sâu vào nghiên cứu lớp vật lý của WSNs, bao gồm công nghệ lớp vật lý, đặc điểm truyền thông không dây và các tiêu chuẩn hiện có tại các lớp vật lý WSN. Chương 3 chúng ta sẽ đi làm một bài tập nhỏ để khảo sát năng lượng của nút mạng.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG KHÔNG DÂY

1.1 Giới thiệu về mạng cảm không dây

Với sự phát triển của công nghệ chế tạo linh kiện điện tử, đặc biệt là công nghệ bán dẫn, các vi điện tử ngày nay có mật độ tích hợp cao, khả năng xử lý mạnh, kích thước nhỏ, tiêu hao ít năng lượng, giá thành ngày càng hạ. Khi được cài đặt các phần mềm nhúng, các vi điều khiển này sẽ có khả năng hoạt động độc lập ở các môi trường có vị trí địa lý khác nhau. Nếu kết hợp các vi điều khiển này với các bộ phát sóng vô tuyến và các cảm biến thì chúng có thể trở thành các nút mạng trong mạng cảm nhận không dây (Wireless Sensor Network - WSN). WSN có thể được tạo ra bằng cách tập hợp nhiều nút như vậy. WSNs bao gồm các nút cảm biến rất nhỏ, hoạt động như một máy phát điện và chuyển tiếp dữ liệu giữa hai mạng. Mỗi nút bao gồm các bộ cảm biến, một bộ xử lý, bộ thu phát. Thông qua hàng loạt các cảm biến có sẵn để tích hợp chặt chẽ, nắm bắt dữ liệu từ một hiện tượng vật lý. Thông qua bộ vi xử lý bảng, các nút cảm biến có thể được lập trình để hoàn thành nhiệm vụ phức tạp hơn là truyền tải những gì chúng quan sát. Thu phát này cung cấp kết nối không dây để giao tiếp quan sát các hiện tượng quan tâm. Các nút cảm biến thường cố định và được trang bị pin có dung lượng hạn chế. Tại mỗi nút mạng chúng có thể hoạt động độc lập để tiến hành đo các thông số khác nhau của môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, ánh sáng... và đặc biệt trong nhiều trường hợp thậm chí còn hạn chế được sự nguy hiểm cho con người trong những môi trường làm việc khắc nghiệt (nút mạng có thể thay thế cho sự làm việc trực tiếp của con người trong những môi trường có độc tính hay nhiệt độ cao, áp suất cao...).

Mạng cảm nhận không dây ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu thu thập thông tin về môi trường tại 1 tập hợp các điểm xác định trong 1 khoảng thời gian nhất định nhằm phát hiện các xu hướng hoặc quy luật vận động của môi trường. Bài toán này được đặc trưng bởi 1 số lớn các nút mạng, thường cung cấp thông tin môi trường và gửi về 1 hoặc 1 tập trạm gốc có kết nối trung tâm xử lý (thường là hệ thống máy tính) để phân tích, xử lý đưa ra các phương án phù hợp hoặc cảnh báo đơn giản như là lưu số liệu.

1.1.1 Các chỉ tiêu của mạng không dây

Các chỉ tiêu chủ yếu của mạng không dây là: thời gian sống, độ bao phủ, chi phí và dễ triển khai, thời gian đáp ứng, độ chính xác về thời gian, bảo mật, và tốc độ lấy mẫu hiệu quả.

1.1.1.1 Thời gian sống

Trong các ứng dụng, các nút mạng được đặt bên ngoài môi trường không có người giám sát. Yếu tố chủ yếu giới hạn thời gian sống của nút mạng cảm nhận là năng lượng cung cấp. Mỗi nút cần được thiết kế cơ chế quản lý năng lượng nội bộ để tối đa thời gian sống của mạng. Đặc biệt trong mạng an ninh thì thời gian sống của nút mạng phải là dài, 1 nút bị lỗi sẽ làm ảnh hưởng đến hệ thống an ninh. Yếu tố quyết định thời gian sống là năng lượng tiêu thụ. Một nút cảm nhận không dây khi phát hay nhận tín hiệu thì sẽ tiêu thụ năng lượng lớn.

1.1.1.2 Độ bao phủ

Độ bao phủ có thuận lợi là khả năng triển khai 1 mạng trên 1 vùng rộng lớn. Điều này làm tăng giá trị cho người dùng cuối. Điều quan trọng là độ bao phủ của mạng không tương đương với khoảng cách kết nối không dây được sử dụng. Kỹ thuật truyền multi-hop có thể mở rộng độ bao phủ của mạng. Tuy nhiên, trong 1 khoảng truyền xác định giao thức mạng multi-hop làm tăng năng lượng tiêu thụ của các nút và sẽ làm giảm thời gian sống của mạng, làm tăng chi phí triển khai.

1.1.1.3 Chi phí và dễ triển khai

Ưu điểm lớn nhất của mạng không dây là dễ triển khai. Người dùng không cần hiểu về mạng và cơ chế truyền thông khi làm việc với WSN. Để triển khai thành công WSN cần tự cấu hình, các nút được đặt vào môi trường có thể hoạt động được ngay. Trong suốt thời gian sống, có thể có sự thay đổi vị trí gây nhiễu tới truyền thông giữa hai nút. Mạng cần có khả năng tự cấu hình để khắc phục.

1.1.1.4 Thời gian đáp ứng

Thời gian đáp ứng là 1 yếu tố để đánh giá hệ thống. Một cảnh báo sẽ được tạo ra ngay lập tức khi có một sự sai phạm. Dù hoạt động năng lượng thấp, các nút cần có khả năng truyền tức thời các thông điệp càng nhanh càng tốt. Thời gian đáp ứng có thể có thể cải thiện bằng cách cấp nguồn cho 1 số nút trong toàn bộ thời gian. Những nút này có thể nghe các thông điệp cảnh báo và chuyển tiếp chúng theo đường khi cần.

1.1.1.5 Độ chính xác về thời gian

Tính chính xác cơ chế của tương quan phụ thuộc vào tốc độ lan truyền của hiện tượng được đo. Để đạt được độ chính xác theo thời gian 1 mạng cần xây dựng và duy trì một thời gian cơ sở toàn cục có thể được sử dụng để sắp xếp các mẫu và sự kiện theo thời gian.

1.1.1.6 Bảo mật

Các thông tin về nhiệt độ đối với ứng dụng giám sát môi trường dường như vô hại nhưng việc giữ bí mật thông tin là rất quan trọng. Trong các ứng dụng về an ninh bảo mật dữ liệu trở nên rất quan trọng. Không chỉ duy trì tính bảo mật, nó còn phải có khả năng xác thực dữ liệu truyền. Sự kết hợp giữa tính bảo mật và tính xác thực là rất cần thiết. Cùng với đó là việc mã hóa và giải mã sẽ làm tăng chi phí về năng lượng và băng thông. Dữ liệu mã hóa và giải mã cần được truyền trên cùng một gói tin. Điều đó ảnh hưởng đến hiệu suất ứng dụng do giảm số lượng dữ liệu lấy từ mạng và thời gian sống mong đợi.

1.1.1.7 Tốc độ lấy mẫu hiệu quả

Trong một mạng thu thập dữ liệu, tốc độ thu thập dữ liệu hiệu quả là tham số đánh giá hiệu suất của hệ thống. Thông thường thu thập dữ liệu chỉ có tốc độ lấy mẫu là 1-2 mẫu trong một phút. Trong một cây thu thập dữ liệu, một nút cần điều khiển dữ liệu tất cả các con cháu. Tốc độ và kích thước mạng cũng ảnh hưởng đến tốc độ lấy mẫu hiệu quả.

1.1.2 Các yêu cầu của nút mạng:

Các yêu cầu chủ yếu của nút mạng như là: Năng lượng, tính mềm dẻo, sức mạnh, bảo mật, truyền thông, tính toán, đồng bộ thời gian, kích thước và chi phí.

1.1.2.1 Năng lượng

Để đạt được yêu cầu duy trì năng lượng hoạt động trong một thời gian dài thì các nút mạng phải tiêu thụ năng lượng rất thấp. Việc tiêu thụ năng lượng thấp chỉ có thể đạt được bằng cách kết hợp các thành phần phần cứng năng lượng thấp và chu trình hoạt động ngắn. Trong thời gian hoạt động truyền thông radio sẽ tiêu thụ một năng lượng đáng kể trong tổng mức năng lượng tiêu thụ của nút mạng. Các thuật toán và giao thức phải được phát triển để giảm hoạt động truyền radio bằng cách sử dụng sự tính toán cục bộ để giảm luồng dữ liệu nhận được từ cảm biến.

1.1.2.2 Tính mềm dẻo

Các nút mạng phải có khả năng thích nghi cao để thích hợp với các ngữ cảnh khác nhau. Mỗi ứng dụng sẽ yêu cầu về thời gian sống, tốc độ lấy mẫu, thời gian đáp ứng, và xử lý nội mạng khác nhau. Một kiến trúc WSN cần phải mềm dẻo để cung cấp một dải rộng các ứng dụng. Kiến trúc cần đơn giản để kết hợp giữa phần cứng và phần mềm. Vì vậy, những thiết bị này đòi hỏi một mức độ cao về tính modul của phần cứng và phần mềm nhưng vẫn giữ được tính hiệu quả.

1.1.2.3 Sức mạnh

Để hỗ trợ cho các yêu cầu về thời gian sống, mỗi nút càng mạnh càng tốt. Để đạt được điều này thì hệ thống cần phải xây dựng để vẫn có thể hoạt động khi một nút bị lỗi (modul hóa hệ thống). Để tăng sức mạnh của hệ thống khi nút bị lỗi, một WSN cũng cần phải có khả năng đối phó với nhiễu ngoài. Các mạng thường cùng tồn tại với các hệ thống không dây khác, chúng cần có khả năng để thích nghi với các hoạt động khác nhau. Nó cũng phải có khả năng hoạt động trong môi trường đã có các thiết bị không dây khác hoạt động một hay với nhiều tần số. Khả năng tránh tắc nghẽn tần số là điều cốt yếu để đảm bảo một sự triển khai thành công.

1.1.2.4 Bảo mật

Các nút riêng lẻ cần có khả năng thực hiện mã hóa phức tạp và thuật toán xác thực. Truyền dữ liệu không dây rất dễ bị chặn. Chỉ có một cách bảo mật dữ liệu là mã hóa toàn bộ dữ liệu truyền qua đó mà các nút phải tự bảo mật dữ liệu của chúng. Nếu những khóa này bị lộ thì tính bảo mật của mạng cũng sẽ mất. Để có được tính bảo mật tốt, cần phải rất khó để lấy khóa mã từ một nút.

1.1.2.5 Truyền thông

Một chỉ tiêu để đánh giá cho bất kỳ một WSN là tốc độ truyền, năng lượng tiêu thụ và khoảng cách. Trong đó khoảng cách truyền có một ảnh hưởng quan trọng tới mật độ tối thiểu cần đạt được. Nếu khoảng cách giữa các nút là khá xa thì không thể tạo được kết nối mạng liên kết. Nếu khoảng cách truyền radio thỏa mãn một mật độ nút cao, các nút thêm vào sẽ làm tăng mật độ hệ thống tới một mức độ nào đó cho phép. Tốc độ truyền cũng ảnh hưởng đến hiệu suất của nút mạng. Tốc độ truyền cao hơn làm cho khả năng lấy mẫu hiệu quả hơn và năng lượng tiêu thụ của mạng ít hơn. Khi tốc độ tăng việc truyền mất ít thời gian hơn và do đó đòi hỏi ít năng lượng hơn.

1.1.2.6 Tính toán

Việc tính toán chủ yếu tập trung vào việc xử lý dữ liệu nội mạng và quản lý các giao thức truyền thông không dây mức thấp. Khi dữ liệu tới trên mạng, CPU cần điều khiển đồng thời radio và ghi lại/giải mã dữ liệu tới. Tốc độ truyền đòi hỏi tính toán nhanh hơn. Để tăng khả năng xử lý cục bộ, các nút liền kề có thể kết hợp dữ liệu với nhau trước khi truyền đi trên mạng. Các kết quả từ nhiều nút mạng có thể được tổng hợp lại với nhau. Ngoài ra, ứng dụng xử lý dữ liệu có thể tiêu thụ một năng lượng tính toán phụ thuộc vào các phép toán được thực hiện.

1.1.2.7 Đồng bộ thời gian

Để hỗ trợ sự tương quan thời gian đọc cảm biến và chu trình hoạt động ngắn của ứng dụng thu thập thông tin, các nút cần duy trì đồng bộ thời gian chính xác với các nút khác trong mạng. Các lỗi trong cơ chế tính toán sẽ tạo nên sự không hiệu quả dẫn đến làm tăng chu trình làm việc và làm giảm tuổi thọ của hệ thống mạng.

1.1.2.8 Kích thước và chi phí

Kích thước vật lý và giá thành của mỗi nút riêng biệt có ảnh hưởng đến sự dễ dàng và chi phí khi triển khai. Việc giảm giá thành trên mỗi nút làm cho khả năng mua thêm thêm nhiều nút tăng lên, triển khai một mạng thu thập với mật độ cao hơn, và thu thập được nhiều dữ liệu hơn. Kích thước vật lý cũng ảnh hưởng đến sự dễ dàng khi triển khai. Các nút nhỏ hơn cũng sẽ được đặt nhiều vị trí hơn và được sử dụng nhiều tình huống hơn.

1.1.3 Nền tảng vi cảm ứng

WSNs bao gồm các hệ thống nhúng riêng có khả năng tương tác với môi trường của mình thông qua các cảm biến khác nhau, xử lý thông tin và giao tiếp vô tuyến thông tin này với các nút liên kề. Một nút cảm biến thường bao gồm ba thành phần chính:

- *Một mote (vi cảm biến)*: Là những thành phần chính của các mạng cảm biến có khả năng giao tiếp. Một mote thường bao gồm một vi điều khiển, bộ thu phát, nguồn điện, đơn vị bộ nhớ, và có thể chứa một vài cảm biến. Một loạt các nền tảng đã được phát triển trong những năm gần đây bao gồm cả Mica2, Cricket, MicaZ, Iris, Telos, Sunspot và Imote2.
- *Bảng mạch cảm biến*: Được gắn trên vật rất nhỏ và được nhúng với nhiều loại cảm biến. Bảng cảm biến được sử dụng để kết nối các cảm biến với nhau. Ngoài ra, các cảm biến có thể được tích hợp vào các mạng không dây module như trong Telos hay hệ Sunprot.
- *Một bảng chương trình*: Còn được gọi là bảng cổng, cung cấp nhiều giao diện bao gồm cả Ethernet, Wi-Fi, USB, hoặc cổng nối tiếp để kết nối các tạp chất khác nhau để một mạng lưới doanh nghiệp, công nghiệp, địa phương với một máy PC / máy tính xách tay. Một số ví dụ của bảng chương trình bao gồm các MIB510, MIB520 và MIB600. Đặc biệt nền tảng cần phải được kết nối với một bảng lập trình để tải các ứng dụng vào bộ nhớ lập trình được.

Loại cảm biến đặc biệt khác nhau thì được áp dụng vào ứng dụng khác nhau.

