
PHỤ LỤC

LỜI CẢM ƠN	3
LỜI MỞ ĐẦU	4
CHƯƠNG I TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY WSN.....	6
1.1 Giới thiệu mạng WSN:	6
1.2 Các thiết bị WSN:	8
1.2.1 Bộ xử lý nhúng năng lượng thấp:.....	8
1.2.2 Bộ nhớ / Lưu trữ:.....	8
1.2.3 Bộ thu phát vô tuyến:	8
1.2.4 Các sensor (Cảm biến):	9
1.2.5 Hệ thống định vị địa lý GPS (Geo Positioning System):.....	9
1.2.6 Nguồn năng lượng:.....	9
1.3 Đặc trưng và cấu hình mạng cảm biến:	9
1.4 Ứng dụng của mạng cảm biến:	11
1.5 Một số chuẩn mạng cảm biến :.....	12
CHƯƠNG II CHỨC NĂNG LỚP LIÊN KẾT DỮ LIỆU TRONG MẠNG WSN CÁC GIAO THỨC VÀ THỦ TỤC TRUY NHẬP MÔI TRƯỜNG.....	13
2.1 Chức năng lớp liên kết dữ liệu:.....	13
2.2 Đặc điểm của thủ tục MAC:	15
2.3 Các thủ tục MAC truyền thống:.....	19
2.3.1 ALOHA và CSMA:.....	19
2.3.2 Node ẩn và node hiện:	23
2.3.3 MACA (MACA hay CSMA/CA):	24
2.3.4 IEEE 802.11 MAC :.....	25
2.3.5 Kỹ thuật thăm dò:.....	27

CHƯƠNG III	30
HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG CÁC GIAO THỨC MAC VÀ LẬP LỊCH NGỦ KHÔNG ĐỒNG BỘ CHO MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY WSN VÀ PHẦN THỬ NGHIỆM.....	30
3.1 Vấn đề tiết kiệm năng lượng cho mạng cảm nhận không dây:	30
3.2 Nguyên nhân của việc lãng phí năng lượng:	30
3.3 Các yếu tố tác động làm giảm thiểu tiêu thụ năng lượng.	31
3.4 Truy nhập môi trường quan tâm đến năng lượng với việc báo hiệu (Power aware medium-access with signalling - PAMAS):	33
3.5 Lập lịch ngủ:	34
3.6 Các kỹ thuật lập lịch ngủ không đồng bộ:	36
3.6.1 Vô tuyến đánh thức thứ cấp(Secundary wake-up radio).....	36
3.6.2 Kỹ thuật lắng nghe với năng lượng thấp và việc kiểm tra tín hiệu dẫn đầu “preamble” (Low-power listening/preamble sampling):	36
3.6.3 WiseMAC:.....	37
3.6.4 Nơi truyền/nơi nhận – bắt đầu chu kỳ tiếp nhận (Transmitter / receiver – initiated cycle receptions _TICER / RICER):	39
3.7 Phần mềm nhúng:	41
3.8 Phần thực nghiệm:	42
3.8.1 Các thư viện trong chương trình:	42
3.8.2 Các thiết bị sử dụng :.....	44
3.8.3 Tìm hiểu phần mềm tempbroadcast	46
3.8.4 Tiến hành thực nghiệm:	47
3.9 KẾT QUẢ	51
KẾT LUẬN.....	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	53

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên cho phép em gửi lời cảm ơn sâu sắc tới toàn thể các thầy cô giáo trong khoa Công Nghệ Thông Tin - Đại học Dân Lập Hải Phòng, những người đã hết mình truyền đạt cho chúng em những kiến thức quý báu và bổ ích trong suốt 4 năm học vừa qua.

Em cũng xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành nhất tới thầy PGS.TS. Vương Đạo Vy - trường Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc Gia – Hà Nội, người đã luôn tận tình hướng dẫn, trực tiếp truyền thụ cho em những kiến thức, những ý tưởng khoa học mới mẻ và những kinh nghiệm hết sức quý báu trong suốt quá trình làm đồ án này.

Em cũng xin cảm ơn đến những người thân và toàn thể bạn bè đã giúp đỡ, đóng góp ý kiến và động viên em trong suốt quá trình làm đồ án.

Hải Phòng, tháng 07 năm 2009.

Sinh viên:

Trần Thị Tính

LỜI MỞ ĐẦU

Trong thời đại khoa học và công nghệ bùng nổ theo từng ngày, nhu cầu sử dụng các hệ thống viễn thông ngày càng cao. Vì vậy, đòi hỏi các kĩ thuật thu thập, xử lý và truyền dữ liệu phải chính xác và nhanh chóng. Để đáp ứng được nhu cầu đó thì cần phải phát triển một hệ thống truyền thông không dây kết hợp với sự đa dạng hoá các loại hình dịch vụ. Và khi nghĩ đến mạng không dây thì người ta nghĩ ngay đến các thiết bị di động, PDA, hay laptop,... Các thiết bị này có giá thành cao, theo một mục đích cho trước và dựa trên cơ sở hạ tầng đã có sẵn. Bên cạnh đó, các nhu cầu trong các lĩnh vực như: quân sự (kích hoạt thiết bị, điều khiển tự động các thiết bị robot,...), y tế (định vị, theo dõi tình trạng sức khoẻ bệnh nhân, báo động khẩn cấp một cách tự động,...), môi trường (giám sát lũ lụt, thiên tai,...) và một số lĩnh vực khác về đời sống (nhà thông minh, điều khiển tự động tránh ùn tắc giao thông,...) cũng cần sử dụng các hệ thống viễn thông. Để giải quyết được nhu cầu đó, người ta đã phát triển hệ thống mạng cảm biến không dây (Wireless Sensor Network _ WSN). Mạng WSN tạo ra môi trường giao tiếp giữa các thiết bị thông minh hay giữa các thiết bị thông minh với con người hoặc các hệ thống viễn thông khác. Một lĩnh vực nổi bật của mạng cảm nhận không dây (WSN) là sự kết hợp việc cảm nhận, tính toán và truyền thông vào một thiết bị nhỏ. Thông qua mạng lưới (mesh networking protocols), những thiết bị này tạo ra một sự kết nối rộng lớn trong thế giới vật lý. Mạng WSN tạo ra môi trường giao tiếp giữa các thiết bị thông minh hay giữa các thiết bị thông minh với con người hoặc các hệ thống viễn thông khác. Trong khi khả năng của từng thiết bị là rất nhỏ, sự kết hợp hàng trăm thiết bị như vậy yêu cầu là phải có công nghệ mới.

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

Ngoài những ưu điểm mà WSN mang lại thì còn có những khuyết điểm về khả năng hoạt động mạng. Có thể hiểu đơn giản mạng WSN là mạng liên kết các node bằng sóng vô tuyến, trong đó các node mạng thường là các thiết bị đơn giản, gọn nhẹ, rẻ tiền, có số lượng lớn và phân bố khá rộng. Lưu lượng dữ liệu lưu thông trong WSN là thấp và không liên tục, thông thường thời gian 1 node mạng ở trạng thái nghỉ lớn hơn trạng thái hoạt động rất nhiều, do vậy cần có giải pháp tiết kiệm năng lượng tối đa. Hơn nữa, các node mạng còn phải hoạt động trong môi trường khắc nghiệt, được bố trí ngẫu nhiên nên có thể di chuyển làm thay đổi cấu hình mạng, vì thế đòi hỏi các node mạng phải có khả năng tự động cấu hình và thích nghi. Khó khăn cuối cùng là vấn đề bảo mật và an ninh do khả năng hoạt động tự động của các node mạng.

Luận văn gồm :Phần Mở đầu,3 chương nội dung,phần kết luận,tài liệu tham khảo

Đồ án này tập trung vào các thủ tục điều khiển thâm nhập môi trường của mạng WSN và được chia làm 3 chương nội dung:

- Chương 1: Tổng quan về mạng cảm biến không dây WSN, các ứng dụng của nó trong đời sống và một số chuẩn của mạng cảm nhận không dây WSN.
- Chương 2: Giới thiệu về chức năng của lớp liên kết dữ liệu trong mạng cảm biến không dây và một số thủ tục điều khiển truy nhập môi trường.
- Chương 3: Vấn đề tiết kiệm năng lượng trong mạng cảm nhận không dây WSN.Lập lịch ngủ không đồng bộ cho truyền thông trong mạng WSN.Sau đó tìm hiểu và thử nghiệm phần mềm Tempbroadcast.Từ đó đưa ra được sơ đồ giải thuật và thực nghiệm của kỹ thuật thăm dò là một trong số các thủ tục truy nhập môi trường.

Với kiến thức hạn hẹp, thời gian nghiên cứu không dài, tài liệu tham khảo có chưa nhiều, do vậy đồ án không tránh khỏi những sai sót. Mong quý thầy cô cùng các bạn chia sẻ, góp ý để đồ án được hoàn thiện.

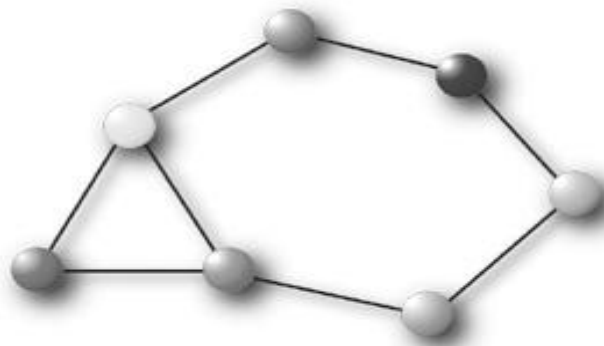
CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY WSN (Wireless Sensor Network)

1.1 Giới thiệu mạng WSN:

WSN (Wireless Sensor Network), tiếng Việt gọi là mạng cảm biến không dây

Mạng cảm biến không dây là một trong những công nghệ thông tin mới phát triển nhanh chóng nhất, với nhiều ứng dụng trong nhiều lĩnh vực: điều khiển quá trình công nghiệp, bảo mật và giám sát, cảm biến môi trường, kiểm tra sức khỏe...



Hình 1.1: Biểu tượng của mạng WSN

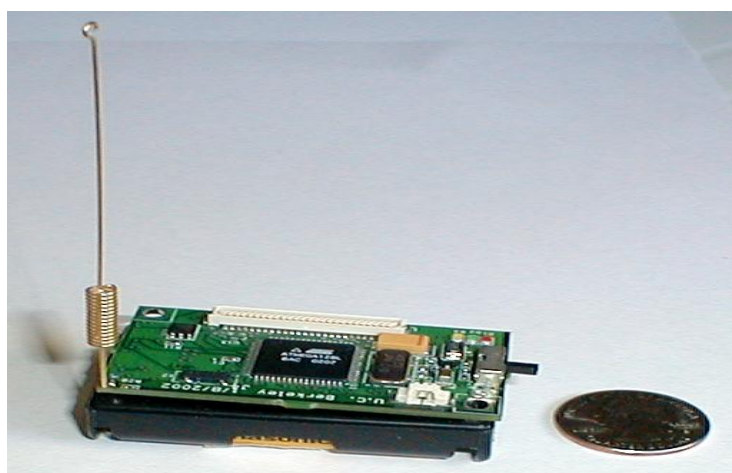
Mạng cảm biến không dây WSN là mạng liên kết các node với nhau nhờ sóng vô tuyến. Trong đó, mỗi node mạng bao gồm đầy đủ các chức năng để cảm nhận, thu thập, xử lý và truyền dữ liệu. Các node mạng thường là các thiết bị đơn giản, nhỏ gọn, giá thành thấp và có số lượng lớn được phân bố một cách không có hệ thống trên phạm vi rộng, sử dụng nguồn năng lượng (pin) hạn chế, thời gian hoạt động lâu dài.