1.1.3.1 Nền tảng cấp thấp

Những thiết bị thấp bị hạn chế về xử lý, bộ nhớ, và truyền thông và thường được triển khai với số lượng lớn trong một WSN để hoàn thành nhiệm vụ cảm biến cũng như cung cấp một cơ sở hạ tầng kết nối. Các hệ điều hành sau đây đã được sử dụng chủ yếu trong việc phát triển giao thức truyền thông mới đây:

Mica family: Nút Mica bao gồm Mica, Mica2, MicaZ, IRIS hạch. Mỗi nút được trang bị với 8-bit Atmel AVR vi điều khiển với tốc độ 4-16MHz và 128-256 kB của lập trình flash. Các nút Mica bao gồm 916 hoặc 433MHz thu phát ở 40 kbps, trong khi các nền tảng Mica2 được trang bị 433/868/916MHz thu phát ở 40 kbps. Mặt khác, các MicaZ và IRIS các nút đều được trang bị với chuẩn IEEE 802.15.4, nó hoạt động ở tốc độ 2.4GHz với 250 kbps dữ liệu. Mỗi hệ điều hành có bộ nhớ hạn chế về RAM (4-8 kB) và bộ nhớ dữ liệu (512 kB), mỗi phiên bản được trang bị một kết nối 51-pin để kết nối bảng cảm biến bổ sung và bảng lập trình.

Telos / Tmote: Trong khi thu phát, Telos / Tmote có RAM lớn từ một vi điều khiển MSP430 8MHz TI với 10 kB RAM được sử dụng. Hơn nữa, Telos / Tmote được tích hợp với một số cảm biến bao gồm cả ánh sáng, hồng ngoại, độ ẩm, và nhiệt độ cũng như kết nối USB, mà loại bỏ sự cần thiết phải bổ sung hoặc bảng cảm biến lập trình.

EYES: Một vi điều khiển 16 bit với 60 kB bộ nhớ chương trình và bộ nhớ dữ liệu 2Kb được sử dụng trong EYES. Các hệ EYES bao gồm các máy thu phát TR1001, hỗ trợ tốc độ truyền lên đến 115,2 kbps với mức tiêu thụ điện của 14.4mW trong quá trình tiếp nhận, 16.0mW trong quá trình truyền tải, và 15.0 μ W trong chế độ ngủ. Hệ này còn bao gồm một giao diện RS232 nối tiếp cho lập trình.

Những thiết bị thấp được sử dụng để cảm nhận công việc tại WSNs cung cấp một cơ sở hạ tầng kết nối thông qua mạng đa-hop. Vì vậy mà chúng được sử dụng với số lượng lớn trong việc triển khai các WSNs và thường sử dụng trong công nghiệp, khoa học, và y tế (ISM) băng tần.

1.1.3.2 Nền tảng cao cấp

Các nhiệm vụ cấp cao như quản lý mạng lưới yêu cầu cao hơn sức mạnh xử lý và bộ nhớ lớn hơn. Trong các mạng, nơi xử lý hoặc trung tâm lưu trữ được tích hợp với các nút cảm biến, các nút công suất cao hơn là bắt buộc. Để giải quyết các yêu cầu này, hệ cao cấp đã được phát triển cho WSNs.

Stargate: Stargate xử lý hiệu suất cao hệ thiết kế cho các cảm biến, xử lý tín hiệu, kiểm soát và quản lý mạng cảm biến và dựa trên Intel Xscale PXA-255 bộ xử lý 400MHz RISC, đó là bộ xử lý tương tự được tìm thấy trong các máy tính cầm tay bao gồm Compaq IPAQ và Axim của Dell. Stargate có thể làm việc như là một gateway không dây và các trung tâm tính toán cho các thuật toán xử lý trong mạng. Stargate NetBridge được phát triển dựa trên bộ vi xử lý Intel XScale IXP420 chạy ở 266MHz. Nó tính năng một Ethernet có dây và hai cổng USB 2.0 và được trang bị chương trình flash 8MB, 32MB bộ nhớ RAM, và một USB 2GB 2.0.

Imote và Imote2: Intel đã phát triển hai thế hệ cảm biến không dây được gọi là Imote và Imote2 với hiệu suất cao. Imote được xây dựng xung quanh một vi điều khiển không dây tích hợp bao gồm một bit-8 12MHz ARM7 xử lý, Bluetooth, 64 kB RAM và bộ nhớ flash 32 kB, cũng như I/O tùy chọn.

Còn Imote2, được xây dựng xung quanh một điện mới 32-bit PXA271 XScale bộ vi xử lý tại 320/416/520MHz. Nó có bộ nhớ RAM trên bo mạch lớn và bộ nhớ flash (32MB), hỗ trợ thêm cho các vô tuyến khác, và một loạt các tốc độ cao để kết nối các cảm biến kỹ thuật số hoặc máy ảnh. Nó có thể chạy hệ điều hành Linux và các ứng dụng Java.

1.1.3.3 Nỗ lực chuẩn hóa

Tính không đồng nhất trong các nền tảng cảm biến cũng tương thích cho việc thực hiện các ứng dụng. Do đó, tiêu chuẩn hóa các khía cạnh nhất định của truyền thông là cần thiết. Tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 được hình thành cho các đặc điểm kỹ thuật của tốc độ thấp, dữ liệu không dây công nghệ thu phát với thời lượng pin dài và phức tạp thấp. Ba băng tần khác nhau đã được chọn cho truyền thông đó là: 2.4GHz (toàn cầu), 915MHz (Mỹ), và 868MHz (Châu Âu).

Chuẩn đầu tiên của IEEE 802.15.4 và một số chuẩn có hệ thống đã được hình thành để gia tăng sự phát triển mạng lưới năng lượng thấp ở các khu vực khác nhau. Các tiêu chuẩn như Bluetooth và WLAN không thích hợp cho các ứng dụng cảm biến năng lượng thấp. Mặt khác, những nỗ lực tiêu chuẩn hóa như ZigBee, WirelessHART, WINA, và SP100.11a đáp ứng nhu cầu kiểm soát không dây và các ứng dụng theo dõi. Ngoài ra, những nỗ lực tiêu chuẩn hóa như 6LoWPAN đang tập trung vào việc cung cấp khả năng tương thích giữa WSNs và Internet.

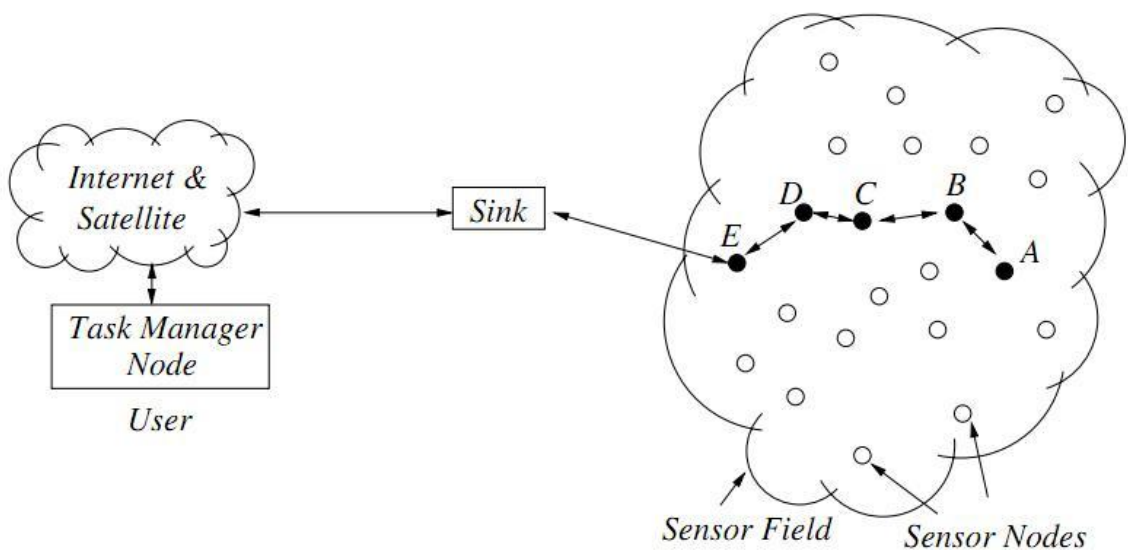
1.1.3.4 Software

Ngoài các nền tảng phần cứng và các tiêu chuẩn, một số nền tảng phần mềm cũng đã được phát triển đặc biệt cho WSNs. Trong số này TinyOS là một điều hành mã nguồn mở hệ thống được thiết kế cho các mạng cảm biến không dây nhúng. Thư viện thành phần của nó bao gồm các giao thức mạng, dịch vụ phân phối, điều khiển cảm biến, và các công cụ thu thập dữ liệu, mà có thể được tiếp tục sửa đổi hoặc cải thiện dựa trên các yêu cầu ứng dụng cụ thể. Ngoài ra còn một số phần mềm khác như: TOSSIM, LiteOS, Contiki...

1.1.4 Kiến trúc WSN và giao thức Stack

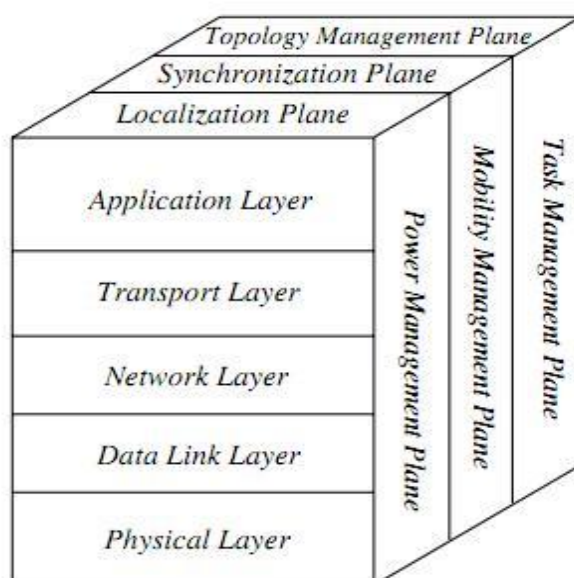
Mỗi nút cảm biến phân tán có khả năng thu thập dữ liệu và người dùng cuối. Các sink có thể giao tiếp với công việc quản lý / người sử dụng cuối thông qua Internet hoặc vệ tinh hoặc bất kỳ loại mạng không dây (như WiFi, mạng mắt lưới, hệ thống di động, WiMAX, vv), hoặc nơi có thể chìm kết nối trực tiếp đến người dùng. Các nút cảm biến có chức năng kép được khởi tạo cả dữ liệu và dữ liệu định tuyến. Do đó, giao tiếp được thực hiện vì hai lý do:

- Chức năng nguồn: Nguồn nút có thông tin sự kiện thực hiện chức năng giao tiếp để truyền tải gói dữ liệu.
- Chức năng bộ định tuyến: Bộ cảm biến cũng tham gia vào các nút chuyển tiếp các gói tin nhận được từ các nút khác đến địa điểm tiếp theo trong đường dẫn đa-hop.



Hình 1.1. Nút cảm biến được phân bố trong vùng cảm biến

Giao thức ngăn xếp được sử dụng bởi các nút cảm biến chìm, giao thức ngăn xếp này kết hợp sức mạnh và nâng cao nhận thức định tuyến, tích hợp dữ liệu với các giao thức mạng, sức mạnh truyền thông hiệu quả thông qua các phương tiện không dây, và thúc đẩy nỗ lực của các nút cảm biến. Các giao thức ngăn xếp gồm các lớp vật lý, lớp liên kết dữ liệu, lớp mạng, vận chuyển lớp, lớp ứng dụng.



Hình 1.2. Giao thức stack của mạng cảm biến

1.1.4.1 Lớp vật lý

Các lớp vật lý có trách nhiệm lựa chọn tần số, thể hệ tần số sóng mang, phát hiện tín hiệu, điều chế, và mã hóa dữ liệu.

1.1.4.2 Lớp liên kết dữ liệu

Lớp liên kết dữ liệu chịu trách nhiệm ghép các dòng dữ liệu, khung dữ liệu phát hiện, và cách thức truy cập và kiểm soát lỗi. Nó đảm bảo đáng tin cậy kết nối điểm-điểm và đa điểm trong một mạng lưới giao thông.

MAC

Giao thức MAC trong một không dây đa-hop tổ chức mạng lưới cảm biến phải đạt được hai mục tiêu. Mục tiêu đầu tiên là sự sáng tạo của các cơ sở hạ tầng mạng. Từ hàng ngàn các nút cảm biến, các chương trình MAC phải thành lập các liên kết giao tiếp để truyền dữ liệu. Mục tiêu thứ hai là công bằng và hiệu quả tài nguyên giao tiếp chia sẻ giữa các nút cảm biến. Những tài nguyên này bao gồm thời gian, năng lượng và tần số. Một giao thức MAC chắc chắn phải hỗ trợ các hoạt

động của các chế độ tiết kiệm năng lượng cho các nút cảm biến. Phương pháp tiết kiệm năng lượng này có thể cản trở việc kết nối của mạng. Sau khi thu phát nút cảm biến không thể nhận được bất kỳ gói dữ liệu từ các nút liền kề, về cơ bản trở thành ngắt kết nối mạng.

Error Control

Chức năng quan trọng khác của lớp liên kết dữ liệu là kiểm soát lỗi trong việc truyền dữ liệu. Hai phương thức quan trọng của kiểm soát lỗi trong các mạng truyền thông là chuyển tiếp sửa lỗi (FEC) và tự động lặp lại yêu cầu (ARQ).

1.1.4.3 Lớp mạng

Các nút cảm biến nằm rải rác tập trung đông trong một lĩnh vực hoặc trong các hiện tượng. Các thông tin thu thập được liên quan đến các hiện tượng cần được truyền tới các sink, có thể được đặt cách xa trường cảm biến. Tuy nhiên, phạm vi giao tiếp hạn chế của các nút cảm biến ngăn chặn giao tiếp trực tiếp giữa các nút cảm ứng và nút sink. Điều này đòi hỏi hiệu quả hop-đa giao thức định tuyến không dây giữa các nút cảm ứng và nút sink. Các lớp mạng của các mạng cảm biến thường được thiết kế theo nguyên tắc sau đây:

- Hiệu suất điện năng luôn luôn là một yếu tố quan trọng.
- Bộ cảm biến này chủ yếu là các mạng lưới trung tâm dữ liệu.
- Chuyển tiếp các nút có thể kết hợp các dữ liệu từ nhiều nút liền kề.

1.1.4.4 Lớp vận chuyển

Lớp vận chuyển đặc biệt cần thiết khi mạng được truy cập thông qua Internet hoặc mạng lưới bên ngoài khác. Đối với giao tiếp bên trong một WSN, giao thức lớp vận chuyển được yêu cầu cho hai chức năng chính: độ tin cậy và điều khiển tắc nghẽn. Vì các nút cảm biến có giới hạn về lưu trữ, và năng lượng tiêu thụ, giao thức vận chuyển nhằm mục đích khai thác các khả năng hợp tác của các nút cảm biến và thay đổi các thông tin.

1.1.4.5 Lớp ứng dụng

Các lớp ứng dụng bao gồm các chức năng quản lý. Ngoài các mã ứng dụng cụ thể cho mỗi ứng dụng, xử lý truy vấn và chức năng quản lý mạng cũng cư trú ở lớp này. Việc triển khai quy mô lớn của các ứng dụng WSN cho thấy các kênh truyền vô tuyến có ảnh hưởng lớn đến các giao thức lớp cao hơn. Hơn nữa, những

hạn chế tài nguyên và tính chất của ứng dụng cụ thể của mô hình WSN dẫn đến giải pháp tích hợp chặt chẽ các giao thức lớp stack.

Sự linh hoạt, chịu lỗi, cảm biến độ trung thực cao, chi phí thấp, và đặc điểm triển khai nhanh chóng của các mạng cảm biến tạo ra nhiều lĩnh vực ứng dụng mới. Thực hiện các mạng cảm biến cần phải đáp ứng các ràng buộc được giới thiệu bởi các yếu tố như khả năng chịu lỗi, khả năng mở rộng, chi phí, phân cứng, thay đổi cấu trúc liên kết, môi trường và tiêu thụ điện năng.

1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến WSN

WSNs được hình thành bởi các kết nối chặt chẽ giữa phần cứng và phần mềm của các mạng không dây. Do đó, một số các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể thiết kế của WSNs như: những hạn chế phần cứng, khả năng mở rộng, khả năng chịu lỗi, chi phí sản xuất, cấu trúc liên kết bộ cảm biến mạng, truyền thông và tiêu thụ điện năng.

1.2.1 Hạn chế về phần cứng

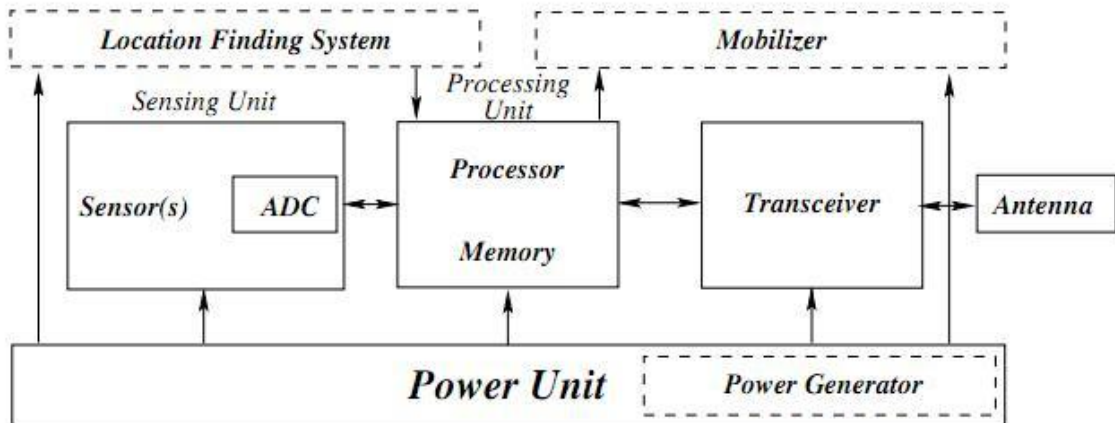
Một thiết bị cảm biến không dây thường bao gồm bốn thành phần cơ bản: đơn vị cảm biến, đơn vị xử lý, đơn vị thu phát và đơn vị năng lượng.

Đơn vị cảm biến: Các đơn vị cảm biến là thành phần chính của một nút cảm biến không dây, sẽ phân biệt ở mỗi hệ thống nhúng khác nhau với khả năng giao tiếp. Các đơn vị cảm biến có thể bao gồm nhiều cảm biến, cung cấp khả năng thu thập thông tin từ thế giới vật lý. Mỗi đơn vị cảm biến có trách nhiệm thu thập thông tin của một loại nhất định, chẳng hạn như nhiệt độ, độ ẩm hay ánh sáng. Đơn vị cảm biến thường bao gồm hai đơn vị nhỏ hơn: một cảm biến và một analog to-digital converter (ADC). Các tín hiệu tương tự được tạo ra bởi các cảm biến dựa trên các quan sát hiện tượng được chuyển đổi thành tín hiệu số nhờ ADC, và sau đó được đưa vào các đơn vị xử lý.

Đơn vị xử lý: Các đơn vị xử lý là bộ điều khiển chính của nút cảm biến không dây, thông qua nó mà mỗi thành phần được quản lý. Các đơn vị xử lý có thể bao gồm: một bộ nhớ hoặc có thể được liên kết với một đơn vị lưu trữ nhỏ tích hợp vào các bảng nhúng. Các đơn vị xử lý cho phép các nút cảm biến hoạt động, chạy các thuật toán liên quan, phối hợp với các nút khác thông qua mạng truyền thông không dây.

Đơn vị thu phát: Truyền thông giữa hai nút cảm biến không dây được thực hiện bởi đơn vị thu phát. Một đơn vị thu phát thực hiện các thủ tục cần thiết để

chuyển đổi các bit được truyền vào tần số vô tuyến (RF) sóng và phục hồi chúng ở đầu kia. Về cơ bản, các WSN được kết nối vào mạng thông qua đơn vị này.



Hình 1.3. Sơ đồ thiết kế nút cảm biến

Đơn vị năng lượng: Một trong những thành phần quan trọng nhất của một nút cảm biến không dây là đơn vị năng lượng. Thông thường, năng lượng pin được sử dụng, nhưng cũng có thể dùng các nguồn năng lượng khác. Mỗi thành phần trong các nút cảm biến không dây được hỗ trợ thông qua các đơn vị năng lượng và vì năng lượng hạn chế của nó nên yêu cầu các thành phần hoạt động tiết kiệm.

Hệ thống định vị vị trí: Một nút cảm biến được trang bị một hệ thống định vị vị trí. Hệ thống này có thể bao gồm một module GPS cho một nút cảm biến cao cấp hoặc có thể là một module phần mềm thực hiện các thuật toán.

Mobilizer: Một Mobilizer có thể có khả năng di chuyển các nút cảm biến nếu như nút cảm biến thực hiện các nhiệm vụ được giao. Mobilizer cũng có thể hoạt động trong sự tương tác chặt chẽ với các đơn vị biến và bộ vi xử lý để kiểm soát các chuyển động của các nút cảm biến.

Công suất máy phát điện: Trong khi năng lượng pin là chủ yếu được sử dụng trong các nút cảm biến, bổ sung một máy phát điện có thể được sử dụng cho các ứng dụng trong thời gian lâu dài là điều cần thiết.

Một số hạn chế cho các nút cảm biến như: độ phức tạp, kích thước, tiêu thụ năng lượng ít, hoạt động ở mật độ cao, chi phí sản xuất thấp, hoạt động không cần giám sát và có thể được thích nghi với môi trường. Các mối quan tâm chính cho sự hoạt động của WSNs là tiêu thụ năng lượng. Đối với hầu hết các ứng dụng, WSN là không thể tiếp cận hoặc không khả thi để thay thế pin của các nút cảm biến. Với pin

hạn chế điện, đó là thời gian tối đa mà mạng lưới hoạt động (hạn chế). Vì vậy, năng lượng hiệu quả hoạt động là yếu tố quan trọng nhất trong thiết kế WSNs.

Trong số các thành phần mô tả ở trên, các đơn vị thu phát là phần quan trọng nhất của nút cảm biến bởi vì nó tiêu thụ năng lượng nhiều nhất và cung cấp kết nối với phần còn lại của mạng. Ngoài việc thu phát, các nút cảm biến cũng còn hạn chế về xử lý và bộ nhớ. Sức mạnh xử lý của các nút cảm biến hiện nay là thấp hơn đáng kể hơn so với nhiều hệ thống nhúng khác vì những hạn chế chi phí và kích thước. Các giá trị này vẫn còn lớn hơn khả năng nhúng các thiết bị như PDA hay điện thoại di động. Do đó, phần mềm thiết kế cho WSNs nên có dung lượng nhẹ và các yêu cầu tính toán.

WSNs tương tác chặt chẽ với môi trường để thu thập dữ liệu về các hiện tượng vật lý khác nhau. Vì các nút cảm biến thường được triển khai một cách ngẫu nhiên và chạy tự động, cần một hệ thống định vị địa điểm. Thông tin vị trí có thể dễ dàng được cung cấp bởi GPS, cung cấp độ chính xác lên tới 10m thông qua các đơn vị GPS. Tuy nhiên, chi phí của các đơn vị này là cao hơn đáng kể so với một nút cảm biến thông thường.

1.2.2 Khả năng chịu lỗi

Các hạn chế phần cứng làm các nút cảm biến thường xuyên lỗi hoặc bị block trong một khoảng thời gian nhất định. Những lỗi có thể xảy ra do thiếu điện, thiệt hại vật chất, sự tác động của môi trường, hoặc vấn đề phần mềm. Kết quả của lỗi nút là ngắt kết nối trong mạng. Hiện nay WSN đã phát triển thì lỗi của một nút duy nhất không làm ảnh hưởng đến hoạt động tổng thể của mạng. Cụ thể hơn, lỗi chấp nhận được là khả năng duy trì chức năng mạng cảm biến mà không bị gián đoạn do bất kỳ lỗi của một nút cảm biến. Ngoài các vấn đề trên, môi trường triển khai cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt động của nút cảm biến. Kết quả các nút triển khai trong môi trường trong nhà có tỉ lệ lỗi ít hơn các nút triển khai ngoài trời.

Các giao thức và các thuật toán được thiết kế cho WSNs nhằm mục đích giải quyết những lỗi thường gặp của các nút cảm biến để phòng chống lỗi. Các khả năng chịu lỗi của một mạng có thể được cải thiện bằng cách tạo nhiều nút trong phạm vi phát sóng của một nút. Kết quả là, nếu một nút cảm biến không thành công, các nút khác trong cùng phạm vi vẫn phát sóng để kết nối với mạng một cách bình thường.

1.2.3 Khả năng mở rộng

Việc triển khai các nút cảm biến với mật độ cao trong WSN cũng tạo ra thách thức về khả năng mở rộng mạng. Số lượng các nút cảm biến được triển khai có thể đến hàng trăm hoặc hàng ngàn. Do đó, các giao thức mạng được phát triển cho các mạng này sẽ phải xử lý các số lượng lớn các nút sao cho hiệu quả. Mật độ nút phụ thuộc vào ứng dụng mà các nút cảm biến được triển khai.

1.2.4 Chi phí sản xuất

Các mạng cảm biến bao gồm một số lượng lớn các nút cảm biến, nên chi phí của một nút là rất quan trọng để tính tổng thể cho toàn mạng lưới. Nếu chi phí của mạng là đắt hơn triển khai các thiết bị cảm biến truyền thống thì các mạng cảm biến sẽ không được coi là chi phí hợp lý. Các chi phí của một nút cảm biến sẽ phải ít hơn để cho các mạng cảm biến khả thi trong thực tế. Chi phí của một nút cảm biến là một vấn đề rất khó khăn.

1.2.5 Cấu trúc mạng WSN

Số lượng lớn các nút cảm biến không thể truy cập và giám sát được thường bị lỗi thường xuyên, làm việc duy trì cấu trúc liên kết là một công việc đầy thử thách. Thách thức chính là việc triển khai của các nút cảm biến trong vùng có các hiện tượng cần theo dõi sao cho có thể giám sát một cách hiệu quả. Cấu trúc liên kết bảo trì cũng rất quan trọng sau khi triển khai ban đầu. Nhìn chung, mật độ triển khai một số lượng lớn các nút đòi hỏi phải xử lý cẩn thận để duy trì cấu trúc liên kết.

1.2.5.1 Chuẩn bị triển khai và giai đoạn triển khai

Các nút cảm biến có thể đặt hàng loạt hoặc đặt từng nơi một trong vùng cảm biến. Mặc dù số lượng và triển khai tự động của cảm biến nhưng cần theo một kế hoạch thiết kế cẩn thận, các chương trình triển khai ban đầu phải giảm chi phí lắp đặt; loại bỏ trước sự cần thiết, tăng sự linh hoạt sắp xếp, và thúc đẩy tự tổ chức và khả năng chịu lỗi.

1.2.5.2 Sau giai đoạn triển khai

Sau giai đoạn triển khai, các cấu trúc liên kết có thể thay đổi do sự thay đổi trong điều kiện cảm biến. Thay đổi đáng kể có thể xảy ra trong các cấu trúc liên kết cho một thời gian dài. Hơn nữa, việc kết nối của các nút có thể thay đổi vì nhiễu, gây nhiễu, tiếng ồn. Một nguyên nhân của sự thay đổi cấu trúc liên kết sau khi triển khai là do nút lỗi. Cuối cùng, các cấu trúc liên kết của mạng có thể thay đổi định kỳ theo nhiệm vụ cảm biến và ứng dụng.

1.2.5.3 Tái triển khai các nút bổ sung

Sau giai đoạn triển khai, có thể yêu cầu thay đổi hoặc thêm các nút kết nối. Do đó khả năng chịu lỗi của hệ thống mạng cũng bị ảnh hưởng bởi những thay đổi trong cấu trúc liên kết. Theo đó, bổ sung các nút cảm biến triển khai bất cứ lúc nào để thay thế các nút bị hỏng hoặc do thay đổi về công việc hoạt động là một việc cần thiết. Việc bổ sung các nút mới dẫn đến cần phải tổ chức lại mạng.

1.2.6 Phương tiện truyền

Hoạt động thành công của một WSN phụ thuộc vào thông tin liên lạc tin cậy giữa các nút trong mạng. Trong một mạng cảm biến, các nút có thể giao tiếp thông qua một phương tiện không dây để tạo ra các liên kết giữa chúng. Các liên kết này có thể được hình thành bởi radio, hồng ngoại, quang học, âm thanh hoặc cảm ứng từ tính liên kết. Để kích hoạt khả năng tương tác và hoạt động toàn cầu của các mạng này, các phương tiện truyền dẫn phải có sẵn trên toàn thế giới.

Bảng 1.1. Bảng tần số của ISM

Frequency band	Center frequency
6765–6795 kHz	6780 kHz
13 553–13 567 kHz	13 560 kHz
26 957–27 283 kHz	27 120 kHz
40.66–40.70 MHz	40.68 MHz
433.05–434.79 MHz	433.92 MHz
902–928 MHz	915 MHz
2400–2500 MHz	2450 MHz
5725–5875 MHz	5800 MHz
24–24.25 GHz	24.125 GHz
61–61.5 GHz	61.25 GHz
122–123 GHz	122.5 GHz
244–246 GHz	245 GHz

Một lựa chọn phổ biến cho các liên kết vô tuyến điện là sử dụng các băng tần ISM, được sử dụng cho truyền thông trong các hệ thống điện thoại không dây và các mạng cục bộ không dây(WLAN). Băng tần ISM có thể được sử dụng bởi bất kỳ mạng không dây nào.

Hầu hết các phần cứng hiện tại của nút cảm biến được dựa trên thiết kế mạch RF. Các đầu μ AMPS nút cảm biến không dây sử dụng một bộ thu phát Bluetooth, tương thích với một tần số 2.4GHz tích hợp tổng hợp. Một chế độ có thể giao tiếp trực tiếp trong mạng cảm biến là hồng ngoại. Dựa trên thu phát hồng ngoại sẽ rẻ

hơn và dễ dàng hơn để xây dựng. Hạn chế chủ yếu của hồng ngoại đó là yêu cầu khoảng cách giữa người gửi và người nhận. Tuy nhiên, hồng ngoại có thể được sử dụng trong môi trường khắc nghiệt, nơi mà RF tín hiệu bị suy giảm cao, chẳng hạn như liên kết dưới nước. Các yêu cầu ứng dụng đặc biệt của các mạng cảm biến làm cho sự lựa chọn của các phương tiện truyền thông trở nên khó khăn hơn. Do đó, sự lựa chọn phương tiện truyền dẫn phải được hỗ trợ bởi sự mã hóa mạnh mẽ và chương trình điều chế hiệu quả các kỹ thuật giao tiếp âm thanh đã được áp dụng cho các ứng dụng cảm biến dưới nước thay vì sóng RF.

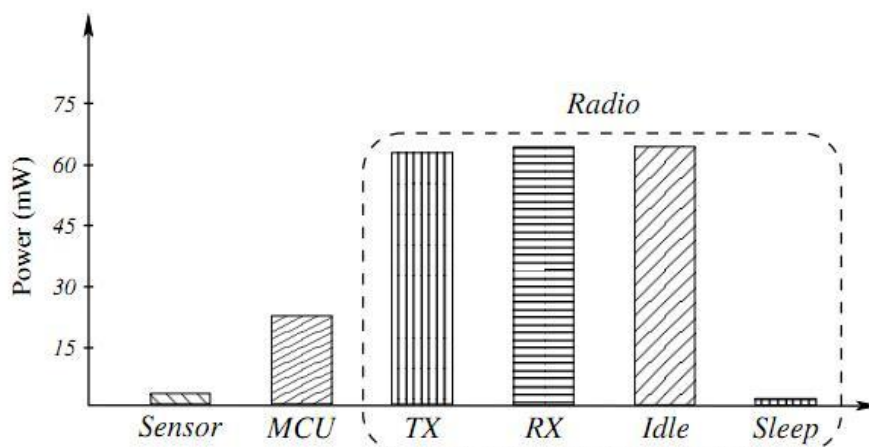
1.2.7 Năng lượng tiêu thụ

Một nút cảm biến không dây chỉ có thể được trang bị với một nguồn năng lượng hạn chế ($0.5\text{Ah} <, 1.2\text{V}$) do bị hạn chế một số phần cứng. Sự tồn tại của WSN, do đó mà phải phụ thuộc vào pin là chủ yếu.