Các mạng vô tuyến khác bao gồm mạng tế bào (cellular), mạng WLAN_ Wireless Local Area Network (802.11 a và b), và mạng phạm vi ở nhà (Bluetooth). Các gói chuyển từ mạng này qua mạng khác để hỗ trợ internet không dây, nhưng tiếng nói vẫn là ứng dụng ưu thế hơn trong mạng tế bào. Mạng tế bào với đích đến là

tại những người sử dụng có tính di động cao. Tốc độ dữ liệu cho tính di động tại mức này bị giới hạn do dịch tần Doppler. Mặt khác, WLAN có tốc độ dữ liệu cao. Bluetooth có đích đến là tại nhà. Tốc độ dữ liệu mong muốn có dải vô tuyến (radio) thấp hơn và ngắn hơn nhiều, tính di động cũng thấp.

WSN khác với các mạng trên. Nó có 1 số lượng lớn các node. Khoảng cách giữa các node lân cận là ngắn hơn so với các mạng trên. Do WSN hoàn toàn chỉ là các node, chi phí cho mỗi node là ít. Mức tiêu thụ năng lượng thấp hơn nhiều bởi vì việc thay thế pin của mỗi node thậm chí 1 tháng 1 lần sẽ rất vất vả. Tốc độ dữ liệu và tính di động trong WSN cũng thấp hơn. Hơn nữa, trong dữ liệu của sensor vốn đã dư thừa.

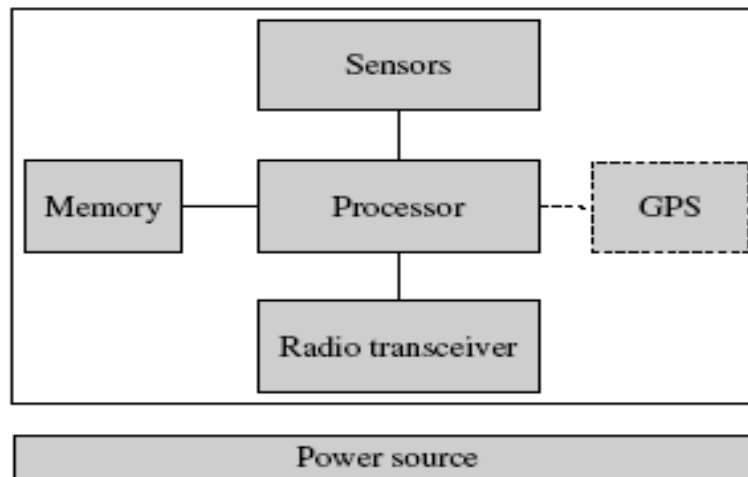
Các nhà nghiên cứu ở Berkeley đã phát triển các thiết bị mạng cảm biến không dây, gọi là các hạt bụi “motes”, nó được sử dụng công khai, sẵn sàng để thương mại hóa, cùng với TinyOS một hệ điều hành kết nối nhúng để có thể dễ dàng sử dụng thiết bị này. Hình dưới minh họa 1 thiết bị “mote” của Berkeley. Sự tiện ích của các thiết bị này đó là: chúng như một chương trình dễ sử dụng, hoạt động đầy đủ, với giá tương đối rẻ, cho các thí nghiệm và triển khai thực tế đã mang lại một vai trò đầy đủ trong cuộc cách mạng vàng của mạng cảm biến không dây.



Hình 1.2: 1 thiết bị “mote” của Berkeley

1.2 Các thiết bị WSN:

Các thiết bị chính tạo ra mạng cảm biến không dây:



Hình 1.3: Sơ đồ mạng cảm biến không dây cơ bản

1.2.1 Bộ xử lý nhúng năng lượng thấp:

Các nhiệm vụ của máy tính trên thiết bị WSN bao gồm: quá trình xử lý thông tin cảm biến cục bộ cũng như thông tin truyền bởi các cảm biến khác. Hiện nay chủ yếu do sự kìm hãm kinh tế, các bộ xử lý gắn vào thiết bị thường bị hạn chế trong phạm vi năng lượng. Yêu cầu một xử lý đó là giá thành rẻ, tích hợp được dễ dàng với các cảm biến, tiêu thụ điện năng thấp.... Bộ vi xử lý có chức năng thu thập thông tin, xử lý dữ liệu truyền nhận giữa các nút mạng

1.2.2 Bộ nhớ / Lưu trữ:

Lưu trữ dưới dạng RAM (Random Access Memory) và ROM (Read-only memory) cả bộ nhớ chương trình (các lệnh thực hiện bởi bộ xử lý) và bộ nhớ dữ liệu (lưu các kết quả đo chưa qua xử lý và đã xử lý bởi sensor; các thông tin cục bộ khác). Chất lượng bộ nhớ và lưu trữ trên board của thiết bị WSN thường bị giới hạn đáng kể bởi lý do kinh tế và dĩ nhiên vấn đề này sẽ được cải tiến theo thời gian.

1.2.3 Bộ thu phát vô tuyến:

Thiết bị WSN: tốc độ thấp, vô tuyến không dây dải ngắn (10→100kbps, <100m). Trong thời điểm hiện nay nó bị giới hạn về dung lượng, và sẽ được cải thiện 1 cách

tin tức vào thời gian tới về các mặt: cải thiện giá thành, hiệu quả phổ, triệt tiếng ồn, fading, và xuyên nhiễu.

Trong WSN thì truyền vô tuyến là một quá trình sử dụng năng lượng mạnh nhất, do đó vô tuyến cần phải kết hợp hiệu quả năng lượng giữa các chế độ ngủ và chế độ hoạt động

1.2.4 Các sensor (Cảm biến):

Do giới hạn băng thông và nguồn, các thiết bị WSN chỉ hỗ trợ bộ cảm biến tốc độ dữ liệu thấp. Bộ cảm biến chính là thiết bị thu thập thông tin dữ liệu. Tùy theo mỗi ứng dụng mà có 1 loại sensor riêng: cảm biến nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm, áp suất, gia tốc kế, từ kế, âm thanh hay thậm chí là hình ảnh có độ phân giải thấp.

1.2.5 Hệ thống định vị địa lý GPS (Geo Positioning System):

Trong nhiều ứng dụng của WSN, quan trọng nhất là ứng dụng cho các phép đo sensor để đánh dấu vị trí. Cách đơn giản nhất để khoanh vùng vị trí là tiền cấu hình cho sensor ở vị trí triển khai; tuy nhiên nó chỉ mang tính khả thi trong một số điều kiện triển khai nhất định.

1.2.6 Nguồn năng lượng:

Sử dụng nguồn năng lượng để có thể triển khai hoạt động của thiết bị WSN như nguồn pin. Trong những ứng dụng tập hợp dữ liệu (data-gathering) cơ bản, có một node được xem như node sink, tất cả dữ liệu từ các node sensor nguồn đến nó là trực tiếp. Đối với mạng cài đặt năng lượng truyền thấp hơn hay triển khai trên diện rộng thì sử dụng cấu trúc hình cây đa hop. Trong trường hợp này, một vài node được xem như node nguồn, và định tuyến cho các nguồn khác.

1.3 Đặc trưng và cấu hình mạng cảm biến:

Một node trong mạng WSN thông thường bao gồm 2 phần:

- phần cảm biến (sensor) hoặc điều khiển
- phần giao tiếp vô tuyến (*Radio frequency* transceiver)

Do số lượng node trong WSN là lớn và không cần các hoạt động bảo trì, nên yêu cầu thông thường đối với 1 node mạng là giá thành thấp (10 - 50 usd) và kích thước nhỏ gọn (diện tích bề mặt vài đến vài chục cm^2). Do giới hạn về nguồn năng lượng cung cấp (pin,...) giá thành và yêu cầu hoạt động trong một thời gian dài, nên vấn đề tiêu thụ năng lượng là tiêu chí thiết kế quan trọng nhất trong mạng cảm biến:

***Lớp vật lý (physical layer)**: tương đối đơn giản, gọn nhẹ do ràng buộc về kích thước và khả năng tính toán của node. Kỹ thuật điều chế tín hiệu số: O-QPSK, FSK cải thiện hiệu suất bộ khuếch đại công suất. Các kỹ thuật mã hóa sửa sai phức tạp như Turbo Codes, mã LDPC (*Low-density parity-check code*) không được sử dụng, kỹ thuật trải phổ được sử dụng để cải thiện tỉ số tín hiệu trên nhiễu (SNR_signal noise rate) ở thiết bị thu và giảm ảnh hưởng fading của kênh truyền.

***Lớp MAC (Media Access Control)**: kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA_Time Division Multiple Access) hoặc đa truy nhập cảm nhận sóng mang tránh xung đột (CSMA/CA_Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) hiệu chỉnh với mục đích là giảm mức năng lượng tiêu thụ.

***Lớp định tuyến (routing layer)**: giao thức định tuyến quan tâm đến năng lượng “power aware”, định tuyến địa lý (geography routing),... WSN thường được triển khai trên một phạm vi rộng, số lượng node mạng lớn và được phân bố một cách tương đối ngẫu nhiên, các node mạng có thể di chuyển làm thay đổi sơ đồ mạng ... do vậy WSN đòi hỏi 1 cấu trúc mạng linh động (ad-hoc, mesh, star,...) và các node mạng có khả năng tự điều chỉnh, tự cấu hình. Trong 1 số ứng dụng WSN thông dụng (giám sát, cảm biến, môi trường,...) địa chỉ ID của các node chính là vị trí địa lý và giao thức định tuyến dựa vào vị trí địa lý này gọi là giao thức định tuyến địa lý (Geography routing protocol _GRT). Đối với mạng có số lượng lớn các node, sơ đồ mạng không ổn định... thì GRT giúp đơn giản hóa giải thuật tìm đường, giảm dữ liệu bảng định tuyến (routing table) lưu trữ tại các node. GRT phù hợp với các WSN cố định, tuy nhiên đối với các node di động (địa chỉ ID node thay đổi) giao thức định tuyến trở nên phức tạp và không ổn định.

Cấu hình cho mạng WSN cũng tương tự như WLAN nhưng phức tạp hơn WLAN vì số lượng các node cũng như phạm vi hoạt động là khá lớn. Các dạng cấu hình trong mạng WSN còn phải đáp ứng được các hàm kết nối của từng dạng để đảm bảo mạng hoạt động.

Do giới hạn khả năng tính toán của từng node mạng cũng như để tiết kiệm năng lượng, WSN thường sử dụng các phương pháp tính toán và xử lý tín hiệu phi tập trung (giảm tải cho node gần hết năng lượng) hoặc gửi dữ liệu cần tính toán cho các trạm cơ sở (có khả năng xử lý tín hiệu mạnh và ít ràng buộc về tiêu thụ năng lượng).

1.4 Ứng dụng của mạng cảm biến:

WSN được ứng dụng đầu tiên trong các lĩnh vực quân sự. Cùng với sự phát triển của ngành công nghiệp điều khiển tự động, robotic, thiết bị thông minh, môi trường, y tế ... WSN ngày càng được sử dụng nhiều trong hoạt động công nghiệp và dân dụng.

Một số ứng dụng cơ bản của WSN:

- Cảm biến môi trường:
 - ✓ quân sự: phát hiện mìn, chất độc, dịch chuyển quân địch,...
 - ✓ công nghiệp: hệ thống chiếu sáng, độ ẩm, phòng cháy, chống rò rỉ,...
 - ✓ dân dụng: hệ thống điều hòa nhiệt độ, chiếu sáng,...
- Điều khiển:
 - ✓ quân sự: kích hoạt thiết bị, vũ khí quân sự,...
 - ✓ công nghiệp: điều khiển tự động các thiết bị, robot,...
- Theo dõi, giám sát, định vị:
 - ✓ quân sự: định vị, theo dõi sự dịch chuyển thiết bị, quân đội,...
- Môi trường:
 - ✓ giám sát lũ lụt, bão, gió, mưa,...
 - ✓ phát hiện ô nhiễm, chất thải...
- Y tế: định vị, theo dõi bệnh nhân, hệ thống báo động khẩn cấp,...

- Hệ thống giao thông thông minh:
 - ✓ giao tiếp giữa biển báo và phương tiện giao thông, hệ thống điều tiết lưu thông công cộng, hệ thống báo hiệu tai nạn, kẹt xe,...
 - ✓ hệ thống định vị phương, trợ giúp điều khiển tự động phương tiện giao thông,...
- Gia đình: nhà thông minh: hệ thống cảm biến, giao tiếp và điều khiển các thiết bị thông minh,...

WSN tạo ra môi trường giao tiếp giữa các thiết bị thông minh, giữa các thiết bị thông minh và con người, giữa các thiết bị thông minh và các hệ thống viễn thông khác (hệ thống thông tin di động, internet,...)

1.5 Một số chuẩn mạng cảm biến :

Do phạm vi ứng dụng của WSN rất rộng lớn, tính chất, đặc trưng của mạng phụ thuộc vào ứng dụng triển khai cụ thể. Do vậy, các công ty, các phòng thí nghiệm vẫn thường phát triển, triển khai giao thức riêng (MAC, Routing, synchronisation) phù hợp cho từng ứng dụng cụ thể dựa trên các thiết bị phần cứng (transceiver chip) trên thị trường. Một số chuẩn WSN được biết đến:

ALOHA system (U. of Hawaii)

PRNET system (U.S. Defense)

WINS (U. of California)

PicoRadio (U. of California)

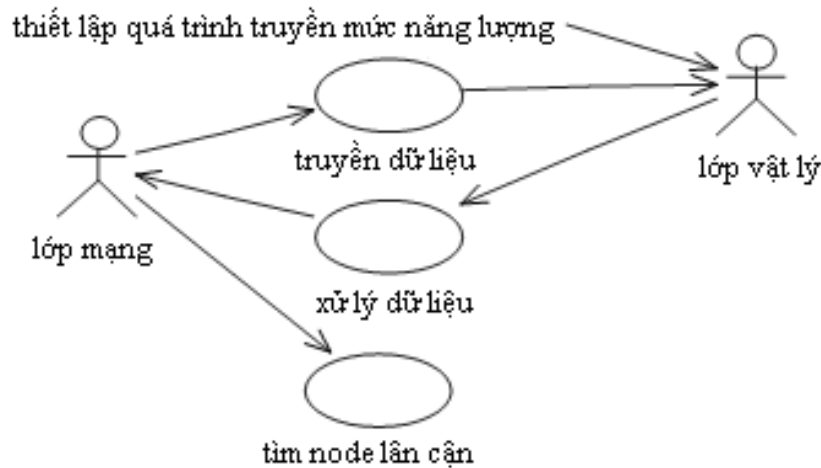
MicroAMPS (M.I.T)

MANET (Mobile ad-hoc Network)

Zigbee: dựa trên physical layer và MAC layer của chuẩn WPAN 802.15.4

- ❖ Khối *MAC*: truy nhập việc điều khiển. Nó chỉ rõ thời gian 1 node có thể truyền và kênh gì sử dụng cho việc truyền.
- ❖ Khối *Điều khiển lỗi*: mã hoá hay giải mã dữ liệu dựa trên 1 sự dò lỗi cụ thể hay mã sửa lỗi.
- ❖ Khối *Truyền dữ liệu*: truyền dữ liệu đến lớp vật lý.
- ❖ Khối *Địa chỉ cục bộ*: trả lời cho việc ấn định 1 địa chỉ duy nhất đến 1 node.
- ❖ Khối *Định vị trí*: tính toán hoặc xác định vị trí của 1 node dựa trên vị trí của chính nó (hoặc vị trí mà nó giả sử), các vị trí của các node lân cận (được giả sử), các khoảng cách giữa các node lân cận và chính node đó.
- ❖ Khối *Xử lý dữ liệu*: xử lý dữ liệu từ lớp vật lý
- ❖ Khối *Danh sách node lân cận*: tạo ra và chứa danh sách node lân cận. Danh sách node lân cận (neighbor) có thông tin về mỗi neighbor sau: định vị trí, địa chỉ cục bộ, phép đo liên kết.
- ❖ Khối *Tính di động*: hỗ trợ các node di động
- ❖ Khối *Phép đo liên kết*: cung cấp 1 phép đo (metric) cho mỗi liên kết (link). Lớp mạng sử dụng metric để tính toán xác suất của việc xác định đường truyền. Khối cũng lưu giữ trạng thái kênh (khối MAC cần), và đo cường độ tín hiệu nhận RSSI _Received Signal Strength Indicate (khối định vị trí cần)
- ❖ Khối *Điều khiển nguồn*: chỉ rõ mức năng lượng truyền.

→ Các khối được mô tả ở trên làm việc với nhau để thực hiện các nhiệm vụ trong lớp liên kết dữ liệu. Mô hình dưới đây chỉ ra cách làm thế nào để các lớp khác sử dụng lớp liên kết dữ liệu này. Những con người trong mô hình dưới đây biểu diễn sự liên kết, giao tiếp với lớp liên kết dữ liệu. Ví dụ: lớp mạng sẽ sử dụng lớp liên kết dữ liệu để truyền dữ liệu đến lớp vật lý và nhận dữ liệu từ nó. Nó cũng tìm kiếm danh sách của các node lân cận trong lớp liên kết dữ liệu để biết thông tin cụ thể của node đó.



Hình 2.2: Mô hình mức hệ thống lớp liên kết dữ liệu

MAC là một chức năng quan trọng được hỗ trợ trong lớp liên kết dữ liệu.

2.2 Đặc điểm của thủ tục MAC:

Thủ tục (giao thức) là tập hợp các quy tắc, qui ước chung để cho 2 hoặc nhiều thiết bị có thể truyền thông với nhau. Việc trao đổi thông tin, cho dù là đơn giản cũng phải tuân theo những quy tắc nhất định. Do đó việc truyền thông tin trên mạng cũng cần phải có những qui ước về nhiều mặt, từ khuôn dạng (cú pháp, ngữ nghĩa) của dữ liệu cho tới các thủ tục gửi, nhận dữ liệu, kiểm soát hiệu quả và chất lượng truyền tin, xử lý các lỗi và sự cố. Yêu cầu về xử lý và trao đổi thông tin của người sử dụng càng cao thì các qui tắc càng nhiều và phức tạp hơn. Tập tất cả các qui tắc, qui ước đó được gọi là thủ tục hay giao thức (protocol) mạng. Các mạng có thể sử dụng các giao thức khác nhau tùy lựa chọn của nhà thiết kế và yêu cầu của người sử dụng.

Một đặc điểm chủ yếu của truyền thông vô tuyến (wireless) là cung cấp một môi trường chia sẻ sẵn có. Tất cả các thủ tục điều khiển truy nhập môi trường (MAC_ *Media Access Control*) cho mạng wireless là quản lý việc sử dụng giao diện (interface) vô tuyến để đảm bảo tận dụng hiệu quả việc chia sẻ băng thông. Các thủ tục MAC thiết kế cho mạng WSN có thêm một mục tiêu của việc quản lý sự hoạt động radio để bảo tồn năng lượng. Vì thế, trong khi các thủ tục MAC truyền thống

phải cân bằng về thông lượng, độ trễ, và các mối quan tâm khác, thì các thủ tục MAC trong mạng WSN đặt việc sử dụng hiệu quả năng lượng là mối quan tâm chính.

Thủ tục điều khiển thâm nhập môi trường trong WSN cũng có phần giống với WLAN tuy nhiên do yêu cầu về tiết kiệm năng lượng tối đa của các node, WSN đưa ra các giải pháp để giải quyết việc tiết kiệm năng lượng bằng các chế độ lập lịch thức, ngủ cho mỗi quá trình truyền và nhận dữ liệu của mỗi node.

Quản lý năng lượng là 1 vấn đề thách thức trong các giao thức truyền thông mong muốn trong mạng WSN. Việc lãng phí năng lượng xảy ra chủ yếu do xung đột (2 node truyền xen vào tại cùng thời điểm), nghe lỏm (overhearing - 1 node nhận 1 gói mà đích đến không phải là nó), tăng chi phí gói tin điều khiển (control packet overhead) và lắng nghe khi môi trường rỗi (idle listening) (sóng vô tuyến của 1 node là hoạt động thậm chí khi không có dữ liệu để truyền hoặc nhận). Những vấn đề này có mặt trong tất cả các mạng môi trường chia sẻ và nói chung được các kĩ thuật MAC khắc phục.

❖ Mục tiêu chính của thủ tục lớp MAC là để phân phát cho các kênh vô tuyến được chia sẻ trong số các node sensor giống nhau và để đảm bảo rằng không có 2 node truyền xen vào tại cùng thời điểm. Bởi vì tiềm năng của nó cho việc tránh lãng phí năng lượng không cần thiết, MAC trong WSN đã trở thành lĩnh vực nghiên cứu rộng.

- ❖ Các thuộc tính quan trọng của thủ tục MAC là:
 - ✓ Tránh xung đột: nhiệm vụ cơ bản là điều khiển truy nhập môi trường
 - ✓ Hiệu suất năng lượng: quan trọng nhất
 - ✓ Tính mở rộng và tính thích nghi: để thay đổi kích thước mạng, mật độ node và topo mạng. Số lượng các node thay đổi theo thời gian
 - ✓ Độ trễ (latency)
 - ✓ Bình đẳng (fairness)
 - ✓ Thông lượng
 - ✓ Việc sử dụng băng thông

❖ Các thủ tục MAC có thể chia thành các loại khác nhau dựa trên các nguyên tắc khác nhau. Một vài thủ tục được tập trung với trạm gốc hoặc chủ nhóm làm điều khiển truy nhập; vài thủ tục thì được phân phối, vài thủ tục khác thì sử dụng 1 kênh đơn lẻ, vài thủ tục khác thì sử dụng nhiều kênh, vài thủ tục khác nữa thì sử dụng các kiểu khác nhau của truy cập ngẫu nhiên, vài thủ tục khác thì sử dụng việc dành riêng là lập chương trình. Các thủ tục đó cũng được tối ưu cho những điều khác như: năng lượng, độ trễ, thông lượng, sự bình đẳng, chất lượng và dịch vụ (QoS), hoặc hỗ trợ cho nhiều dịch vụ khác.

✓ Thủ tục MAC trong WSN có thể được phân thành 2 loại:

- thủ tục cạnh tranh cơ bản (contention-based)
- thủ tục cạnh tranh tự do (contention-free)

Một chủ đề chung cho tất cả các thủ tục này là đặt một “chế độ ngủ” của radio với năng lượng thấp theo chu kỳ hoặc vào bất cứ lúc nào có thể thực hiện được khi 1 node không nhận hoặc không truyền.

a) Thủ tục cạnh tranh cơ bản (contention-based):

Các thủ tục contention-based như: Aloha, CSMA (Carrier Sense Multiple Access), MACA (Multiple Access with Collision Avoidance), IEEE802.11, PAMAS (Power Aware Medium Access with Signaling), S-MAC (Sensor MAC),... Trong số đó quan trọng là: IEEE 802.11, PAMAS và S-MAC.

- Các kỹ thuật Aloha và CSMA: là không được xác định trước nên dễ gây ra xung đột và năng lượng bị hạn chế.
- MACA: các bản tin điều khiển RTS/CTS (Request To Send/ Clear To Send) giải quyết được vấn đề node ẩn, hiện
- IEEE 802.11: mặc dù được sử dụng rộng rãi vì tính đơn giản của nó và tính chất mạnh (robustness) chống lại vấn đề node ẩn, không phải là 1 giao thức hiệu quả năng lượng, vì vậy nó không dùng vào việc tránh vấn đề nghe lỏm (overhearing) và lắng nghe khi môi trường rảnh (idle listening).
- PAMAS: có thể dùng để tránh vấn đề nghe lỏm (overhearing)

- S-MAC: 1 cải tiến của PAMAS, giảm lãng phí từ idle listening bằng cách làm cho các node tắt đi các radio của chúng khi rảnh rỗi. Tuy nhiên, khoảng thời gian ngủ là như nhau cho mỗi node, gây bất lợi cho các node có ít năng lượng. Việc làm cho các node càng ngủ ít thì càng có thể tăng hiệu suất.

b) Thủ tục cạnh tranh tự do (contention-free):

Thủ tục này sử dụng kỹ thuật FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), TDMA (Time Division Multiple Access), CDMA (Code Division Multiple Access),...