Nhiệm vụ chính của một nút cảm biến trong một trường cảm biến là phát hiện các sự kiện, thực hiện xử lý dữ liệu địa phương, và sau đó truyền dữ liệu đi. Điện năng tiêu thụ do đó có thể được chia thành ba công việc: cảm biến, truyền thông, và xử lý dữ liệu, được thực hiện tương ứng bởi: các cảm biến, CPU, và radio. Trong số ba công việc, một nút cảm biến tiêu tốn năng lượng tối đa cho công việc truyền thông dữ liệu.

1.2.7.1 Cảm biến

Năng lượng cảm biến thay đổi theo bản chất của các ứng dụng và cách sử dụng. Cảm biến lẻ tẻ có thể tiêu thụ ít điện năng hơn là theo dõi thường xuyên.



Hình 1.4. Biểu đồ năng lượng tiêu thụ của nút MicaZ

Trong khi việc tiêu thụ năng lượng cho cảm biến thay đổi đáng kể với các loại cảm biến được sử dụng, hệ thống cảm biến thường gắn liền với một hệ thống ADC con. Việc tiêu thụ năng lượng của một ADC phụ thuộc vào hai yếu tố chính:

$$P \propto F_s \cdot 2^{ENOB} \quad (1.1)$$

Với F_s là tỷ lệ lấy mẫu và ENOB là số các bit hiệu quả, đó là độ phân giải của cảm biến. Tăng tỷ lệ lấy mẫu sẽ cung cấp độ phân giải tốt hơn những cảm nhận dữ liệu. Tuy nhiên, các tính chất vật lý của hiện tượng cảm nhận không thể đòi hỏi cao tỷ lệ lấy mẫu.

Tăng độ phân giải từ 8bit - 10bit ADC sẽ cung cấp kết quả chính xác hơn. Theo đó, năng lượng tiêu thụ có thể tăng lên. Ngoài việc điều chỉnh tỷ lệ lấy mẫu tần số và độ phân giải, quản lý năng lượng của cảm biến cũng nên bao gồm trạng thái “Ngủ”. Bất cứ khi nào cảm biến không cần thiết cho một số thời gian nhất định, nó nên được chuyển sang trạng thái ngủ, mà tiêu thụ điện chỉ tương ứng với sự rò rỉ không đáng kể.

1.2.7.2 Xử lý dữ liệu

Sự khác biệt mạnh mẽ giữa truyền thông và tính toán thể hiện tầm quan trọng của dữ liệu xử lý tại chỗ nhằm giảm thiểu điện năng tiêu thụ trong một mạng cảm biến.

Một nút cảm biến được xây dựng có khả năng tính toán và tương tác với môi trường xung quanh thông qua việc thu phát. Việc tiêu thụ năng lượng xử lý dữ liệu (E_p) có thể được biểu diễn như là một tổng của hai thành phần như sau:

$$E_p = N \cdot C \cdot V_{dd}^2 + V_{dd}(I_0 e^{V_{dd}/n \cdot V_T})(N/f) \quad (1.2)$$

Trong đó: (N) là số đồng hồ chu kỳ trong một nhiệm vụ, (C) là tổng điện dung chuyển đổi, (VDD) là điện áp cung cấp, (I_0) là sự rò rỉ hiện tại, (n) là một hằng số liên quan tới phần cứng vi xử lý, (VT) là ngưỡng điện áp, (f) là tần số đồng hồ. Việc tiêu thụ năng lượng cho xử lý dữ liệu phụ thuộc vào điện áp cung cấp VDD, và tần số đồng hồ (e) và có thể kiểm soát được, ngoài ra còn có các thông số khác phụ thuộc vào kiến trúc bộ vi xử lý. Cụ thể hơn, mức tiêu thụ năng lượng giảm một nửa là điện áp được giảm xuống. Mặt khác, sự gate delay cũng phụ thuộc vào điện áp cung cấp như sau:

$$T_g = \frac{V_{dd}}{K(V_{dd} - V_{th})^a} \quad (1.3)$$

Trong đó (K) và (a) là các biến phụ thuộc vào bộ vi xử lý với $a \sim 2$.

Nếu các bộ vi xử lý đang hoạt động ở một tần số đồng hồ (f), điều này tương ứng với một gate switch đối với từng $T_0 = 1/f$ (giây), trong đó bộ vi xử lý có một nhiệm vụ duy nhất là xử lý. Nếu T_g ít hơn T_0 thì bộ xử lý được nhàn rỗi từ khi nhiệm vụ hoàn tất cho tới khi nhiệm vụ tiếp theo được giao. Vì vậy, gate delay có thể tăng lên bằng cách giảm cung cấp điện áp hoặc:

$$f \leq \frac{K(V_{dd} - V_{th})^a}{V_{dd}} \quad (1.4)$$

Mỗi giá trị tần số đồng hồ có tồn tại một mức cung cấp điện áp tối thiểu. Do đó nó là một phương tiện hiệu quả của việc giảm điện năng tiêu thụ mà không cản trở việc thực hiện. Điều này được gọi là tỉ lệ điện áp động (DVS). Điều này dẫn đến tiết kiệm gần như toàn diện trong việc tiêu thụ năng lượng và làm giảm sự rò rỉ tốt nhất. DVS cung cấp tính toán để tiết kiệm năng lượng, giảm cung cấp điện áp khi bộ xử lý hoạt động cao điểm và tăng đáng kể năng lượng có thể thu được. Tiêu thụ điện năng cho xử lý dữ liệu là nhỏ hơn đáng kể đối với truyền thông.

1.2.7.3 Truyền thông

Truyền thông được thực hiện bởi các mạch thu phát trong cả hai việc nhận và truyền dữ liệu. Một số lượng đáng kể năng lượng có thể được lưu bằng cách tắt các máy thu phát để vào trạng thái “ngủ” bất cứ khi nào nút cảm biến không cần phải truyền tải hoặc nhận dữ liệu. Điều này tiết kiệm năng lượng lên đến 99,99%.

Một mạch thu phát bao gồm một máy trộn, bộ tổng hợp tần số, bộ dao động điều khiển điện áp (VCO), vòng khóa pha (PLL), bộ giải điều chế, và các bộ khuếch đại năng lượng, tất cả đều tiêu thụ năng lượng. Đối với một cặp máy phát-thu, tiêu thụ điện năng cho dữ liệu truyền thông được mô hình hóa như sau:

$$P_c = P_o + P_{tx} + P_{rx} \quad (1.5)$$

Trong đó (P_o) là sản lượng truyền tải điện năng và (P_{tx}) và (P_{rx}) là điện năng tiêu thụ trong máy phát và thu điện tử. Việc truyền tải và tiếp nhận chi phí năng lượng gần như nhau.

Ngoài các chế độ truyền và nhận, thu phát có thể được chuyển sang chế độ ngủ để tiết kiệm năng lượng trong thời gian không hoạt động. Tuy nhiên, việc chuyển đổi giữa các chế độ khác nhau của bộ thu phát không phải là tức thời và tiêu thụ năng lượng bổ sung. Việc tiêu thụ năng lượng do sự chuyển tiếp giữa chế độ ngủ và hoạt động (truyền hoặc nhận) các chế độ được gọi là tiêu thụ năng lượng khởi động. Việc tiêu thụ năng lượng khởi động E_{st} có thể được mô tả như sau:

$$E_{st} = P_{LO} \cdot t_{st} \quad (1.6)$$

Trong đó (P_{LO}) là sự tiêu thụ điện năng của các mạch điện bao gồm các tổng hợp và các VCO; (T_{ST}) là thời gian cần thiết để khởi động tất cả các thành phần thu phát. Năng lượng cũng được tiêu thụ khi thu các thiết bị chuyển mạch từ chế độ truyền nhận thức. Năng lượng này tiêu thụ E_{sw} được cho là:

$$E_{sw} = P_{LO} \cdot t_{sw} \quad (1.7)$$

Trong đó t_{sw} là thời gian chuyển đổi. Trong chế độ nhận, thu phát sử dụng các bộ tổng hợp, VCO, bộ khuếch đại tạp âm thấp, máy trộn, bộ khuếch đại trung tần số và bộ giải thành phần điều chế. Mức tiêu thụ năng lượng trong khi nhận được cho là:

$$E_{rx} = (P_{LO} + P_{RX})t_{rx} \quad (1.8)$$

Trong đó P_{RX} là sự tiêu thụ điện năng của các thành phần hoạt động còn lại và T_{RX} là thời gian cần để nhận được một gói tin. Khi bộ thu phát được chuyển sang chế độ truyền thì việc tiêu thụ năng lượng của bộ điều biến là không đáng kể, tiêu thụ năng lượng để truyền được cho là:

$$E_{tx} = (P_{LO} + P_{PA})t_{tx} \quad (1.9)$$

Trong đó P_{PA} là sự tiêu thụ điện năng của các bộ khuếch đại điện. Các bộ khuếch đại công suất tiêu thụ nhiều năng lượng hơn, làm tăng năng lượng tiêu thụ. Do đó:

$$P_{PA} = \frac{1}{\eta} P_{out} \quad (1.10)$$

Trong đó (η) là năng lượng hiệu quả của các bộ khuếch đại năng lượng và (P_{out}) là RF tạo mức năng lượng mong muốn. Tiêu thụ điện năng của các bộ khuếch đại năng lượng cũng có thể được ghi với khoảng cách d như sau:

$$P_{PA} = \frac{1}{\eta} \cdot \gamma_{PA} \cdot r \cdot d^n \quad (1.11)$$

Trong đó (r) là tốc độ dữ liệu và (γ_{PA}) là một yếu tố phụ thuộc vào ăng ten, bước sóng, mật độ băng tần công suất tiếng ồn, cũng như tỷ lệ nhiễu tín hiệu (SNR) ở khoảng cách d . Vì nó là một hàm của khoảng cách d , các bộ khuếch đại điện năng tiêu thụ (P_{PA}) được gọi là thành phần phụ thuộc vào khoảng cách tiêu thụ năng lượng, trong khi các thành phần khác: truyền, nhận, khởi động, và chuyển tiếp tiêu thụ năng lượng được gọi là các thành phần độc lập.

Khi mà một nút truyền một gói tin đến một nút lân cận và nhận một phản ứng trở lại, bao gồm khởi động của máy thu phát, truyền tải gói dữ liệu, chuyển đổi từ chế độ truyền sang chế độ nhận, và tiếp nhận gói tin. Kết quả là, mức tiêu thụ năng lượng tổng thể như sau:

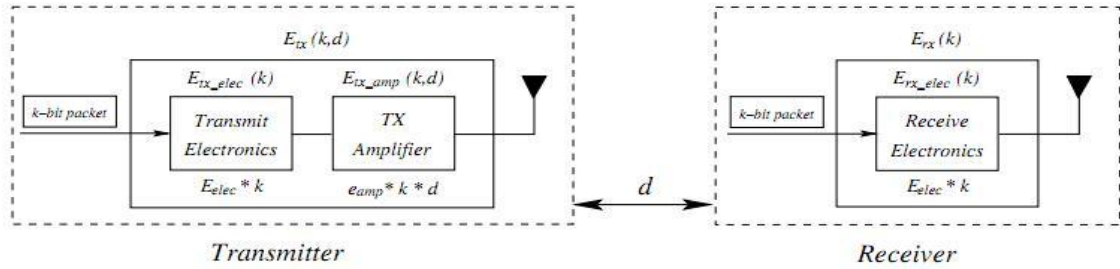
$$E_c = E_{st} + E_{rx} + E_{sw} + E_{tx} \quad (1.12)$$

$$= P_{LO} \cdot t_{st} + (P_{LO} + P_{RX})t_{rx} + P_{LO} \cdot t_{sw} + (P_{LO} + P_{PA})t_{tx}. \quad (1.13)$$

Giả sử truyền và nhận được nhiều thời lượng có thể được biểu diễn như $T_{RX} = T_{TX} = L_{PKT} / r$, với L_{PKT} là độ dài gói tin thì mức tiêu thụ năng lượng tổng thể là

$$E_c = P_{LO}(t_{st} + t_{sw}) + (2P_{LO} + P_{RX})\frac{l_{PKT}}{r} + \frac{1}{\eta} \cdot \gamma_{PA} \cdot d^n t_{tx} \cdot l_{PKT} \quad (1.14)$$

Các thành phần đầu tiên là không đổi và phụ thuộc vào các mạch thu phát. Thành phần thứ hai là độc lập với khoảng cách truyền thông (d) nhưng có thể được điều khiển thông qua các kích thước gói hoặc tốc độ truyền. Hai thành phần đầu tiên trong (1.14) độc lập với năng lượng tiêu thụ. Thành phần cuối cùng phụ thuộc vào khoảng cách truyền thông cũng như chiều dài gói và có thể được điều khiển thông qua giao thức lớp cao hơn như là MAC và giao thức định tuyến.



Hình 1.5. Mô hình năng lượng cơ bản

Mẫu đơn giản hóa năng lượng

Mô hình năng lượng tiêu thụ có thể được đơn giản hoá cho một cặp truyền-nhận một khoảng cách xa d như sau:

$$E_c = E_{tx}(k, d) + E_{rx}(k) \quad (1.15)$$

Với $E_{TX}(k, d)$ và $E_{RX}(k)$ là năng lượng tiêu thụ của máy phát và máy thu

Năng lượng tiêu thụ tại các máy phát được chia thành các điện tử truyền và khuếch đại truyền trong khi đó năng lượng tiêu thụ chỉ phụ thuộc vào các thiết bị điện tử thu - nhận. Sau đó, các máy phát và thu tiêu hao năng lượng là:

$$E_{tx}(k, d) = E_{tx-elec} \cdot k + e_{amp} \cdot k \cdot d^n \quad (1.16)$$

$$E_{rx}(k) = E_{rx-elec} \cdot k \quad (1.17)$$

Tương ứng, với $(E_{TX-elec})$ và $(E_{RX-elec})$ là năng lượng tiêu thụ trên mỗi bit cho máy phát và máy thu của mạch tương ứng, và (e_{amp}) là năng lượng tiêu thụ trên mỗi bit trên mỗi khoảng cách cho bộ khuếch đại điện.

Mô hình năng lượng chi tiết

Năng lượng tiêu thụ để giao tiếp phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như thông tin phần cứng, kích thước gói, mức độ truyền tải điện, và khoảng cách. Một cách để tăng hiệu quả năng lượng của truyền thông là giảm thời gian truyền radio. Điều này có thể đạt được bằng cách gửi nhiều bit trên mỗi ký hiệu, tức là bằng cách sử dụng M-ary. Do đó, kích thước gói tin hiệu quả L_{PKT} là giảm, trong đó làm giảm thời gian sự truyền và nhận.

Mức tiêu thụ năng lượng tổng thể của một cặp truyền thông có thể được biểu diễn như là:

$$E_c = (1 + \alpha) \frac{4}{3} N_f \sigma^2 \frac{2^b - 1}{b} \ln \frac{4(1 - 2^{-b/2})}{b P_b} G_d + \frac{P_c T_{on} + 2 P_{syn} T_{tr}}{l_{PKT}} \quad (1.18)$$

$$\alpha = \frac{\xi}{\eta} - 1, \quad \xi = 3 \frac{\sqrt{M} - 1}{\sqrt{M} + 1}, \quad M = 2^{L/(B \cdot T_{on})} \quad (1.19)$$

Với (L) là chiều dài gói tin, (B) là băng thông kênh, (NF) là hình nhận nhiễu, (σ^2) là phổ năng lượng điện năng, (Pb) là xác suất lỗi bit, (Gd) là công suất đạt được, (PC) là mạch năng lượng tiêu thụ, (Psyn) là bộ tổng hợp tần số điện năng tiêu thụ, (TTr) là bộ tổng hợp tần số thời gian giải quyết, (Ton) là thời gian transceiver bật, và M là các tham số điều chế.