- Thủ tục sử dụng FDMA hoặc CDMA để tránh xuyên nhiễu giữa các link liên kề. Hạn chế của thủ tục này là băng thông sử dụng thấp vì 1 node chỉ có thể nói chuyện với 1 node lân cận tại 1 kênh tần số. CDMA rất phức tạp và không thể thực hiện được với tài nguyên giới hạn của các node mạng sensor. FDMA không có hiệu quả cho các bản tin theo chu kì trong các hệ thống thời gian thực.
- TDMA truyền thống được thực hiện dựa trên 1 bảng mà xác định bản tin có truy nhập đến mạng tại mọi thời điểm đã biết trước. Lịch TDMA là xác định trước và rất có hiệu quả. Trong tương lai, lịch này có thể được tối ưu cho mỗi node để gồm các bản tin mà nó gửi hoặc nhận. Tuy nhiên việc thực hiện đó cần nhiều bộ nhớ. Thủ tục này thuận lợi hơn thủ tục contention-based là: không có xung đột, hoặc tăng chi phí gói điều khiển. Tuy nhiên, các thủ tục TDMA không có sự mở rộng tốt như các thủ tục contention-based.
- Thủ tục khác được đưa ra bởi Woo và Culler sử dụng 1 kỹ thuật điều khiển tốc độ thích hợp dựa trên CSMA. Thủ tục này cố gắng để đạt 1 vị trí băng thông tốt để tất cả các node phần nào tiết kiệm được năng lượng hơn tại mỗi node trong 1 mạng đa bước (multi-hop).
- Piconet là 1 thủ tục khác giống như S-MAC được thiết kế cho các mạng vô tuyến ad-hoc năng lượng thấp, đặt các node vào chu kì ngủ cho việc bảo tồn năng lượng. Cho sự đồng bộ, piconet làm cho 1 node phát broadcast địa chỉ của nó

trước khi nó bắt đầu lắng nghe. Hạn chế của thủ tục này là nếu 1 node muốn nói chuyện với node lân cận, nó phải đợi cho đến khi nó có địa chỉ của node lân cận đó. Ở đề tài này trọng tâm chỉ là các thủ tục MAC contention-based. Các thủ tục MAC contention-based có một thuận lợi hơn thủ tục MAC contention-free ở tốc độ dữ liệu thấp, đặc tính trễ thấp hơn và thích nghi tốt hơn với các biến đổi của lưu lượng.

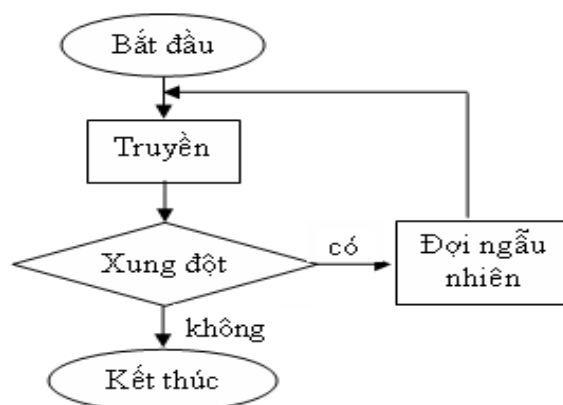
2.3 Các thủ tục MAC truyền thống:

2.3.1 ALOHA và CSMA:

- ALOHA: truyền bất cứ khi nào dữ liệu đã sẵn sàng gửi.
- CSMA: Carrier Sense Multiple Access (đa truy nhập cảm nhận sóng mang)

a) Aloha: thuận lợi chính của mô hình truy nhập ngẫu nhiên Aloha là nó đơn giản. Các node có thể truyền dữ liệu của chúng bất chấp sự hoạt động của các node khác. Nếu bản tin nhận thành công thì node gốc gửi 1 ACK (acknowledgment) qua 1 kênh (feedback). Nếu node không nhận được 1 ACK thì node truyền lại bản tin sau khi đợi một thời gian ngẫu nhiên. Độ trễ chủ yếu được xác định bởi xác suất mà gói tin không nhận được (bởi vì xuyên nhiễu từ quá trình truyền khác được gọi là 1 sự xung đột) và giá trị trung bình của thời gian đợi ngẫu nhiên trước khi quá trình truyền lại.

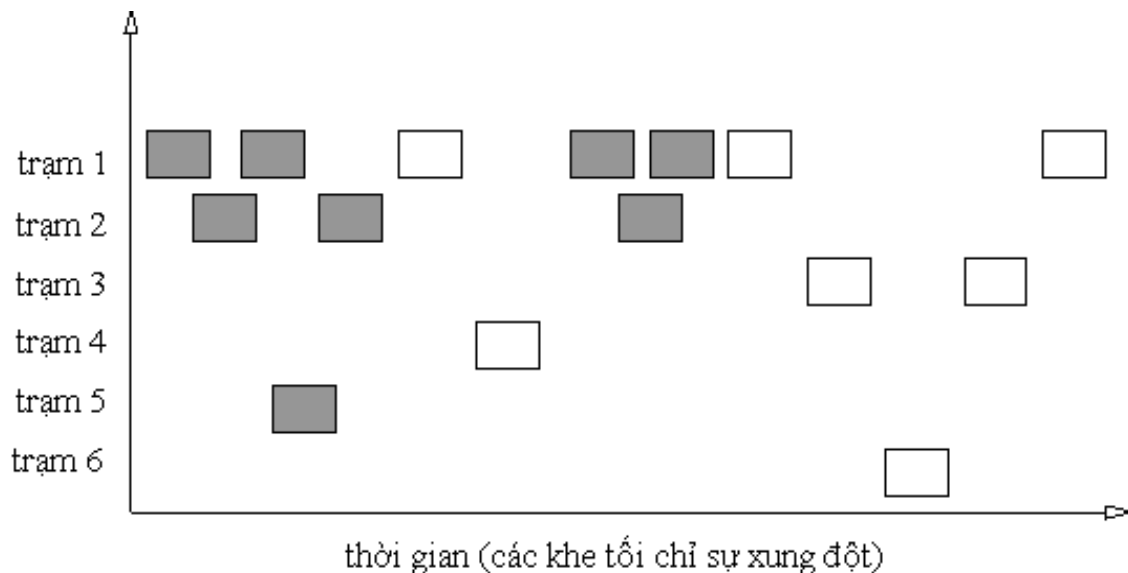
Nguyên lý Aloha:



Hình 2.3: mô tả quá trình node xử lý trong mạng truy cập ngẫu nhiên Aloha

Các dạng đơn giản nhất của truy nhập môi trường là Aloha không chia khe (unslotted Aloha) và Aloha có chia khe (slotted Aloha).

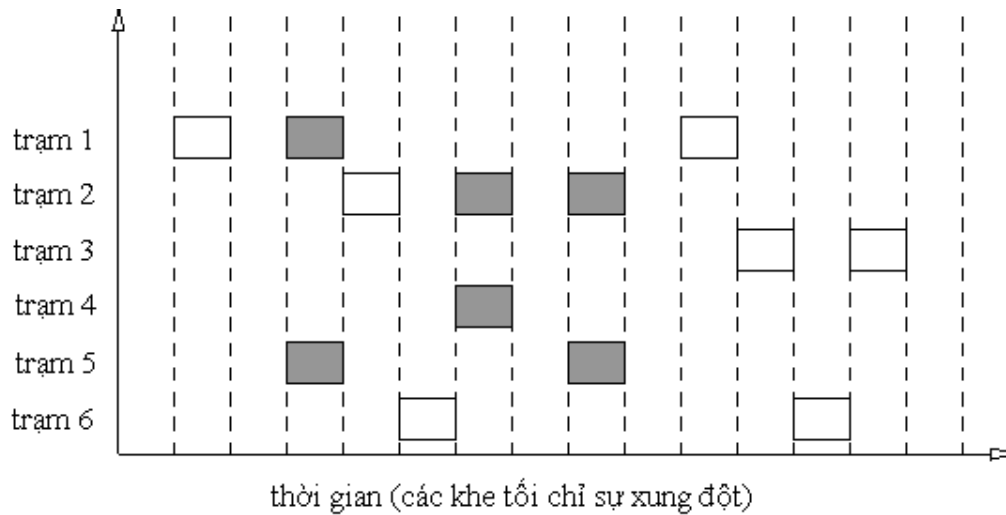
- ❖ Ở Aloha không chia khe (unslotted Aloha) mỗi node hoạt động độc lập nhau và thường là truyền 1 gói bất cứ khi nào nó được gửi tới, nếu xung đột xảy ra, thì gói sẽ phải truyền lại sau 1 chu kì chờ ngẫu nhiên.



Hình 2.4: Aloha không chia khe

➔ Hạn chế quan trọng ở đây là gói tin gửi đã nhận hay chưa. Để giải quyết vấn đề này, trong mô hình Aloha không chia khe, khi 1 node kết thúc việc truyền, nó mong chờ 1 ACK trong 1 lượng thời gian hạn chế. Mặt khác, nó truyền lại dữ liệu một cách dễ dàng. Mô hình này làm việc tốt trong các mạng nhỏ nơi mà tải không cao. Nhưng trong mạng lớn, đòi hỏi nhiều tải, nơi mà nhiều node có thể muốn truyền tại cùng thời điểm, thì mô hình này không dùng được. Do đó dẫn tới sự phát triển của Aloha có chia khe.

- ❖ Ở Aloha có chia khe thì làm việc theo cách tương tự, nhưng chỉ cho phép truyền trong những khe đồng bộ riêng. Một khe bằng thời gian truyền 1 frame. Các node chỉ bắt đầu truyền các frame tại điểm bắt đầu của các khe. Các node được đồng bộ để mỗi node biết khi nào các khe bắt đầu. Nếu 2 hoặc nhiều hơn các frame xung đột trong 1 khe, thì tất cả các node dò tìm xung đột trước điểm cuối của khe.



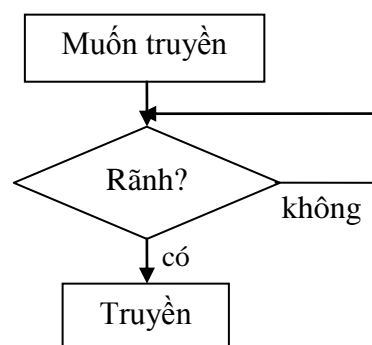
Hình 2.5: Slotted Aloha

Trong giao thức này, số xung đột có thể xảy ra được giảm. Và vì thế, nó thực hiện tốt hơn Unslotted Aloha. Các xung đột chỉ có thể xảy ra với các node đã sẵn sàng nói tại cùng thời điểm. Đây là 1 sự giảm đáng kể.

b) CSMA.

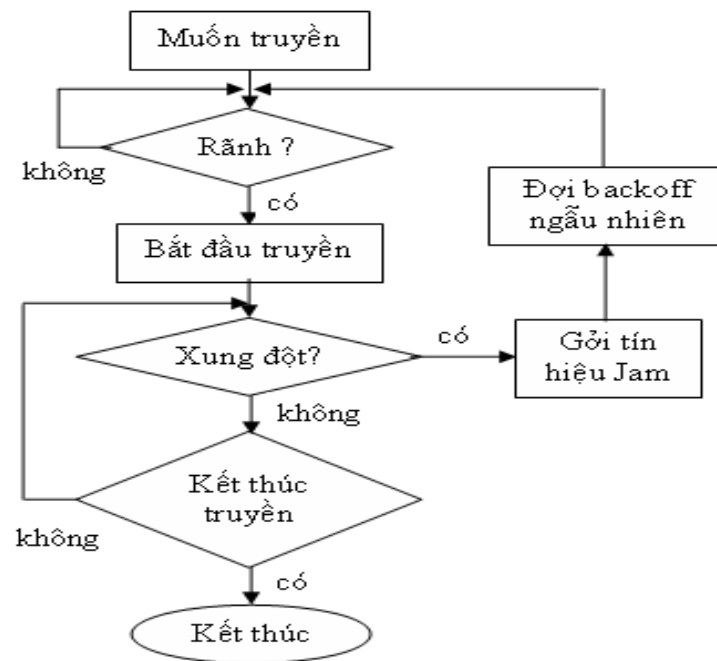
Thủ tục MAC cổ điển khác là thủ tục điều khiển truy nhập môi trường cảm nhận sóng mang

Trong CSMA, một node muốn truyền thì trước hết phải lắng nghe kênh xem lúc nào nó rảnh (trống). Nếu kênh rảnh, thì node thực hiện quá trình truyền. Nếu kênh bận, thì node chờ 1 chu kì back-off ngẫu nhiên và thử lại. CSMA với sự phát hiện xung đột là 1 kĩ thuật cơ bản được sử dụng trong chuẩn IEEE 802.3/Ethernet. Tuy nhiên vẫn chưa giải quyết được vấn đề node ẩn và node hiện.



Hình 2.6: Giao thức CSMA

Giao thức CSMA không xác định rõ việc dò xung đột hoặc xử lý xung đột. Vì vậy, xung đột có thể và sẽ xảy ra rõ ràng. Đây là giao thức không tốt cho các mạng lớn, nhiều load. Vì vậy, chúng ta cần cải tiến qua CSMA, điều này dẫn đến sự phát triển của CSMA/CD.



Hình 2.7: giao thức CSMA/CD

Trong mạng Ethernet, CSMA được sử dụng với chế độ CSMA/CD (đa truy nhập cảm nhận sóng mang dò xung đột): chế độ này hoạt động như CSMA thường nhưng trong quá trình truyền, node đồng thời lắng nghe, nhận lại các dữ liệu gửi đi xem có xung đột không. Nếu phát hiện xung đột, node sẽ truyền 1 tín hiệu nghẽn (Jam) để các node khác nhận ra và dừng việc gửi gói trong 1 thời gian back-off ngẫu nhiên trước khi cố gửi lại, tức là có khả năng dò xung đột nhưng vẫn không tránh được xung đột.

CSMA/CD vẫn không giải quyết được vấn đề node ẩn node hiện. Ví dụ: có 3 node A,B,C đang truyền thông với nhau sử dụng 1 giao thức không dây. B có thể truyền thông với cả A và C, nhưng A và C khác dải và vì vậy không thể truyền thông trực tiếp với nhau. Bây giờ giả sử cả A và C muốn truyền thông đồng thời với B. Cả hai sẽ cảm nhận sóng mang là rỗi (idle) và vì thế sẽ bắt đầu quá trình truyền, ngay cả nếu có

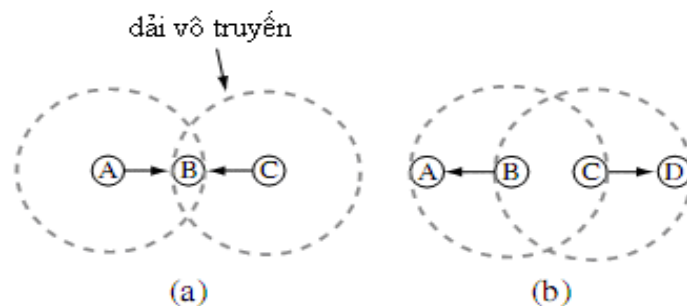
1 xung đột, thì cả A và C cũng không cảm nhận được. B sẽ nhận 2 gói tại cùng thời điểm và có thể không hiểu nhau. Để giải quyết vấn đề này, một phiên bản tốt hơn được gọi là CSMA/CA đã được phát triển, đặc biệt cho các ứng dụng không dây

2.3.2 Node ẩn và node hiện:

CSMA thường không có khả năng tránh xung đột và không hiệu quả trong mạng wireless vì 2 vấn đề duy nhất đó là : vấn đề node ẩn và vấn đề node hiện.

- Node ẩn: ở đây node A đang truyền đến node B. Node C nằm ngoài dải vô tuyến của A, cũng cảm nhận kênh truyền rồi và bắt đầu truyền gói đến node B. Trong trường hợp này, CSMA không tránh được xung đột vì A và C là không liên hệ với nhau (tức là A và C là ẩn với nhau).

- Node hiện: Ở đây, trong khi node B đang truyền tới node A, node C có một gói dữ liệu định gửi cho node D. Bởi vì node C nằm trong dải của B, nó cảm nhận kênh truyền bị bận và không thể thực hiện truyền dữ liệu cho D được. Tuy nhiên, trong lý thuyết, vì D nằm ngoài dải của B và A nằm ngoài dải của C, nên 2 việc truyền này sẽ không xung đột lẫn nhau. Sự hoãn truyền của C là nguyên nhân lãng phí băng thông.



Hình 2.8: Các vấn đề với CSMA cơ bản trong môi trường wireless:

(a) node ẩn; (b) node hiện

→ Kết luận. Các vấn đề này là song song nhau trong một cảm nhận. Trong vấn đề node ẩn, các gói dữ liệu xung đột, bởi vì các node đang gửi không biết các nút khác cũng đang gửi dữ liệu. Trong khi đó, ở vấn đề node hiện thì lãng phí cơ hội để gửi gói dữ liệu do sự nhầm lẫn của quá trình truyền đang bận hay rồi.

2.3.3 MACA (MACA hay CSMA/CA):

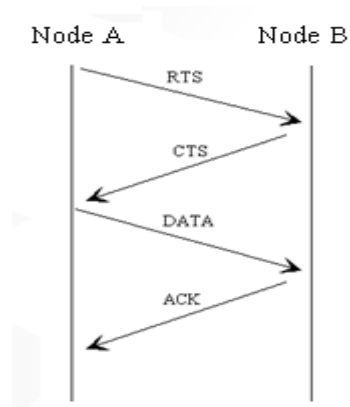
MACA: Multiple Access with Collision Avoidance (*Thủ tục đa truy cập cảm nhận sóng mang tránh xung đột*)

- Giao thức MACA sử dụng 2 bản tin điều khiển có thể giải quyết được các vấn đề node ẩn và node hiện. Các bản tin điều khiển đó là: yêu cầu để gửi (RTS_request to send) và tín hiệu báo sẵn sàng để truyền (CTS_clear to send).

- Bản chất của vấn đề này: là khi 1 node muốn gửi dữ liệu, nó phát ra gói RTS đến nơi nó muốn gửi dữ liệu đến. Nếu bên nhận cho phép nhận gói dữ liệu, nó sẽ phát ra gói CTS. Khi bên gửi nhận được gói CTS thì nó bắt đầu truyền dữ liệu. Khi 1 node gần nó nghe thấy có 1 gói RTS gửi đến 1 node khác, nó tự chặn sự truyền của mình trong một thời gian, chờ đến khi có tín hiệu trả lời CTS. Nếu nó nhận được CTS, thì node đó có thể bắt đầu truyền dữ liệu của mình. Nếu 1 CTS được nhận, bất chấp có hay không có RTS được nghe trước đó, thì node đó tự chặn việc truyền của nó trong khoảng thời gian vừa đủ để kết thúc quá trình truyền dữ liệu tương ứng.

→ 1 quá trình truyền dữ liệu thành công (từ A đến B) bao gồm chuỗi frame:

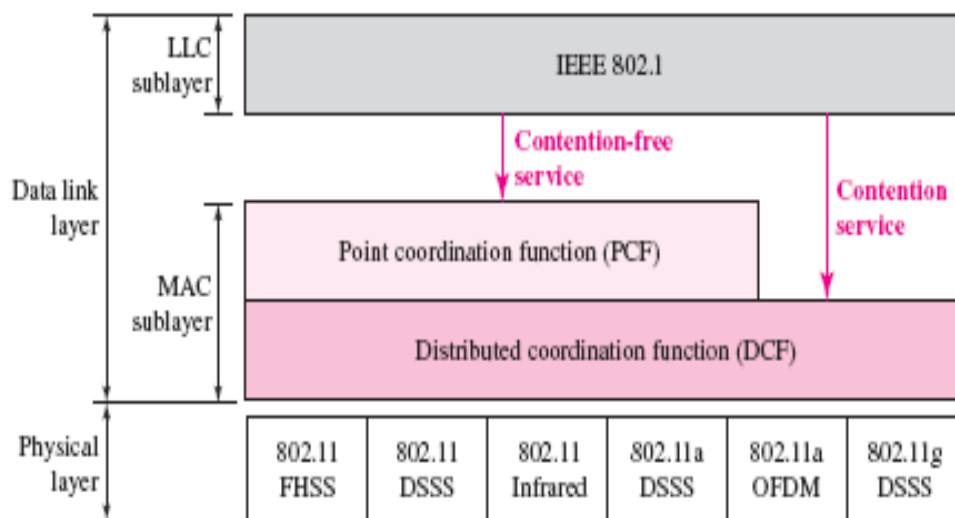
- frame “Request to Send” từ A đến B
- frame “Clear To Send” từ B đến A
- frame đoạn DATA từ A đến B
- frame ACK từ B đến A



Hình 2.9: Quá trình truyền nhận giữa 2 node A và B

2.3.4 IEEE 802.11 MAC :

Chuẩn IEEE 802.11 là một hệ thống thủ tục cạnh tranh cơ bản sử dụng giao thức truy nhập môi trường MACA để làm giảm xung đột. Thiết bị 802.11 có thể được hoạt động trong chế độ Infrastructure (mạng đơn hop kết nối với các điểm truy nhập) hay trong chế độ ad hoc (mạng đa hop). IEEE 802.11 MAC cũng sử dụng ACK để thông báo có 1 frame được nhận thành công. Nếu nơi gửi không tìm thấy frame ACK do frame dữ liệu gốc hoặc ACK không nhận nguyên vẹn, frame bị truyền lại. Điều này rõ ràng ACK khắc phục được vấn đề xuyên nhiễu và các vấn đề liên quan đến vô tuyến khác.



Hình 2.10: Các lớp con của MAC trong chuẩn IEEE 802.11

Khung dữ liệu MAC trong 802.11:

Frame control	Duration ID	Adress1	Adress2	Adress3	Sequence control	Adress4	Data	FCS
---------------	-------------	---------	---------	---------	------------------	---------	------	-----

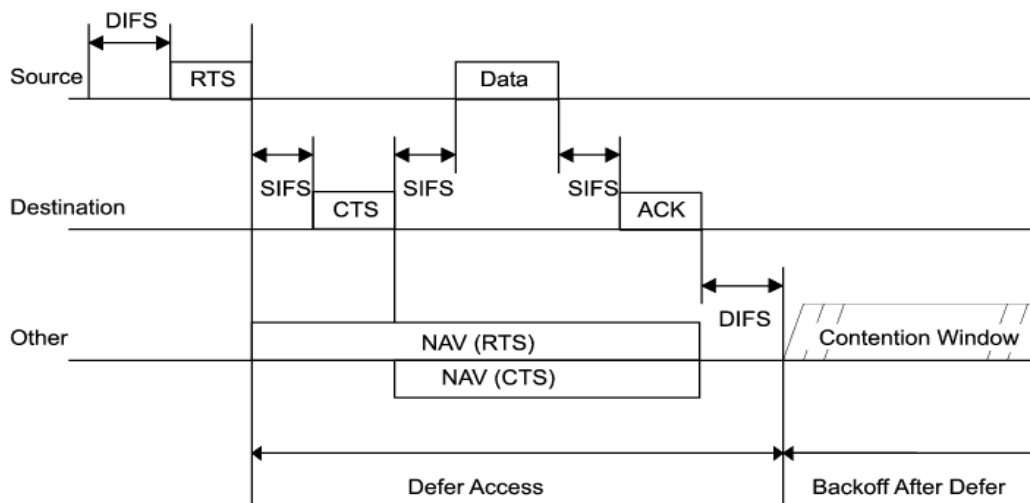
- Frame control (2 byte): chứa một số trường nhỏ, mỗi trường có một chức năng riêng như: Phiên bản giao thức, loại khung, quản lý năng lượng, điều khiển dữ liệu, 2 bit DS chỉ thị ý nghĩa của trường địa chỉ,...