Tổng lượng tiêu thụ năng

Năng lượng truyền thông cũng phụ thuộc vào tốc độ mà bộ thu phát sử dụng. Tỷ lệ này phụ thuộc vào nhiều yếu tố bao gồm cả loại ứng dụng, giao thức vận chuyển, giao thức định tuyến, cũng như lớp MAC. Lớp MAC kiểm soát tốc độ truy cập kênh thông qua đó các nút được quyền truy cập vào kênh phát sóng. Tùy thuộc vào loại MAC, tỷ lệ này có thể thay đổi đáng kể. Nhìn chung, việc tiêu thụ năng lượng truyền thông có thể được mô tả như sau:

$$E_c = N_T [P_{LO}(t_{tx} + t_{st}) + P_{PA}(t_{tx})] + N_R [P_R(t_{rx} + t_{st})] \quad (1.20)$$

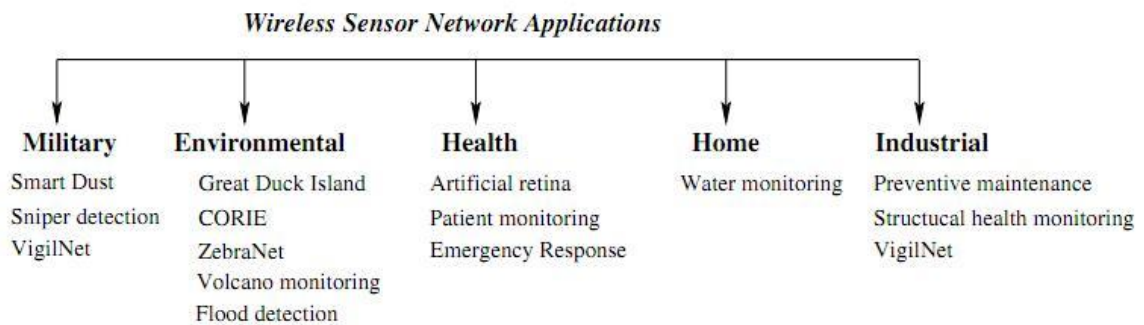
Với P_{LO} là năng lượng tiêu thụ bởi đồng bộ và các V_{CO} , P_{PA} là công suất ra của máy phát, $P_R = (P_{LO} + P_{RX})$ là công suất tiêu thụ của T_{TX} máy nhận và T_{RX} là các máy phát và nhận về thời gian, và T_{ST} là thời gian khởi động máy phát hoặc nhận. Cuối cùng, N_T và N_R là số lần phát và nhận được chuyển về đơn vị thời gian tương ứng, mà phụ thuộc vào ứng dụng mạng, vận chuyển, và lớp MAC.

1.3 Ứng dụng của WSN

Các ứng dụng của mạng cảm biến từ lâu đã được nhấn mạnh về các ứng dụng có thể được nhận ra khi sử dụng WSNs. WSNs có thể bao gồm nhiều loại khác nhau của cảm biến bao gồm cả từ, nhiệt, thị giác, hồng ngoại, âm thanh, và radar, có thể giám sát một loạt các điều kiện môi trường xung quanh bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, tốc độ, hướng, chuyển động, ánh sáng. Kết quả là, một loạt các ứng dụng là có thể giám sát được như các ứng dụng về phổ nội địa, thu thập tình báo, quốc phòng, giám sát môi trường, đô thị chiến tranh, thời tiết và phân tích dự báo khí hậu, theo dõi giám sát chiến trường, thăm dò của hệ thống năng lượng mặt

trời và xa hơn nữa là theo dõi địa chấn, biến dạng, nhiệt độ, tốc độ gió và dữ liệu GPS...

Các ứng dụng này của WSNs ngày càng phát triển và có thể được chủ yếu là phân loại thành năm loại: Ứng dụng về quân sự, về môi trường, về sức khỏe, về nhà, và về công nghiệp.



Hình 1.6. Ứng dụng của WSN

1.3.1 Ứng dụng về quân đội

Một số các ứng dụng trong quân đội của các mạng cảm biến như:

- Theo dõi các lực lượng thân thiện, thiết bị và đạn dược.
- Giám sát chiến trường, trinh sát của lực lượng chống đối và địa hình.
- Mục tiêu, đánh giá thiệt hại trận chiến, và, sinh học hạt nhân, hóa chất và (NBC) phát hiện và tấn công trinh sát.
- Smart Dust (DARPA)

1.3.2 Ứng dụng về môi trường

Các khả năng phối hợp của WSNs được sử dụng trong việc thực hiện của nhiều loại môi trường ứng dụng. Một số ứng dụng của WSNs môi trường bao gồm

- Theo dõi các chuyển động của các loài chim, động vật nhỏ, và côn trùng.
- Giám sát điều kiện môi trường thiên nhiên.
- Quan sát khí tượng hoặc địa vật lý nghiên cứu, lũ phát hiện, lập bản đồ môi trường, và nghiên cứu ô nhiễm.

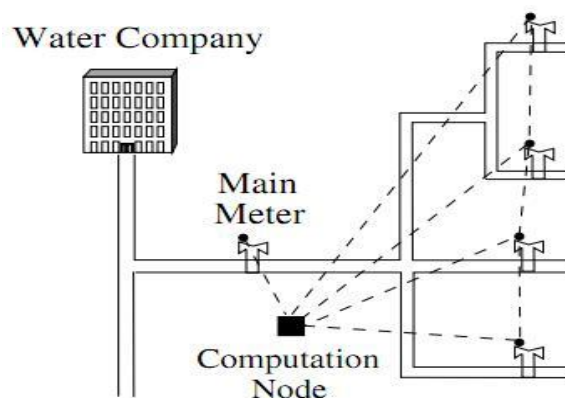
1.3.3 Ứng dụng về y tế

Sự phát triển các thiết bị cấy y sinh và cảm biến tích hợp thông minh làm cho việc sử dụng cảm biến mạng cho các ứng dụng y sinh học. Một số ứng dụng y tế cho cảm biến mạng là

- Cung cấp giao diện cho người tàn tật; theo dõi bệnh nhân tích hợp, chẩn đoán.
- Quản lý thuốc tại các bệnh viện, theo dõi các chuyển động và các quy trình nội bộ của côn trùng hoặc các động vật nhỏ.
- Giám sát các dữ liệu sinh lý con người, và theo dõi và giám sát các bác sĩ và bệnh nhân trong một bệnh viện.

1.3.4 Ứng dụng về nhà

Các nút cảm biến thông minh và thiết bị truyền động có thể được gắn bên trong các thiết bị như máy hút bụi, lò vi sóng, tủ lạnh, và đầu DVD cũng như hệ thống nước. Các nút cảm biến bên trong thiết bị trong nước có thể tương tác với nhau và với mạng bên ngoài thông qua Internet hoặc vệ tinh. Chúng cho phép người dùng cuối dễ dàng hơn trong quản lý các thiết bị trong nhà từ xa. Theo đó, WSNs cho phép kết nối các thiết bị khác nhau với điều khiển thuận tiện của các ứng dụng khác nhau ở nhà.



Hình 1.7. Ứng dụng đo lưu lượng nước

Các hệ thống giám sát nước tự động (NAWMS) là nội địa hóa các lãng phí trong sử dụng nước và thông báo cho người dùng về cách sử dụng hiệu quả hơn.

1.3.5 Ứng dụng về công nghiệp

Mạng cảm biến có dây có từ lâu đã được sử dụng trong các lĩnh vực công nghiệp như công nghiệp và cảm biến kiểm soát các ứng dụng, xây dựng tự động hóa, và kiểm soát truy cập. Một số các ứng dụng thương mại được giám sát như: xây dựng bàn phím ảo, quản lý hàng tồn kho, chất lượng sản phẩm giám sát, xây dựng không gian văn phòng thông minh, kiểm soát môi trường của các tòa nhà văn phòng; robot điều khiển và hướng dẫn trong các môi trường sản xuất tự động...

CHƯƠNG 2: LỚP VẬT LÝ

Lớp vật lý (PHY) có nhiệm vụ chuyên đổi các dòng bit thành tín hiệu phù hợp nhất để giao tiếp qua các kênh không dây. Cụ thể hơn, lớp vật lý có nhiệm vụ lựa chọn tần số, vận chuyển tần số, phát hiện tín hiệu, điều chế, và mã hóa dữ liệu. Độ tin cậy của thông tin liên lạc cũng phụ thuộc vào đặc tính phân cứng của các nút, như ăng ten và mạch thu phát.

Giao tiếp không dây có những lợi thế nhất định như: dễ triển khai, mạng lưới cơ sở hạ tầng miễn phí và truyền thông phát sóng. Tuy nhiên giao tiếp không dây cũng có nhiều thách thức: triển khai có thể tốn kém, cả về năng lượng tiêu thụ và sự phức tạp thực hiện. Trong khi thiết kế lớp vật lý cho các mạng cảm biến, thường giảm thiểu năng lượng, tầm quan trọng đáng kể, sự phân rã, phân tán, phản xạ, nhiễu xạ, và các hiệu ứng mờ dần.

2.1 Công nghệ tần vật lý

Các phương tiện không dây sử dụng trong WSNs là một trong những yếu tố quan trọng nhất, vì các tính chất độc đáo của phương tiện truyền thông khác nhau diễn ra một số hạn chế về năng lực của các lớp vật lý. Nói chung, không dây liên kết có thể được hình thành bởi RF, quang học, âm thanh.

2.1.1 RF

Hầu hết các phân cứng hiện tại cho các nút cảm biến được dựa trên thiết kế mạch RF. Truyền thông RF thông qua điện từ (EM) sóng được truyền đi trên các băng tần RF, trong đó quang phổ có nhịp từ 3Hz đến 300GHz.

RF được phân loại thành ba loại chính như băng tần hẹp, phổ lây lan, và kỹ thuật băng tần cực rộng (UWB). Công nghệ băng hẹp nhằm mục đích tối ưu hóa hiệu quả băng thông bằng cách sử dụng phương án điều chế M-phân trong biên độ hẹp. Phổ lây lan và UWB sử dụng băng thông cao hơn rất nhiều và đưa các thông tin này vào băng thông cao hơn. Kỹ thuật phổ lây lan sử dụng mã số chip tỷ lệ cao hơn cho phổ lây lan. Mặt khác, UWB hoàn thành giao tiếp bởi vị trí tương đối của các xung UWB với đối với một thời gian tham khảo.

Trải phổ

Kỹ thuật phổ lan gần đây đã được sử dụng cho truyền thông RF để cải thiện tốc độ dữ liệu và khả năng chống nhiễu. Một tín hiệu được truyền đi bằng cách sử dụng một quang phổ lớn hơn nhiều so với tần số của tín hiệu. Hai loại kỹ thuật phổ lan tồn tại: lây lan phổ nhảy tần (FHSS) và lây lan phổ chuỗi trực tiếp (DSSS).

FHSS phụ thuộc vào một sơ đồ nhảy tần, nơi phổ rộng băng tần được chia thành các tần số kênh. FHSS đã được sử dụng chủ yếu trong các tiêu chuẩn Bluetooth. Các μ AMPS cảm biến không dây nút sử dụng một bộ thu phát Bluetooth tương thích với tần số 2.4GHz tích hợp tổng hợp.

DSSS dựa trên tiếng ồn giả (PN) với mã số được gọi là chip. Một dòng chip được sử dụng để điều chỉnh các bit thông tin được gửi. Các chip có một thời gian nhỏ hơn nhiều, do đó mỗi bit được điều chế với một số chip. Các DSSS kỹ thuật đã trở thành chuẩn phổ biến cho WSNs với việc thành lập IEEE 802.15.4. Theo đó, nhiều nền tảng cảm biến gần đây bao gồm cả MicaZ, TelosB, và Imote2 đều sử dụng kỹ thuật DSSS.

Băng Ultrawide

UWB sử dụng baseband truyền tải. Ưu điểm của UWB là khả năng phục hồi. Do đó, tăng độ tin cậy bằng cách khai thác các kỹ thuật UWB trong các mạng cảm biến cùng với sức mạnh truyền thấp và đơn giản mạch thu phát. Kể từ khi UWB sử dụng điều chế băng thông, chi phí thực hiện là thấp hơn so với hệ thống DSSS.

So với UWB, DSSS có thể cung cấp một tỷ lệ gói lỗi tốt hơn. Hiệu suất UWB tương đương với DSSS chỉ cho cao hơn khi điều chế các chương trình, mặt khác làm tăng tính phức tạp cần thiết cho một máy thu phát UWB và chi phí của nó. UWB cung cấp khả năng phục hồi cao hơn khi so với DSSS.

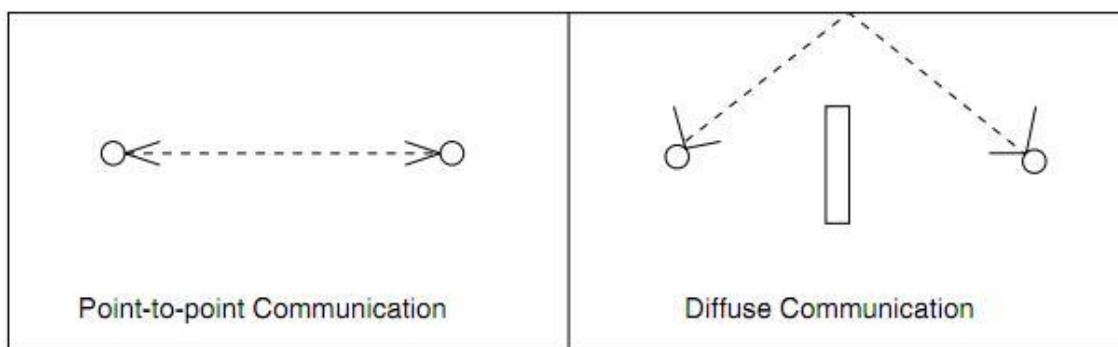
2.1.2 Kỹ thuật khác

Kỹ thuật truyền thông RF đã được chủ yếu được sử dụng trong WSNs. Tuy nhiên, các kỹ thuật này bị hạn chế băng thông và tính nhạy cảm với sự can thiệp từ các nguồn không dây khác. Ngoài kỹ thuật truyền thông RF, một số giải pháp khác cũng được sử dụng trong WSNs như quang học (hồng ngoại), âm thanh, và từ trường cảm ứng truyền thông.

2.1.2.1 Truyền thông quang học

Quang (hoặc hồng ngoại) giao tiếp diễn ra với bước sóng trong khoảng 750-1000 nm. Giao tiếp hồng ngoại đã được sử dụng chủ yếu cho thông tin liên lạc tầm ngắn trong các thiết bị di động như điện thoại di động, máy tính xách tay, và PDA.

Giao tiếp hồng ngoại có thể được thực hiện theo hai cách. Việc phổ biến nhất được sử dụng là liên lạc điểm-điểm, nơi mà các máy phát và máy nhận được chỉ đạo với nhau. Giao tiếp điểm-điểm đòi hỏi một tầm nhìn thẳng (LOS) giữa máy phát và nhận. Bằng cách sử dụng chùm tia hẹp, khoảng cách truyền thông có thể dài hơn 10m. Loại thứ hai của truyền thông hồng ngoại được khuếch tán giao tiếp, mà không yêu cầu Los. Thay vào đó, truyền thông được thực hiện dựa trên sự phản xạ của ánh sáng từ vật thể xung quanh.