- Duration/ID (2 byte): dựa vào loại frame, chứa giá trị chu kỳ thời gian (ms) mà môi trường bị chiếm giữ, yêu cầu truyền frame hoặc một nhận dạng kết hợp (ADI_association identity) cho trạm mà đã truyền frame.
- Address 1-4 (6 byte/trường): theo thứ tự là địa chỉ MAC của node đích cuối cùng, node frame khởi đầu, nơi nhận trung gian của frame, nơi truyền frame.
- Sequence Control (2 byte): Chức năng sắp xếp trật tự các gói bị đảo lộn.
- Data (0-2312 byte): chứa thông tin truyền đi cho các frame dữ liệu.
- FCS: sự kiểm tra dư vòng (CRC_cyclic redundancy check) chứa 32 bit.

Khung MAC có thể được lưu truyền giữa các trạm hoặc giữa các trạm và điểm truy cập hoặc giữa các điểm truy cập phụ thuộc vào giá trị của 2 bit DS trong trường điều khiển khung.

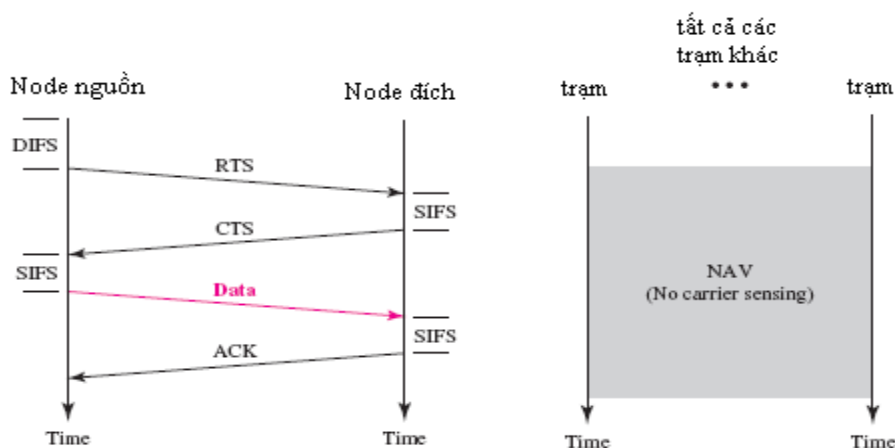
Nó cũng gồm 2 kĩ thuật, đó là :

- ✓ **DCF**: chức năng phối hợp phân phối (distributed coordination function)
- ✓ **PCF**: chức năng phối hợp điểm (point coordination function)
- Kĩ thuật **DCF** : là giao thức CSMA/CA với ACKs.
 - ❖ Nơi gửi muốn truyền dữ liệu trước hết sẽ kiểm tra môi trường có bận hay không. Nếu đường truyền đang bận, trạm đó phải hoãn việc truyền lại cho đến khi đường truyền rỗi.



Hình 2.11: Mối quan hệ định thời IEEE 802.11 DCF

- ❖ Các nơi gửi xác định trạng thái của đường truyền dựa trên 2 cơ chế:
 - Kiểm tra lớp vật lý xem có sóng mang hay không.
 - Sử dụng chức năng cảm nhận sóng mang ảo là NAV (network allocation vector).
- ❖ Các trạm có thể kiểm tra lớp vật lý và thấy rằng đường truyền rỗi. Nhưng trong một số trường hợp, đường truyền có thể đã được đặt chỗ trước bởi một trạm khác thông qua NAV. NAV là một bộ định thời (timer) được cập nhật bởi các frame dữ liệu truyền trong đường truyền.



Hình 2.12: MACA và NAV

➤ Kỹ thuật **PCF**: là một điểm truy nhập chủ yếu xác định tọa độ truy nhập môi trường bằng cách thăm dò (polling) các node khác cho chu trình dữ liệu. Đặc biệt nó có ích trong các ứng dụng thời gian thực. Vì nó có thể được sử dụng để bảo đảm cho các trường hợp trễ xấu nhất.

2.3.5 Kỹ thuật thăm dò:

Một kỹ thuật khác với CSMA cho truy cập kênh vô tuyến là thăm dò (polling). Trong kỹ thuật thăm dò, các node mạng chỉ có thể truyền trên kênh sau khi node master cho phép nhận. Bản tin tại các node slave được điều khiển bởi node master bằng cách phát từng gói thăm dò đến tất cả các node slave. Mỗi node slave sẽ trả lời lần lượt cho câu hỏi này nếu chúng muốn truyền. 1 node muốn truyền chỉ có thể

truyền khi node master cho phép. Bằng cách này, node chủ điều khiển việc truy nhập trên kênh.

Ưu điểm hơn CSMA:

- Thời gian truy cập kênh có thể biết trước và không bị trễ ngẫu nhiên như ở kỹ thuật CSMA. Đây là 1 thuận lợi quan trọng cho các ứng dụng yêu cầu độ trễ truyền tin thấp và các ứng dụng dễ bị ảnh hưởng bởi sự biến động trong những lần bản tin đến, như các ứng dụng đa truyền thông (multimedia) (ví dụ: truyền hình độ rõ nét cao_high-definition television)

- Bởi vì truy cập kênh được điều khiển bởi 1 node master, nên chính sách thăm dò của node master có thể được điều chỉnh dễ dàng để cung cấp các mức khác nhau của việc truy nhập kênh đến mỗi node slave. Bằng cách này, các node có nhu cầu chất lượng và dịch vụ (QoS) cho ứng dụng mà nó phục vụ; các node với thông lượng dữ liệu cao hoặc các yêu cầu độ trễ bản tin thấp thì có thể được thăm dò nhiều hơn các node khác. Thêm vào đó, người điều khiển có thể điều khiển node master, nên truy cập kênh cũng có thể được đảm bảo hợp lý.

- Vấn đề node ẩn, vốn có ở CSMA, cũng được tránh.

Nhược điểm:

- Node master chứa tải và vì nó phải liên tục truyền và nhận, nên rất tốn năng lượng. Các node slave cũng phải tiếp nhận các gói thăm dò, được nhận liên tục từ node master, và thỉnh thoảng trả lời đến node master khi địa chỉ đó là của chúng và nếu chúng có bản tin để gửi.

- Trong một mạng WSN lớn (từ vài trăm đến vài ngàn node) thì kỹ thuật này khó sử dụng vì kích thước mạng tăng thì số lượng các node mạng thăm dò theo thời gian cũng tăng.

- Kỹ thuật thăm dò thường yêu cầu 1 mạng đơn hop. Tất cả các node phải nằm trong dải của node chủ để có thể truy nhập đến kênh.

Tuy nhiên, kỹ thuật này có thể thực hiện được trong mạng đa hop nếu có thể mở rộng dải của 1 node bất kì nhưng phải dựa vào dung lượng kênh và thông lượng

dữ liệu chung trong mạng WSN để tránh xung đột kênh.(do 1 số node nằm trong dải của node khác).

→Chương 2 nói về chức năng, đặc điểm và các giao thức,thủ tục truy nhập môi trường trong lớp liên kết dữ liệu. Một chủ đề xuyên suốt cho tất cả các thủ tục MAC là đặt chế độ ngủ với năng lượng radio thấp giữa các chu kì hoặc bất cứ khi nào có thể khi một node không truyền cũng không nhận. Vì thế trong chương sau sẽ trình bày về vấn đề làm thế nào để tiết kiệm năng lượng hiệu quả.

CHƯƠNG III

HIỆU QUẢ NĂNG LƯỢNG TRONG CÁC GIAO THỨC MAC VÀ LẬP LỊCH NGỦ KHÔNG ĐỒNG BỘ CHO MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY WSN VÀ PHẦN THỬ NGHIỆM

Hiệu quả năng lượng thu được trong các giao thức MAC bằng việc tắt sóng vô tuyến chuyển sang chế độ nghỉ bất cứ khi nào có thể để tiết kiệm mức tiêu thụ năng lượng.

3.1 Vấn đề tiết kiệm năng lượng cho mạng cảm nhận không dây:

Mạng không dây đã có nhiều ứng dụng trong thực tiễn, nó mang lại cho con người những thông tin quan trọng trong nhiều lĩnh vực mà ít cần đến các hoạt động trực tiếp của con người. Những kết quả đạt được là do khả năng hoạt động độc lập của từng nút mạng. Để hoạt động độc lập hoàn toàn, mỗi nút mạng luôn luôn đi kèm với một nguồn năng lượng để nuôi chúng. Và việc tiết kiệm nguồn năng lượng này để kéo dài thời gian hoạt động của nút mạng là vô cùng cần thiết. Yêu cầu này làm xuất hiện một hướng mới cho nghiên cứu của con người đó là: tiết kiệm tiêu thụ năng lượng cho nút mạng không dây. Đây là một hướng lớn có tầm quan trọng và đang được thực hiện thông qua những nghiên cứu, thử nghiệm,....

Mục tiêu quan trọng nhất của các nghiên cứu này là tìm ra được tất cả những yếu tố có thể tác động để giảm thiểu tiêu thụ năng lượng. Và thông qua các yếu tố đó sẽ thực hiện tác động để tiết kiệm năng lượng. Vậy ta phải có chế độ hoạt động và chế độ ngủ, chế độ ngắt điện sao cho tiết kiệm năng lượng đến mức thấp nhất có thể.

3.2 Nguyên nhân của việc lãng phí năng lượng:

- Khi một node nhận nhiều hơn 1 gói tại cùng thời điểm, các gói này được gọi là “collided packet” thậm chí khi chúng xảy ra đồng thời từng phần (không hoàn chỉnh). Tất cả các gói nguyên nhân là do xung đột thì phải loại bỏ và yêu cầu truyền lại các gói này. Vì vậy, làm tăng mức tiêu thụ năng lượng.

- Việc nghe lỏm (Overhearing): nghĩa là 1 node nhận được các gói mà đích đến không phải là nó mà là các node khác.
- Phí tổn gói điều khiển(Control packet overhead): việc gửi và nhận các gói điều khiển sẽ làm tiêu thụ năng lượng quá nhiều, trừ các gói dữ liệu có ích có thể được truyền
- 1 trong những nguyên nhân chính của việc lãng phí năng lượng là “idle listening”: nghĩa là lắng nghe 1 kênh rảnh để có thể nhận lưu lượng mà không gửi đi
- Nguyên nhân cuối cùng là “overemitting”: đó là do sự truyền của 1 bản tin khi node đích là không sẵn sàng (ready)
 - ➔ Vì các nhân tố trên nên 1 giao thức MAC được thiết kế hợp lí để ngăn chặn các lãng phí năng lượng đó.

3.3 Các yếu tố tác động làm giảm thiểu tiêu thụ năng lượng.

➤ Quá trình tiêu thụ năng lượng.

- Ta cần tìm hiểu quá trình tiêu hao năng lượng trong mỗi nút. Với mỗi nút, ta cần nghiên cứu 2 chế độ năng lượng cơ bản.
 - + Chế độ hoạt động.
 - + Chế độ nghỉ.
- Quá trình tiêu thụ năng lượng của nút mạng tại các trạng thái:
 - + **Chế độ ngủ:**
Phần lớn thời gian nút mạng ngủ.
Dòng điện tiêu thụ ở mức tối thiểu: Mạch ngắt độc lập. Phần cứng sử dụng năng lượng thấp (để RAM ghi nhớ thông tin).
 - + **Khi thức dậy:**
Thông tin tiêu đề chuyển từ chế độ ngủ sang chế độ hoạt động. Bộ vi điều khiển và sóng vô tuyến hoạt động trở lại.
 - + **Chế độ hoạt động:**
Tại bộ vi điều khiển: Quá trình xử lý nhanh, hoạt động ở mức năng lượng thấp và nó tránh các dao động từ bên ngoài.
Với sóng vô tuyến: Có tốc độ dữ liệu cao.
Tuy nhiên, quá trình tiêu hao năng lượng lại khác nhau tùy theo mô hình mạng, khoảng cách, mật độ nút, tần số làm việc,.....thực tế sử dụng.

Vấn đề quan trọng đặt ra là làm thế nào để nút mạng có thể giảm cường độ dòng cần sử dụng ở mỗi chế độ đồng thời nó có thể trở về 1 trong 3 chế độ 1 cách linh hoạt để tránh sự lãng phí, tăng thời gian sử dụng nguồn. Một số giao thức chọn đường, quản lý công suất và trao đổi số liệu đã được thiết kế cho WSN với yêu cầu quan trọng nhất là tiết kiệm được năng lượng.

Mặc dù các ứng dụng của mạng WSN là rất lớn nhưng những mạng này có một số hạn chế như giới hạn về nguồn công suất, khả năng tính toán và độ rộng băng thông. Một trong những mục tiêu thiết kế chính của WSN là kéo dài thời gian sống của mạng và tránh suy giảm kết nối nhờ các kỹ thuật quản lý năng lượng.

➤ **Những yếu tố tác động để giảm thiểu tiêu thụ năng lượng.**

Có nhiều yếu tố có thể tác động để giảm thiểu tiêu thụ năng lượng như: Chế độ quản lý điện năng, Khoảng cách giữa nút truyền và nút nhận trong mạng, Mật độ các nút, Tần suất làm việc của mỗi nút, Công suất truyền, Tốc độ truyền,.....

- *chế độ quản lý điện năng*: Cần phải có chế độ quản lý điện năng hợp lý: Tức ta cần tối ưu hoá điện năng của nguồn bằng cách sử dụng các thiết bị hoạt động với điện áp thấp và giảm cường độ của các thành phần khi chúng đang ở trong tình trạng không hoạt động.

-*Khoảng cách giữa các nút truyền và nút nhận trong mạng*: Khi các nút đặt cách nhau 1 khoảng cách ngắn, thời gian truyền sẽ nhanh hơn, năng lượng tiêu dùng sẽ nhỏ hơn so với các nút mạng ở cách xa nhau

-*Mật độ các nút mạng (hay số lượng nút mạng)*:

+ Với một mạng có 2 nút mạng thì 2 nút sẽ thay nhau truyền dữ liệu, thời gian chờ sẽ rất nhỏ. Mật độ truyền sẽ rất dày -> tiêu hao nhiều năng lượng.

+ Khi mạng có vài chục tới vài trăm nút thì vấn đề đặt ra là: thời gian của nút mạng truyền dữ liệu đi tăng lên do phải đợi các nút khác. Do vậy, thời gian nghỉ của mỗi nút sẽ nhiều lên và năng lượng tiêu hao lúc này lại ít đi. Với mạng có nhiều nút sẽ xảy ra hiện tượng nghẽn mạng, năng lượng trong trường hợp này là không nhỏ.

-*Tần suất làm việc của mỗi nút mạng*:

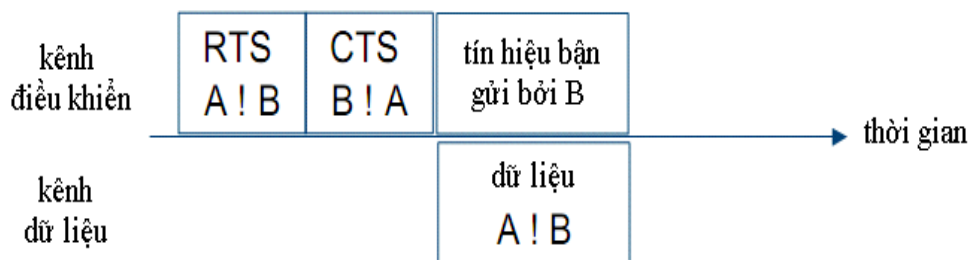
-*Công suất truyền dữ liệu của nút mạng*:

3.4 Truy nhập môi trường quan tâm đến năng lượng với việc báo hiệu (Power aware medium-access with signalling - PAMAS):

- mlPAMAS là một kỹ thuật mở rộng của MACA và cải thiện được hiệu suất năng lượng từ MACA.

- Giảm được vấn đề nghe lỏm bằng cách đặt các node vào trong chế độ ngủ, nhưng không giảm được vấn đề lắng nghe khi môi trường rỗi.

Sử dụng 2 kênh vô tuyến: một kênh dữ liệu và một kênh điều khiển riêng. Kênh điều khiển bao gồm báo hiệu RTS/CTS và tín hiệu bận. Khi node nhận bắt đầu nhận dữ liệu thì nó sẽ gửi tín hiệu bận đến kênh điều khiển



Hình 3.1: Kỹ thuật PAMAS

- Trong PAMAS các node chuyển sang chế độ ngủ khi chúng không nhận hoặc không truyền dữ liệu thành công. Đặc biệt, chúng cũng chuyển sang chế độ ngủ khi chúng tình cờ biết có sự truyền của node lân cận đến node khác hoặc nếu nó phát hiện thông qua biểu hiện của kênh báo hiệu điều khiển RTS/CTS rằng có 1 node lân cận đang nhận.

- Khoảng thời gian của chế độ ngủ được thiết lập theo chiều dài của quá trình truyền đang xảy ra, được chỉ thị bởi kênh điều khiển.

- Nếu quá trình truyền được bắt đầu trong khi một node vẫn ở chế độ ngủ, vào lúc node thức dậy, gửi tín hiệu thăm dò để xác định khoảng thời gian quá trình truyền xảy ra và bao lâu nó có thể quay trở lại chế độ ngủ.

- Trong PAMAS, một node sẽ chỉ quay trở lại chế độ ngủ khi nó được ngăn chặn từ quá trình truyền/ nhận, vì vậy, việc thực hiện độ trễ/thông lượng của mạng là không gây bất lợi. Tuy nhiên vẫn còn lãng phí năng lượng đáng kể trong chế độ nhận

idle (vd: trong điều kiện khi 1 node không có gói tin để gửi và không có sự hoạt động nào trên kênh) và lãng phí khi phải sử dụng đến 2 kênh làm việc đồng thời nghĩa là sử dụng 2 hệ thống vô tuyến.

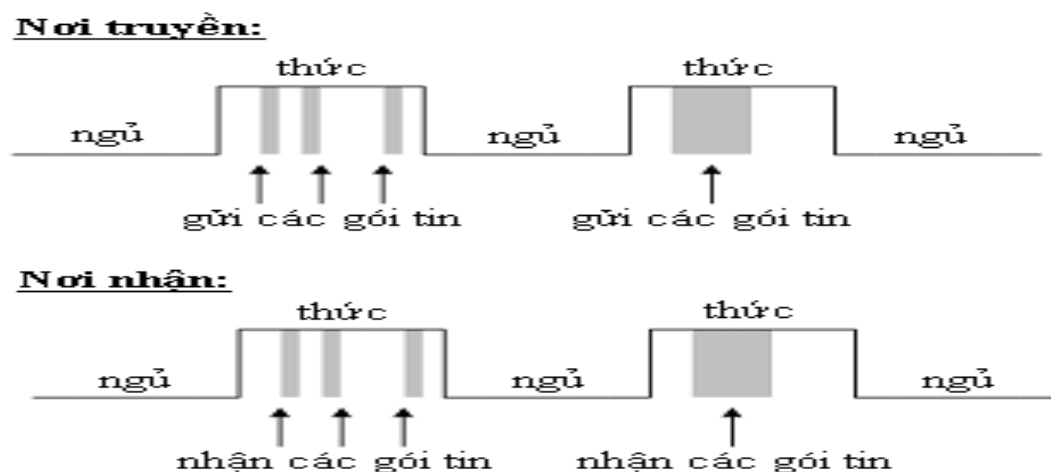
3.5 Lập lịch ngủ:

Các kỹ thuật tiết kiệm năng lượng tồn tại ở lớp MAC chủ yếu bao gồm các kỹ thuật lập lịch ngủ. Nguyên tắc cơ bản đằng sau tất cả các kỹ thuật lập lịch ngủ là quá nhiều năng lượng bị lãng phí do phải lắng nghe trên kênh truyền vô tuyến trong khi không có thứ gì để nhận. Các chế độ lập lịch ngủ đã sử dụng chế độ làm việc của 1 radio giữa các trạng thái năng lượng mở và tắt của nó để giảm hiệu quả của việc lắng nghe kênh rãnh này. Chúng được sử dụng để thức dậy 1 radio bất cứ khi nào nó đợi truyền hoặc nhận gói và ngủ nếu khác.

Các kỹ thuật lập lịch ngủ có thể chia thành 2 loại:

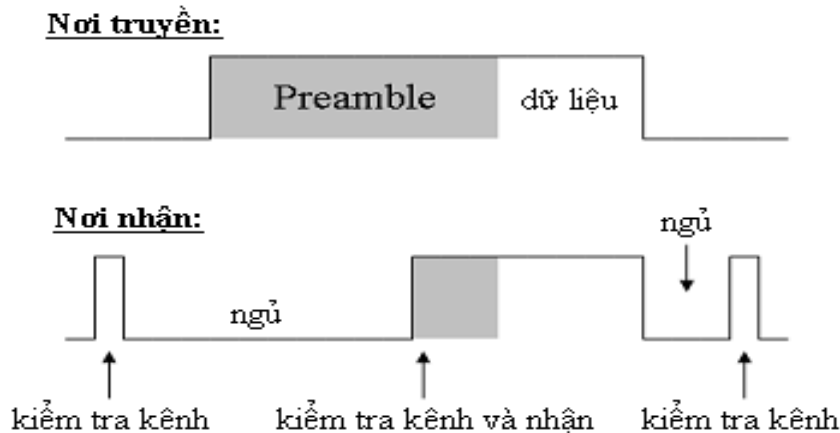
- **Lập lịch ngủ đồng bộ**
- **Lập lịch ngủ không đồng bộ**

➔ Các kỹ thuật lập lịch ngủ đồng bộ dựa trên sự đồng bộ xung clock giữa các node trong mạng. Các nơi gửi và nơi nhận biết về nhau khi nào chúng nên hoạt động và chỉ gửi dữ liệu đến một nơi khác trong khoảng thời gian của chúng. Nếu ngoài thời gian đó thì chúng đi ngủ.



Hình 3.2: Lập lịch ngủ đồng bộ

➔ Mặt khác, các kỹ thuật lập lịch ngủ không đồng bộ không dựa vào bất kỳ xung clock đồng bộ nào giữa các node. Các node có thể gửi và nhận các gói tùy ý (bất cứ khi nào chúng thích). Hình dưới chỉ ra cách mà 2 node đang hoạt động, lập lịch ngủ không đồng bộ có thể truyền thông với nhau.



Hình 3.3: Lập lịch ngủ không đồng bộ

- Các node thức dậy và đi ngủ định kì theo cùng cách mà chúng làm việc trong chế độ lập lịch ngủ đồng bộ. Vì không có đồng bộ hóa thời gian, tuy nhiên, phải có một cách để đảm bảo rằng các node nhận thức dậy để nghe các quá trình truyền đến từ các node khác.
- Thông thường các byte dẫn đầu (preamble) được gửi bởi 1 gói tin để đồng bộ điểm bắt đầu của luồng dữ liệu đến giữa nơi truyền và nơi nhận. Với chế độ lập lịch ngủ không đồng bộ, 1 số lượng lớn các byte dẫn đầu thêm vào được gửi cho mỗi gói để đảm bảo rằng nơi nhận có thể đồng bộ nó tại 1 số thời điểm.
- Trong trường hợp xấu nhất, một gói bắt đầu truyền khi nơi nhận gói đi ngủ, và các byte dẫn đầu sẽ phải được gửi trong khoảng thời gian bằng khoảng thời gian ngủ của nơi nhận. Mỗi lần nơi nhận thức dậy, nó đồng bộ các byte dẫn đầu này và vẫn còn cho đến khi nó nhận gói.