Hình 2.1. Kỹ thuật giao tiếp hồng ngoại

Ngoài ra, truyền thông quang học cũng đã được thực hiện trên một băng tần lớn hơn cho truyền thông giữa các nút cảm biến. So với truyền thông RF, công nghệ truyền thông hồng ngoại không bị điện từ can thiệp. Hơn nữa, Los cho phép truyền thông đồng thời giữa nhiều cặp máy phát- nhận, giúp giảm sự phức tạp theo yêu cầu của giao thức MAC.

2.1.2.2 Truyền thông Acoustic

Các đặc điểm của môi trường cũng được triển khai cho các giao tiếp không dây kỹ thuật trong WSN. Ví dụ, cho các mạng cảm biến không dây dưới nước (UWSNs) thì môi trường truyền dẫn là nước.

Giao tiếp âm thanh dưới nước yêu cầu micro hiệu quả và để thiết lập mạng không dây liên kết trong nước. Để thông tin truyền thành công phải phụ thuộc vào các đặc tính của nước, chẳng hạn như độ sâu, nhiệt độ, và thành phần. Do đó, các

băng thông hiện có đều phải phụ thuộc vào thời gian và tần số. Trong khi tốc độ dữ liệu cung cấp bởi giao tiếp âm thanh thì khác nhau theo phạm vi, mục tiêu truyền thông nhất là giới hạn thứ tự của hàng chục kilobits / giây cho các thiết bị hiện có. Hơn nữa, vì tính chất ba chiều của các cấu trúc liên kết dưới nước, liên kết âm thanh cũng được phân loại như thẳng đứng và nằm ngang, theo hướng của tia âm thanh đối với các đáy đại dương.

2.1.2.3 Truyền thông cảm ứng từ tính

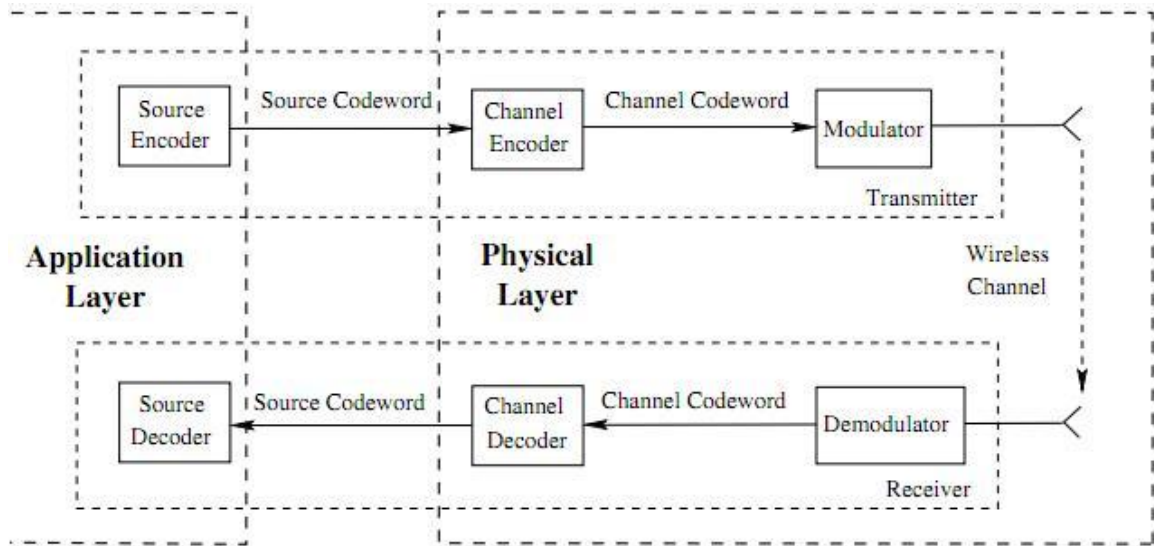
Gần đây WSNs cũng đã được triển khai trong cài đặt dưới đất, nơi giao tiếp bị ảnh hưởng bởi những trở ngại dưới đất như đất, đá. Điều này dẫn đến sự phát triển của các mạng cảm biến không dây ngầm (WUSNs). Tuy nhiên việc triển khai cũng gặp phải ba vấn đề lớn trong đất. Thứ nhất, mức độ sóng EM suy giảm do sự hấp thụ bởi đất, đá, và nước dưới đất. Thứ hai, sự mất mát con đường phụ thuộc nhiều vào tính chất của đất như lượng nước, mật độ, và có thể thay đổi đáng kể theo thời gian và không gian. Thứ ba, điều hành các tần số MHz thấp hơn phạm vi cần thiết để đạt được một phạm vi truyền dẫn thực tế.

2.2 Tổng quan truyền thông không dây RF

Kỹ thuật truyền thông RF thường được sử dụng trong WSNs. Theo đó, sau khi được thực hiện để truyền thông tin giữa một máy phát và một máy nhận:

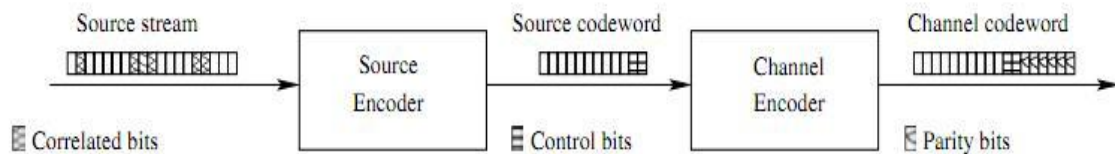
- *Nguồn mã hóa* (nén dữ liệu): Vào cuối, nguồn thông tin đầu tiên mã hóa với bộ mã hóa nguồn, trong đó khai thác số liệu thống kê thông tin để đại diện cho các nguồn với một số ít các bit. Nguồn mã hóa cũng được gọi là dữ liệu nén. Nguồn mã hóa được thực hiện ở lớp ứng dụng.
- *Kênh mã hóa* (Kiểm soát lỗi mã hóa): Các bit nguồn sau đó được mã hóa bởi các kênh bộ mã hóa để giải quyết lỗi kênh truyền ảnh hưởng đến các thông tin truyền đi. Kênh mã hóa cũng được gọi là kiểm soát lỗi mã hóa.
- *Điều chế*: Các ký hiệu mã hóa kênh này sau đó được xen kẽ để chống các lỗi có thể ảnh hưởng đến một số lượng lớn các bit liên tiếp giúp người nhận, hoặc để xác định lỗi bit để bắt đầu phát lại hoặc chính xác một số giới hạn của các bit trong trường hợp lỗi. Sau đó, một tín hiệu tương tự được điều chế bởi các thông tin kỹ thuật số để tạo ra các dạng sóng đó sẽ được gửi qua kênh. Cuối cùng, các dạng sóng được truyền qua ăng-ten để nhận.

- *Kênh truyền wireless*: Các dạng sóng truyền đi, mà chủ yếu là một làn sóng EM đi qua kênh. Trong khi đó, dạng sóng được giảm động lực và bóp méo bởi một số kênh không dây hiệu ứng



Hình 2.2. Tổng quan về khối truyền thông RF

Cuối thu, biểu tượng được thực hiện đầu tiên để khóa vào các dạng sóng gửi. Sự thành công của giao tiếp không dây RF phụ thuộc vào các kỹ thuật được sử dụng cho mỗi khối cũng như các hiệu ứng kênh truyền và các thông số hoạt động như tần số, ăng-ten, và tiếng ồn xung quanh. Ngoài các thông số cơ bản, truyền thông không dây cho WSNs cũng bị ảnh hưởng bởi hiệu suất năng lượng. Bước đầu tiên trong cung cấp thông tin trong các hệ thống không dây là nguồn mã hóa (hoặc dữ liệu nén). Những giải pháp này dựa vào các đặc tính của các thông tin để cho hiệu quả hơn. Trong khi bảo quản nội dung thông tin thì những thông tin dư thừa được nén để giảm khối lượng dữ liệu. Nguồn mã hóa thường được thực hiện ở lớp ứng dụng.



Hình 2.3. Nguồn và mã kênh

2.3 Mã kênh

Nguồn kỹ thuật mã hóa nhằm mục đích để giảm số lượng dữ liệu được truyền đi bằng cách khai thác tính chất thống kê của thông tin. Một khi mã hóa, thông tin cần phải được truyền qua đường đáng tin cậy hơn các kênh không dây. Tuy nhiên, việc truyền thông tin có thể dễ dàng bị hỏng do tác dụng phụ của các kênh không dây. Mục tiêu chính của các phương pháp mã hóa kênh là để khai thác các tính chất thống kê của kênh để đưa dự phòng vào các thông tin được gửi đi. Do đó, các thông tin nhận được có thể được giải mã thành công ngay cả khi phần nhất định của nó đang bị bóp méo hay bị thay đổi.

Một số bit thông tin được cung cấp cho các bộ mã hóa nguồn nhưng ít hơn số bit được tạo ra. Để thành công trong việc truyền số bit nguồn, các bộ mã hóa kênh tạo ra một số lượng lớn các bit số các bit nguồn. Các bit dự phòng được bổ sung vào bit nguồn để tạo ra kênh bit, giúp chống lại các lỗi kênh truyền.

Mã khối

Mã khối nói chung là thực hiện tương đối đơn giản và yêu cầu bộ nhớ nhỏ. Các phát hiện lỗi và khả năng sửa lỗi của mã khối được xác định bởi tối thiểu khoảng cách của mã này. Khoảng cách Hamming giữa hai từ mã được định nghĩa là số lượng các điểm khác nhau giữa chúng. Theo đó, khoảng cách Hamming tối thiểu, DMIN là khoảng cách tối thiểu giữa bất kỳ hai từ trong một mã. Một mã với DMIN có thể phát hiện lên đến DMIN - 1 số lỗi và chính xác lên đến t lỗi như vậy mà $2t + 1 \leq DMIN \leq 2t + 2$.

Ba loại chính của mã khối được sử dụng trong WSNs nói chung là: BCH codes, RS codes và CRC codes.

Mã BCH

Mã số BCH đã được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau và cung cấp cho cả hai khả năng phát hiện lỗi và sửa lỗi. Một mã BCH được xác định bởi một bộ (n, k, t), trong đó n là chiều dài khóa, k là thông tin chiều dài, và t là số lượng tối đa các lỗi có thể được sửa chữa:

$$\begin{aligned}n &= 2^m - 1 \\n - k &\leq mt \\d_{\min} &\geq 2t + 1\end{aligned}\tag{2.1}$$

Việc mã hoá và giải mã các mã BCH được thực hiện trong một trường hữu hạn GF.

Mã RS

Mã RS (Reed-Solomon) là tập hợp của các mã BCH không nhị phân, nghĩa là, các hoạt động được thực hiện trong GF (q), trong đó q là số nguyên tố.

$$\begin{aligned}n &= q - 1 \\n - k &= 2t \\d_{\min} &= 2t + 1\end{aligned}\tag{2.2}$$

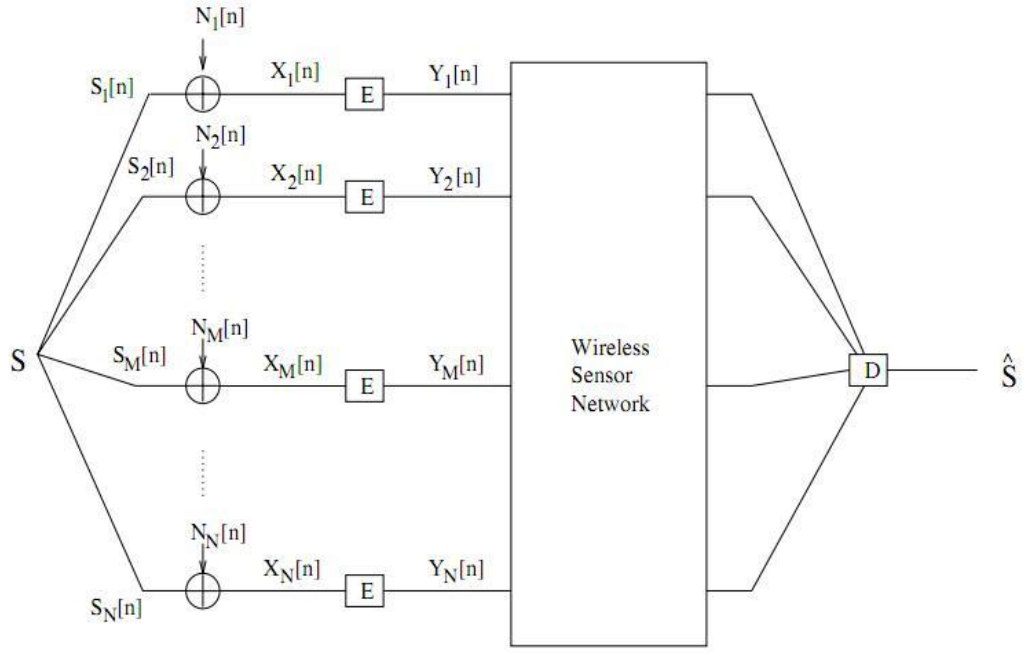
Mã CRC

Mã CRC (Cyclic Redundancy Check) là một tập hợp đặc biệt của mã BCH được sử dụng để phát hiện lỗi trong một gói. Mã CRC được sử dụng trong hầu hết các hệ thống truyền thông. Mã CRC được BCH mã với $D_{\min} = 4$. Sau khi giải mã, mã CRC phát hiện xem một gói tin nhận được do lỗi hay không. Tuy nhiên, không thể sửa chữa các lỗi này. Khối mã này dễ thực hiện vì các bộ mã hóa và cấu trúc bộ giải mã tương đối đơn giản. Do đó, sự phức tạp của mã số mã hóa khối là không đáng kể. Do đó, chỉ có giải mã được xem là phức tạp. Theo đó, mã khối có thể được giải mã với $(2nt + 2t^2)$ bổ sung và $(2nt + 2t^2)$ phép nhân.

Liên nguồn- mã kênh

Lý thuyết tách nguồn và các kênh mã hóa được dựa trên thực tế là thông tin và đặc điểm kênh độc lập. Do đó, tách nguồn và các kênh mã hóa được tối ưu cho các hệ thống này. Trong WSNs, các ứng dụng thường là các hiện tượng vật lý. Kể từ khi thông tin thu thập bởi các nút cảm biến sau các tính chất vật lý của cảm nhận hiện tượng, đặc điểm của nguồn có thể được phù hợp với các đặc tính kênh.

Trong một lĩnh vực cảm biến, mỗi cảm biến quan sát các sự kiện của một hiện tượng vật lý. Sink quan tâm đến việc quan sát các hiện tượng vật lý bằng cách sử dụng các quan sát từ các nút cảm biến với độ chính xác cao nhất. Các hiện tượng vật lý có thể được mô hình hóa như là một quá trình không thời gian $s(t, x, y)$ hay là một hàm của thời gian t với vị trí (x, y) .



Hình 2.2. Tương quan mô hình và kiến trúc

Các mô hình cho các thông tin thu thập bởi bộ cảm biến N. Các sink là quan tâm đến việc lập dự toán nguồn sự kiện S, theo quan sát của các nút cảm biến ni trong khu vực sự kiện. Mỗi nút cảm biến quan sát Xi [n] sự kiện của các thông tin sự kiện Si [n]. Các sự kiện thông tin Si [n] cũng tương quan với các nguồn sự kiện S. Các thông tin mã hóa Yi [n] sau đó được gửi đến các sink qua WSN. Các bộ mã hóa và giải mã được dán nhãn là E và D

Mỗi quan sát Xi [n] là mã hóa thành Yi [n] do đó nguồn mã hóa ở nút cảm biến là:

$$Y_i [n] = f_i (X_i [n]) \tag{2.3}$$

Các Yi [n] sau đó được gửi qua mạng đến sinks. Các sink sẽ giải mã các dữ liệu nhận được để tái tạo lại một ước tính S-hat của nguồn S:

$$\hat{S} = g(Y_1[n_1], \dots, Y_1[n_\tau]; \dots; Y_N[n_1], \dots, Y_N[n_\tau]) \tag{2.4}$$

Sink quan tâm xây dựng lại nguồn S theo một hạn chế sự biến dạng:

$$D = E[d(S, \hat{S})] \tag{2.5}$$

Khi nguồn kênh mã hóa được thực hiện riêng rẽ, các biến dạng chỉ có thể được giảm $1 / \log N$, trong đó N là số lượng các bộ cảm biến.

Liên kênh mã hóa nguồn cung cấp một hiệu suất tốt hơn so với tách truyền thống kỹ thuật. Tuy nhiên, truyền thông hiện vẫn thực hiện theo nguyên tắc tách nguồn kênh. Mặt khác, các kênh mã hóa kỹ thuật cần truyền thông thường khó khăn hơn để thực hiện. Các kỹ thuật số hiện tại nguồn và các kênh mã hóa kỹ thuật thực hiện tốt cho truyền thông điểm-điểm. Tuy nhiên, sự tối ưu của các kỹ thuật này không phải là tốt cho các mạng cảm biến.

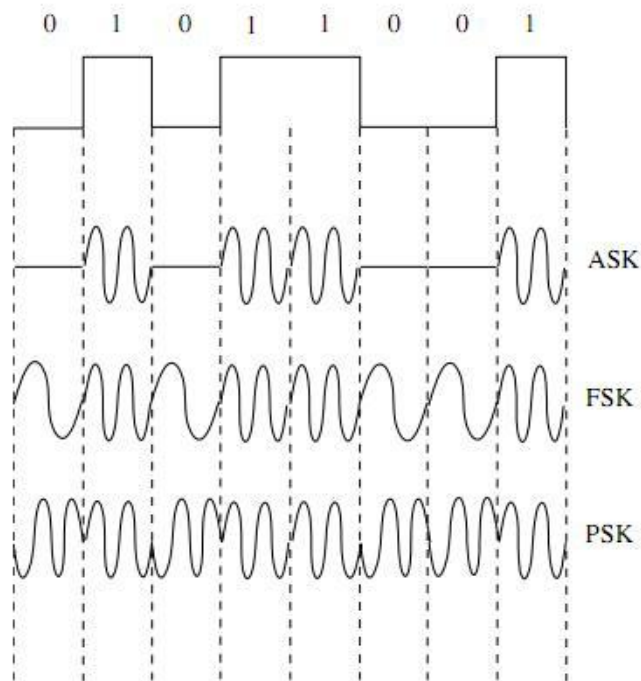
2.4 Cách điều chế

Nguồn và các kênh chương trình mã hóa thường hoạt động trong lĩnh vực kỹ thuật số, nơi mà các thông tin bit sẽ được thông qua các kênh không dây được xác định. Việc chuyển đổi từ bit được thực hiện bằng cách điều chế kỹ thuật. Trong điều chế, dạng sóng là một dạng hình sin với công thức:

$$s(t) = r(t) \cos[2\pi f_c t + \psi(t)] \quad (2.6)$$

bao gồm có 3 dạng chính như sau:

- Biên độ $r(t)$: Các biên độ của dạng sóng
- Giai đoạn $\psi(t)$: Các giai đoạn của dạng sóng
- Tần số f_c : Các tần số trung tâm của dạng sóng.

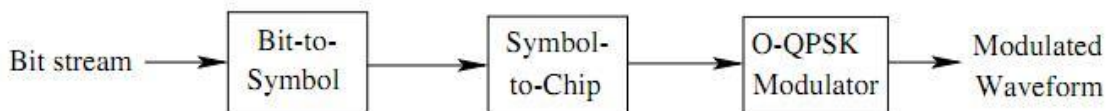


Hình 2.3. Ba đề án điều chế cơ bản

Thông tin kỹ thuật số được truyền bằng cách thay đổi một trong các thành phần theo các bit được truyền. Điều này dẫn đến ba chương trình điều chế chính tạo thành các cơ sở dùng cho truyền thông không dây:

- Biên độ chuyển dịch key (ASK): Các chương trình điều chế điều chỉnh biên độ của sóng âm theo bit được gửi. Các hình thức đơn giản của ASK là ON-OFF keying (OOK). Một tín hiệu đơn giản so biên độ được thực hiện ở người nhận để phát hiện các bit truyền.
- Tần số thay đổi key (FSK): FSK là một trong những chương trình điều chế thường xuyên nhất được sử dụng cho không dây truyền thông. Tần số f_c của dạng sóng được thay đổi dựa trên các bit thông tin được truyền đi. Bằng cách lựa chọn các giá trị tần số từ xa khác nhau của tín hiệu do đó bit có thể được phát hiện ở người nhận.
- Giai đoạn chuyển key (PSK): PSK được dựa trên việc sửa đổi pha của sóng, $\psi(t)$ theo các bit truyền. Theo đó, những thay đổi trong các giai đoạn của tín hiệu nhận được có thể được ánh xạ tới các bit truyền ở người nhận.

Các chương trình điều chế được sử dụng cho truyền thông không dây nói chung xuất phát từ ba chương trình chính. Có hai phương án điều chế chính được sử dụng cho WSN tần số chuyển key (FSK) và giai đoạn chuyển khóa lệch pha vuông góc (OQPSK).



Hình 2.4. Cơ cấu điều chế trong IEEE 802.15.4

2.4.1 FSK

Nhị phân FSK được sử dụng bởi nền tảng đầu WSN như Mica2. Các điều chế dựa trên hai giá trị sử dụng tần số khác nhau là 1 và 0. Tại bên phát, các dạng sóng thích hợp được chọn để truyền tải các bit tuần tự. Ở phía thu, dạng sóng được truyền qua hai bộ lọc xuất hiện hoạt động ở tần số f_1 và f_2 . Đại diện cho mỗi một bộ lọc là đầu vào cho vô phát hiện. Các lỗi bit, tỷ lệ của chương trình điều chế FSK nhị phân được cho bởi:

$$p_b^{FSK} = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{E_b}{2N_0}\right) \quad (2.7)$$

E_b/N_0 là tỷ lệ năng lượng trên mỗi bit với mật độ tiếng ồn quang phổ, đại diện cho chất lượng nhận được tín hiệu nhận.

2.4.2 QPSK

Chương trình điều chế QPSK được áp dụng tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 để điều chỉnh các chip được gửi cho mỗi bit như là một phần của chương trình DSSS. Chương trình điều chế sử dụng các nút MicaZ là O-QPSK với DSSS. Các lỗi bit, tỷ lệ của chương trình này được cho bởi:

$$p_b^{OQPSK} = Q(\sqrt{(E_b/N_0)_{DS}})$$

$$(E_b/N_0)_{DS} = \frac{2N \times E_b/N_0}{N + 4E_b/N_0(K - 1)/3} \quad (2.8)$$

Trong đó N là số lượng chip / bit, K là số người sử dụng đồng thời truyền tải.

2.4.3 Nhị phân và điều chế M-ary

Chương trình điều chế nhị phân được dùng để biểu diễn kỹ thuật số 1 và 0. Ngoài các chương trình nhị phân, một số dạng sóng có thể được sử dụng để nâng cao hiệu quả của các chương trình điều chế. Những chương trình đó được gọi là chương trình điều chế M-phân, trong đó $M = 2n$ là số dạng sóng được sử dụng bởi điều chế chương trình và n là số bit được đại diện bởi mỗi dạng sóng.

Nhị phân và chương trình điều chế M-phân có lợi thế khác nhau cho WSNs. M-phân có thể gửi nhiều bit, làm giảm thời gian cần để truyền tải một tập hợp các bit. Theo đó, máy phát có thể được lưu giữ trong một thời gian ngắn hơn, có thể làm giảm năng lượng. Mặt khác, chương trình điều chế M-phân yêu cầu phức tạp cao hơn cho mạch thu phát để xử lý các dạng sóng truyền và nhận. Hơn nữa, so với nhị phân, có hai dạng sóng khác nhau được sử dụng để đại diện cho 1 và 0. Vì số lượng tăng lên dạng sóng, nó trở nên khó khăn hơn để phân biệt với bất kỳ dạng sóng nhận được từ dạng sóng khác, làm tăng giải mã lỗi. Để chống lại các lỗi giải mã tăng, M-phân chương trình điều chế yêu cầu truyền tải điện cao hơn so với các chương trình nhị phân.

Một chương trình điều chế nhị phân, tiêu thụ năng lượng mô hình như sau:

$$E_2 = (P_{mod-B} + P_{FS-B})T_{on} + P_{FS-B}T_{st} + P_{out-B}T_{on} \quad (2.9)$$

P_{mod-B} là tiêu thụ điện năng cho các mạch điều chế nhị phân, P_{FS-B} là điện năng tiêu thụ tại các bộ tổng hợp tần số. Các T_{on} và T_{st} là truyền về thời gian và mạch thu phát độ trễ khởi động. Trong khi truyền tải về thời gian, T_{on} phụ thuộc vào số bit được gửi đi, T_{st} là cố định.

Đối với một chương trình điều chế M-phân, thời gian ngắn hơn so với điều chế nhị phân nhưng truyền tải điện năng lại ở mức cao hơn. Theo đó, mức tiêu thụ năng lượng cho các đề án điều chế M-phân là:

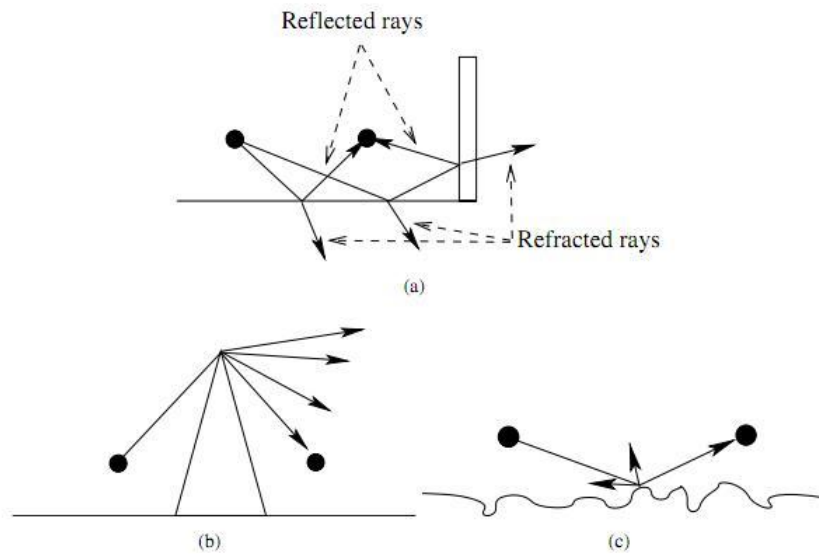
$$E_M = (P_{mod-M} + P_{FS-M})\frac{T_{on}}{n} + P_{FS-M}T_{st} + P_{out-M}\frac{T_{on}}{n} \quad (2.10)$$

Các tỷ lệ tiêu thụ ở các mạch điều chế và tổng hợp các tần số được biểu diễn như sau:

$$\alpha = \frac{P_{mod-M}}{P_{mod-B}} \quad \beta = \frac{P_{FS-M}}{P_{FS-B}} \quad (2.11)$$

Sau đó, M-phân điều chế năng lượng nhiều hơn có nghĩa là, hiệu quả EM < E2 nếu bất đẳng thức sau đúng:

$$\alpha < n \left[1 + \frac{P_{FS-B}[(1 - \beta/n)T_{on} + (1 - \beta)T_{st}]}{P_{mod-B}T_{on}} \right] \quad (2.12)$$



Hình 2.5. Nguồn của sự biến dạng trong truyền thông không dây

M phân điều chế được nhiều năng lượng hiệu quả hơn. Tuy nhiên, theo điều kiện khởi động chi phối, T_{st} T_{on} có sự ảnh hưởng của suy giảm về thời gian. Hiệu quả các chương trình điều chế M-ary một phần phụ thuộc vào các thông số mạch.

2.5 Hiệu ứng kênh Wireless

Các chương trình điều chế chuyển đổi một dòng bit thành dạng sóng. Những dạng sóng được truyền từ các máy thu phát tín hiệu thông qua EM qua không khí và nhận được ở ăng-ten thu. Trong quá trình truyền này, các sóng EM đang bị bóp méo do một số yếu tố bên ngoài và vì thế không thể được giải mã đúng ở người nhận. Điều này dẫn đến lỗi kênh không dây. Các nguồn của sự biến dạng này có thể được phân loại thành bốn hiện tượng chính:

- *Sự suy giảm*: Khi sóng tín hiệu truyền qua không khí, cường độ tín hiệu yếu đi. Các sự suy giảm tỷ lệ với khoảng cách đi qua không khí.
- *Phản xạ và khúc xạ*: Tùy thuộc vào tính chất của hai vật liệu, một phần nhất định của sóng cũng có thể lan truyền qua biên độ, được gọi là khúc xạ. Phản xạ và khúc xạ thường quan sát trên mặt đất.
- *Nhiều xạ*: Một làn sóng tín hiệu cũng có thể lan truyền qua các cạnh sắc nhọn. Điều này gây ra các cạnh sắc nhọn để hoạt động như một nguồn, nơi mà sóng mới được tạo ra. Trong thực tế, cường độ tín hiệu được phân phối cho các sóng phát sinh mới.
- *Tán xạ*: tín hiệu sóng thường không gặp phải biên độ hoàn hảo. Thay vào đó, khi một tín hiệu sóng gặp sự cố ở một bề mặt thô ráp, nó phân tán theo nhiều hướng khác nhau.

2.6 Các tiêu chuẩn của lớp vật lý

Tiêu chuẩn hóa trong WSNs đang là một thách thức lớn. Gần đây, IEEE đã thực hiện một nỗ lực trên toàn thế giới để phát triển một tiêu chuẩn cho công suất thấp không dây truyền thông: IEEE 802.15.4

2.6.1 IEEE 802.15.4

Các IEEE 802.15.4 được hình thành cho các đặc điểm kỹ thuật của tốc độ thấp, dữ liệu không dây thu phát với thời lượng pin dài và rất phức tạp. Các tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 có thể được xem như là đối tác năng lượng thấp của tiêu chuẩn IEEE 802.11 được phát triển cho mạng WLAN.

Các tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 được định nghĩa trong các lớp PHY và MAC. Cụ thể hơn, các phổ tần không dây sẽ được sử dụng, kỹ thuật truyền thông không

dây, và các thuật toán MAC được xác định. Điều này cho phép thu phát tương thích với giao tiếp với nhau.

Tại lớp PHY, ba băng tần khác nhau được lựa chọn để giao tiếp là, 2.4GHz (toàn cầu), 915MHz (Mỹ), và 868MHz (Châu Âu). Một kênh được liên kết với 868MHz với tốc độ dữ liệu của 20-250 kbps; 30 kênh được xác định trong phạm vi 915MHz và 16 kênh sử dụng trong khoảng 2.4GHz. Phạm vi truyền của các nút được giả định là 1-10 m với các dữ liệu tỷ lệ 20-250 kbps. Dựa trên phân bố kênh, sáu lớp PHY được xác định. Trong số này, ba kỹ thuật PHY lớp được dựa trên DSSS. Trong các băng tần 868/915MHz, BPSK và O-QPSK được sử dụng. O-QPSKis cũng được sử dụng trong băng tần 2.4GHz. Trình tự UWB được xác định để hoạt động trong 1, 3-5, và 6-10 Ghz như là một phần của chuẩn IEEE 802.15.4a.

Bảng 2.1. Thu phát hiện có trong WSN

	Radio				
	RFM TR1000	Infineon TDA5250	TI CC1000	TI CC2420	Zeevo ZV4002
Platforms	WeC, Rene Dot, Mica	eyesIFX	Mica2Dot, Mica2 BTnode	MicaZ, TelosB SunSPOT, Imote2	Imote BTnode
Standard	N/A	N/A	N/A	IEEE 802.15.4	Bluetooth
Data rate (kbps)	2.4-115.2	19.2	38.5	250	723.2
Modulation	OOK/ASK	ASK/FSK	FSK	O-QPSK	FHSS-GFSK
Radio frequency (MHz)	916	868	315/433/868/915	2.4 GHz	2.4 GHz
Supply voltage (V)	2.7-3.5	2.1-5.5	2.1-3.6	2.1-3.6	0.85-3.3
TX max (mA/dBm)	12/-1	11.9/9	26.7/10	17.4/0	32/4
TX min (mA/dBm)	N/A	4.9/-22	5.3/-20	8.5/-25	N/A
RX (mA)	1.8-4.5	8.6-9.5	7.4-9.6	18.8	32
Sleep (μ A)	5	9	0.2-1	0.02	3.3 mA
Startup time (ms)	12	0.77-1.43	1.5-5	0.3-0.6	N/A

Các tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 cũng định nghĩa như một lớp MAC, đó là dựa trên một cấu trúc khung lớn và dựa vào truy cập mang để tránh va chạm (CSMA / CA) giữa các các kỹ thuật. Lớp MAC cung cấp giao tiếp cho lưới, và cấu trúc liên kết dựa trên cây với bộ điều khiển. Là một phần của cấu trúc liên kết này, hai loại thiết bị được định nghĩa như là một phần của tiêu chuẩn. Các thiết bị chức năng đầy đủ (FFDs) được thực hiện với tất cả các chức năng quy định trong tiêu chuẩn. Chúng có thể hoạt động trong cấu trúc liên kết nào và có thể được sử dụng như một điều phối viên mạng hoặc router. Một FFD có thể giao tiếp với bất kỳ thiết bị khác trong mạng. Mặt khác, các thiết bị giám chức năng (RFDs) được xác định cho thực hiện rất đơn giản trong mạng. RFDs chỉ được sử dụng như một phần của cấu trúc liên kết theo hình sao. Một RFD chỉ có thể giao tiếp với một điều phối viên mạng

lưới. Ứng dụng cho các tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 bao gồm mạng lưới cảm biến, công nghiệp cảm biến và kiểm soát thiết bị, xây dựng và các sản phẩm tự động hóa nhà, và đồ chơi thậm chí mạng. Hầu hết các nền tảng mới phát triển cho WSN nghiên cứu thực hiện theo tiêu chuẩn IEEE 802.15.4.

2.6.2 Existing Transceivers

Các kiến trúc được sử dụng trong WSNs có thể nhìn thấy rằng một loạt các tốc độ dữ liệu, tần số hoạt động, và mức tiêu thụ năng lượng tồn tại cho các máy thu phát. Sự thay đổi tốc độ dữ liệu từ 10 lên đến 250 kbps có thể được quan sát thấy. Tuy nhiên, chi phí tiêu thụ điện năng tăng cao hơn bởi vì sự phức tạp chương trình điều chế cũng như các mạch thu phát sử dụng trong kiến trúc. Kể từ thời lượng truyền tải được giảm thông qua tỷ lệ dữ liệu cao hơn, kiến trúc thu phát gần đây đã cho hiệu quả năng lượng cao hơn nhiều. Một xu hướng quan trọng là sự thay đổi trong sự cân bằng các giữa truyền và nhận điện. Gần đây các nền tảng như CC1000, được sử dụng trong Mica2, việc truyền - nhận có năng lượng tương đương nhau. Sự cân bằng này gần đây đã nghiêng về phía nhận năng lượng tiêu thụ trong CC2420, mà đã được sử dụng trong nhiều nền tảng và tuân thủ tiêu chuẩn IEEE 802.15.4. Do tính phức tạp tăng lên với các kỹ thuật lây lan-quang phổ, thiết bị điện tử thu chi phối tiêu thụ năng lượng bộ khuếch đại, làm cho nhận tiêu thụ năng lượng cao hơn cho truyền tải. Sự thay đổi cơ bản trong tiêu thụ năng lượng cũng ảnh hưởng đến giao thức MAC.

CHƯƠNG 3: BÀI TẬP ỨNG DỤNG

3.1 Tổng quan về năng lượng

Tiêu thụ năng lượng là mối quan tâm hàng đầu của những nhà sản xuất cảm biến. Các cảm biến thông thường sử dụng những nguồn năng lượng như pin, còn các cảm biến hiện đại sử dụng những bộ chuyển đổi năng lượng tối tân để chuyển đổi các dạng năng lượng sạch và dồi dào như gió, mặt trời, nước biển... Tuy nhiên cho cả 2 dạng cảm biến trên đều phụ thuộc vào các thiết bị phần cứng.

Rất nhiều các giải pháp cảm biến không dây hiện tại chỉ tập trung vào vấn đề cải tiến chức năng và kích cỡ của cảm biến và thực tế là cũng đã có rất nhiều thành công trong lĩnh vực này. Tuy nhiên vấn đề về nguồn năng lượng sử dụng chưa thu hút sự quan tâm nhiều lắm từ các nhà sản xuất. Hầu hết các cảm biến đều sử dụng nguồn năng lượng được cung cấp từ các loại pin cần phải được thay hoặc sạc thường xuyên. Yếu điểm về thời gian sử dụng ngắn của pin đã gây ra khó khăn cho việc bảo dưỡng, đặc biệt là đối với các hệ thống lớn. Sử dụng hệ thống cảm biến không dây siêu tiết kiệm năng lượng có thể cho kéo dài thời gian vận hành lên tới cả thập kỉ mà chỉ cần dùng một pin nhỏ bằng pin của một chiếc đồng hồ đeo tay.

Một cải tiến khác cho mạng lưới cảm biến là sử dụng những nguồn năng lượng thân thiện với môi trường – chuyển đổi những nguồn năng lượng được gọi là thừa thãi trong môi trường thành điện năng – vì thế có thể tiết kiệm được cả thời gian và tiền bạc trong việc thay thế, nạp điện và khởi động hệ thống pin. Giảm thiểu nhu cầu sử dụng pin cũng đồng thời làm giảm những tác động đến môi trường của hệ thống.

3.2 Những nguyên nhân gây lãng phí năng lượng

- Hao phí điện năng trong quá trình xung đột.
- Điều khiển việc gửi và nhận gói tin.
- Thời gian nghỉ kéo dài.
- Phân bổ năng lượng không hợp lý.

3.3 Các phương pháp tiết kiệm điện năng

- Hạn chế chu trình làm việc của nút mạng.
- Sử dụng các giải thuật như: LEACH.

3.4 Ví dụ minh họa

Như chúng ta đã biết, năng lượng luôn là yếu tố quan trọng của tất cả các mạng và mạng cảm nhận không dây cũng không phải ngoại lệ. Để đạt được yêu cầu duy trì năng lượng hoạt động trong một thời gian dài thì các nút mạng phải tiêu thụ năng lượng rất thấp. Việc tiêu thụ năng lượng thấp chỉ có thể đạt được bằng cách kết hợp các thành phần phần cứng năng lượng thấp và chu trình hoạt động ngắn. Trong thời gian hoạt động truyền thông sẽ tiêu thụ một năng lượng đáng kể trong tổng mức năng lượng tiêu thụ của nút mạng. Một trong những thành phần quan trọng nhất của một nút cảm biến không dây là đơn vị năng lượng. Tuy nhiên để quản lý và sử dụng năng lượng một cách hiệu quả thì cũng là một vấn đề.

Để hiểu rõ hơn chúng ta cùng làm 1 ví dụ về việc xác định vòng đời của 1 nút như sau:

VD: Thông tin về một nút cảm biến được cho như sau:

Năng lượng tiêu thụ trong chế độ ngủ: 50uA

Năng lượng tiêu thụ khi CPU đang hoạt động là: 8mA

Năng lượng tiêu thụ trong quá trình gửi gói tin (thông qua radio) là: 10mA

Năng lượng tiêu thụ trong quá trình nhận gói tin (thông qua radio) là: 6mA

Pin cung cấp một lượng năng lượng là: 1800mAh. Các nút điều khiển được sử dụng cùng một điện áp với pin.

Tính thời gian sống cho nút mạng này nếu thời gian thực hiện một phép đo là 200ms và cứ mỗi giây nút mạng gửi gói dữ liệu một lần. Giả sử mỗi lần gửi gói dữ liệu đi thì nút mạng lại nhận được một gói dữ liệu từ nơi khác gửi tới và nút mạng biết chính xác thời gian đến của gói này. Cho biết khả năng của kênh vô tuyến truyền ở tốc độ 9600 bit/s và mỗi phép đo kéo dài 5ms.

- Nút mạng có thể sống trong bao lâu?
- Thời gian sống của nút mạng giảm như thế nào, nếu nút không biết thời gian đến của gói dữ liệu từ bên ngoài gửi tới và phải lắng nghe kênh vô tuyến trong mọi thời gian?
- Kết hợp các ảnh hưởng đã không đưa vào tính toán ở trên, hãy chỉ ra các ảnh hưởng khác và đóng góp của chúng như thế nào trong việc kéo dài hoặc rút ngắn thời gian sống của nút mạng?

BÀI GIẢI

a) Đổi đơn vị: $50(\mu\text{A}) = 0,05(\text{mA})$

$$1800(\text{mAh}) = 1800 \times 60 \times 60(\text{mAs}) = 6480000(\text{mAs})$$

- Năng lượng tính toán và xử lý :

$$5(\text{m/s}) \times 0,005(\text{s}) \times 8(\text{mA}) = 0,2(\text{mAs})$$

- Năng lượng truyền trong quá trình gửi gói tin là :

$$\begin{aligned} & (200\text{bytes} \times 8\text{bit}) / (9600\text{bit/giây}) \times (8\text{mA} + 10\text{mA}) \\ & = 2/12(\text{s}) \times 18(\text{mA}) = 3(\text{mAs}) \quad (1) \end{aligned}$$

- Năng lượng truyền trong quá trình nhận gói tin là :

$$\begin{aligned} & (200\text{bytes} \times 8\text{bit}) / (9600\text{bit/giây}) \times (8\text{mA} + 6\text{mA}) \\ & = 2/12(\text{s}) \times 14(\text{mA}) = 2,3(\text{mAs}) \quad (2) \end{aligned}$$

\Rightarrow (1) + (2) = tổng năng lượng truyền = $3\text{mAs} + 2,3\text{mAs} = 5,33\text{mAs}$

- Năng lượng tiêu thụ trong chế độ ngủ :

Thời gian hoạt động : $0,025\text{s}$ (tính toán và xử lý)

$$0,333\text{s} \text{ (truyền)}$$

Trong một giây, thời gian nhàn rỗi chiếm : $(1 - 0,025 - 0,333) = 0,641(\text{s})$

\Rightarrow Năng lượng tiêu thụ trong chế độ ngủ là: $0,941(\text{s}) \times 0,05(\text{mA}) = 0,03208(\text{mAs})$

- Tổng năng lượng tiêu thụ mỗi giây là:

$$0,2(\text{mAs}) + 5,33(\text{mAs}) + 0,03208(\text{mAs}) = 5,56208(\text{mAs})$$

- Thời gian sống của một nút mạng là : $6480000(\text{mAs}) / 5,56208(\text{mAs}) = 13,48$ ngày

b)

- Năng lượng tính toán và xử lý:

$$5(\text{m/s}) \times 0,005(\text{s}) + (8+6)(\text{mAs}) = 0,25(\text{mAs})$$

- Năng lượng truyền trong quá trình truyền : đây là trường hợp mà nút mạng không thể nhận gói tin khi đang trong quá trình đang gửi

$$(200\text{bytes} \times 8\text{bit}) / (9600\text{bit/giây}) \times (8\text{mA} + 10\text{mA})$$

$$= 2/12(\text{s}) \times 18(\text{mA}) = 3(\text{mAs})$$

- Năng lượng tính toán trong chế độ ngủ : tiêu thụ giấc ngủ được tính bằng cách tiêu thụ cơ bản + năng lượng cho việc gửi

Thời gian hoạt động : 0.025s (tính toán và xử lý)

0.167s (truyền)

Trong một giây, thời gian nhàn rỗi chiếm: $1 - 0.025 - 0.167 = 0.808(\text{s})$

⇒ Năng lượng tiêu thụ trong chế độ ngủ là: $0.808(\text{s}) \times (8+6)(\text{mA}) = 11.31(\text{mAs})$

Tổng năng lượng tiêu thụ trong mỗi giây :

$$0.35\text{mAs} + 3\text{mAs} + 11.31\text{mAs} = 14.66\text{mAs}$$

- Thời gian sống của một nút mạng là: $6480000(\text{mAs}) / 14.66(\text{mAs}) = 5(\text{ngày})$

c) Những ảnh hưởng liên quan đến thời gian sống của nút mạng là:

❖ Rút ngắn

- Pin không được cung cấp 1.5V trong toàn bộ thời gian hoạt động.
- Việc cung cấp năng lượng còn phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường.
- Có sự bất bình đẳng giữa các đời của nút mạng. Nếu các nút quan trọng thất bại (hỏng) thì mạng có thể được chia thành phân vùng nhưng có thể không giao tiếp được
- Những tác động trong quá trình truyền nhận gói tin (va chạm gói / tiếng ồn kênh) sẽ gây ra lỗi và yêu cầu truyền lại

❖ Kéo dài

- Nén các dữ liệu dư thừa không được đưa vào tài khoản.

3.5 Kết luận

Như tìm hiểu ở trên ta có thể thấy tầm quan trọng của việc tiêu thụ năng lượng lớn như thế nào. Bởi vì năng lượng ảnh hưởng rất lớn đến thời gian sống của một nút mạng hay rộng lớn hơn sẽ là ảnh hưởng đến hoạt động của cả một mạng.

KẾT LUẬN

Những vấn đề đã nghiên cứu được

Qua phần nghiên cứu trên, ta có thể nắm bắt được tổng quan nhất về mạng cảm biến không dây (về thành phần, kiến trúc, giao thức, các chuẩn hóa), các chỉ tiêu cũng như các thành phần chính của một nút mạng.

Ngoài ra, cũng giới thiệu một số ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong các lĩnh vực đời sống như: quân sự, y tế, công nghiệp, môi trường và sử dụng tại nhà. Từ đó, đưa ra các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế mạng và chỉ ra yếu tố sống còn trong thiết kế mạng cảm biến không dây.

Một trong những thành phần của mạng cảm biến không dây đó là: Lớp vật lý. Trong lớp vật lý ta đã làm rõ được nhiệm vụ, các kiểu truyền thông, cách điều chế và các tiêu chuẩn hiện có (IEEE 802.15.4).

Những vấn đề chưa giải quyết được

Đây mới chỉ là một phần nhỏ trong mạng cảm biến không dây, vì vậy muốn hiểu rõ hơn về WSN thì cần phải tìm hiểu mất rất nhiều thời gian.

Năng lượng là một phần rất quan trọng trong mọi hoạt động của nút mạng, như ở trên ta mới đưa ra được một ví dụ cơ bản nhất về năng lượng tiêu thụ của một nút mạng còn nhiều dạng bài tập về năng lượng của nút mạng cần phải tìm hiểu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Wireless Sensor Network Ian F.Akyildiz and Mehmet Can Vuran
- [2]. Data.and.Computer.Communication.4th.edition
- [3]."Wireless Sensor Network" Wikipedia keyword.
- [4]. Somnath Ghosh, Prakash Veeraraghavan, Samar Singh, and Lei Zhang
Department of Computer Science and Computer Engineering.
- [5]. Ian F. Akyildiz Series in Communication and Networking.