3.6 Các kĩ thuật lập lịch ngủ không đồng bộ:

Trong kĩ thuật này, các node thường giữ sóng vô tuyến ở trạng thái ngủ như là mặc định, và chỉ thức dậy trong 1 thời gian ngắn để kiểm tra lưu lượng gửi/nhận các thông điệp, bản tin:

3.6.1 Vô tuyến đánh thức thứ cấp(Secondary wake-up radio)

Một nút mạng khi không có hoạt động truyền hoặc nhận gói tin cần được đặt vào chế độ ngủ để tiết kiệm năng lượng. Để làm điều này, giải pháp thứ nhất là trang bị một phần cứng trên mỗi nút mạng, phần cứng này có 2 loại sóng vô tuyến. Loại sóng vô tuyến thứ nhất có năng lượng cao dùng để trao đổi dữ liệu, đặt trong chế độ ngủ mặc định. Loại sóng vô tuyến thứ hai (hay thứ cấp) dùng cho việc đánh thức, loại này không cần năng lượng cao và hoạt động liên tục (cả thao tác truyền và nhận). Nếu vô tuyến đánh thức nhận được vô tuyến đánh thức từ nút khác, nó phản ứng bằng cách đánh thức vô tuyến thứ nhất dậy để nhận dữ liệu. Quá trình này bảo đảm vô tuyến thứ nhất chỉ hoạt động khi truyền hoặc nhận dữ liệu.

3.6.2 Kĩ thuật lắng nghe với năng lượng thấp và việc kiểm tra tín hiệu dẫn đầu “preamble” (Low-power listening/preamble sampling):

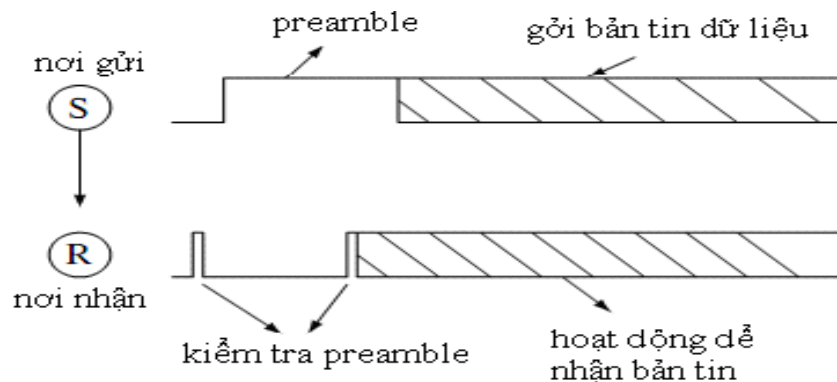
Trong kĩ thuật này, đề cập đến vấn đề kiểm tra preamble(lấy mẫu đầu khung) và kĩ thuật lắng nghe với năng lượng thấp (low-power listening).

- Các nơi nhận thức dậy để cảm nhận kênh theo chu kỳ. Nếu không có hoạt động nào được tìm thấy, chúng sẽ trở lại chế độ ngủ.

- Nếu một node muốn truyền, nó sẽ gửi tín hiệu preamble(tín hiệu đầu khung) để truyền gói đến nơi nhận. Khi dò được tín hiệu preamble, node nhận sẽ chuyển sang chế độ hoạt động nhận. Kích thước của preamble ban đầu được đặt đúng bằng chu kì kiểm tra.

- Nếu 1 node tìm thấy đường truyền bận sau khi nó thức dậy và kiểm tra đường truyền, nó tiếp tục lắng nghe cho đến khi nó nhận 1 gói dữ liệu hoặc đường truyền trở lại trạng thái rỗi. (đó là do sự truyền của 1 bản tin khi node đích là không sẵn sàng). Hơn

nữa, chiều dài của preamble và gói dữ liệu làm tăng overemitting, vì không có quan hệ bắt tay nào được thiết lập với nơi nhận đã muốn nhận.



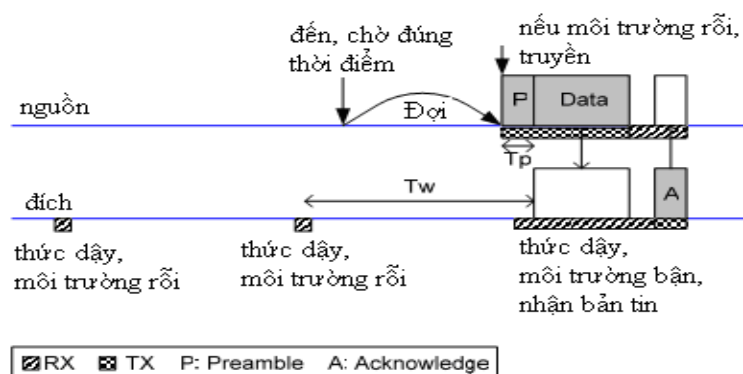
Hình 3.4: Kỹ thuật lắng nghe với năng lượng thấp/việc kiểm tra tín hiệu preamble

Tín hiệu thức thay vì có khả năng được gửi qua một giao thức của gói tin ở mức cao hơn, thì một phương pháp hiệu quả hơn là thực hiện trực tiếp ở trong lớp vật lý, như vậy tín hiệu thức có thể không dài hơn một xung RF. Các node chỉ tìm thấy sau khi kiểm tra năng lượng radio trên kênh để xác định tín hiệu có mặt ở đó hay không.

Chú ý : chế độ này có khả năng thức dậy tất cả các nơi nhận có thể trong một vùng lân cận của nơi truyền xác định, thông tin ở phần đầu (header) có thể được dùng để đưa chúng trở về trạng thái ngủ nếu truyền thông không dành cho chúng.

3.6.3 WiseMAC:

Kỹ thuật trên có một nhược điểm là: preamble dài làm cho dữ liệu của bên truyền cần gửi đi là dài → đó là nguyên nhân làm giảm thông lượng và lãng phí năng lượng cho cả bên nhận và bên gửi.



Hình 3.5: Khái niệm WiseMAC

→ Giao thức WiseMAC được xây dựng trên cơ sở kiểm tra tín hiệu preamble để khắc phục nhược điểm đó.

* WiseMAC đưa ra phương pháp để dò tìm tự động chiều dài của preamble. Bằng việc sử dụng các nội dung thêm vào của các gói ACK, mỗi node biết được những lần thức dậy để kiểm tra định kì của các node lân cận nó, và sử dụng những thông tin này để gửi tín hiệu preamble ngắn đánh thức vào đúng thời điểm.

Tham số khác ảnh hưởng đến việc chọn chiều dài preamble là độ lệch xung đồng hồ giữa nguồn và đích. Khoảng thời gian preamble được xác định bởi độ lệch xung đồng hồ từ khi đồng bộ cuối cùng.

Gọi T_w : là chu kỳ nơi nhận kiểm tra

θ : là độ lệch xung đồng hồ giữa nguồn và đích

L: là khoảng thời gian giữa các lần truyền.

Như vậy khoảng thời gian của preamble T_p cần là:

$$T_p = \min(4L\theta, T_w)$$

* Các gói tin trong WiseMAC cũng chứa một bit “more” (bit dư), nơi truyền sử dụng nó để báo hiệu cho nơi nhận biết nếu nó muốn giữ trạng thái thức trong khoảng thời gian ngắn để nhận thêm các gói tin dành cho nó.

→ Giao thức WiseMAC với việc kiểm tra preamble để giảm “idle listening”

Ưu: Các kết quả điều chỉnh độ dài preamble tự động của WiseMAC thực hiện tốt dưới các điều kiện lưu lượng khác nhau. Thêm vào đó, độ lệch xung clock được bắt tay trong giao thức sẽ làm giảm yêu cầu đồng bộ thời gian bên ngoài

Nhược: hạn chế chủ yếu của WiseMAC đó là các kết quả lập lịch ngủ-nghe (sleep-listen) trong những lần ngủ và thức dậy là khác nhau cho mỗi neighbor của 1 node. Đây là 1 vấn đề quan trọng cho truyền thông loại broadcast, vì gói broadcast sẽ được đệm cho các neighbor trong chế độ ngủ và được phân phát nhiều lần khi mỗi

neighbor thức dậy. Tuy nhiên, việc truyền dư thừa này sẽ cho kết quả độ trễ cao hơn và tiêu thụ năng lượng cao hơn.

Vấn đề node ẩn hiện cũng được hình thành theo mô hình WiseMAC. Vấn đề này cũng là kết quả của xung đột khi 1 node bắt đầu truyền preamble đến 1 node mà đang sẵn sàng nhận sự truyền của node khác, ở đó nơi gửi preamble là không có bên trong dải.

3.6.4 Nơi truyền/nơi nhận – bắt đầu chu kỳ tiếp nhận (Transmitter / receiver – initiated cycle receptions _TICER / RICER):

Kỹ thuật TICER/RICER tương tự như kỹ thuật low-power listening / preamble sampling.

➤ Trong kỹ thuật TICER, khi 1 node sensor không có gói dữ liệu để truyền, nó thức dậy để kiểm tra kênh với 1 chu kỳ T và trở lại trạng thái ngủ sau 1 khoảng thời gian thức dậy T_{on} như hình a. Ngay khi 1 node có gói dữ liệu để truyền – hoặc được phát từ các lớp trên xuống của ngăn xếp giao thức hoặc được truyền bởi các node khác – nó thức dậy và kiểm tra kênh trong khoảng thời gian T_{on} . Nếu nó không nghe bất kỳ quá trình truyền đang xảy ra nào trên kênh, nó bắt đầu truyền các tín hiệu RTS đến nơi nhận, và chờ tín hiệu trả lời trong khoảng thời gian T_1 sau mỗi quá trình truyền RTS. Theo lịch thức dậy đều đặn của node nhận thì vào lúc thức dậy, ngay lập tức nhận được tín hiệu RTS, lúc đó nó trả lời với tín hiệu CTS đến node truyền. Sau khi nhận tín hiệu CTS, node truyền truyền gói dữ liệu. Quá trình kết thúc với 1 tín hiệu ACK được truyền từ node nhận đến node truyền sau khi nhận đúng gói dữ liệu. Các quy tắc nên được xem xét khi thiết kế giao thức TICER:

1. Vì T_{on} càng lâu dẫn đến tốn năng lượng nhiều, do đó để tiết kiệm năng lượng thì T_{on} nên ít. Vì vậy thời gian cần để nhận 1 RTS phải là nhỏ nhất. Tương tự T_1 được đặt đến 1 thời gian tối thiểu cần để nhận CTS.

2. Để tối thiểu năng lượng truyền, các gói điều khiển RTS, CTS và ACK (với chiều dài b) phải ngắn có thể. Chúng bao gồm các địa chỉ MAC cục bộ của node truyền và node nhận, và nhận được 1 preamble.

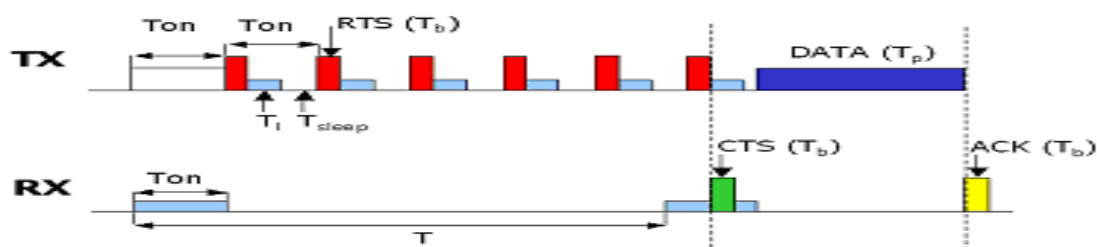
3. Tần số của RTS truyền đi nên thấp để tiết kiệm năng lượng truyền. Tuy nhiên chu kỳ không được lâu hơn T_{on} , vì node nhận có thể thức dậy và đi ngủ giữa 2 RTS do đó có thể nhỡ nơi hẹn gặp nhau. Vì vậy, chu kỳ được đặt hơi ngắn hơn T_{on} .

→ Như vậy khác biệt chủ yếu với việc kiểm tra tín hiệu preamble đó là: trong TICER nơi gửi sẽ truyền một chuỗi tín hiệu không liên tục thay vì một preamble đơn dài, và đợi 1 tín hiệu rõ ràng từ nơi nhận trước khi truyền đi.

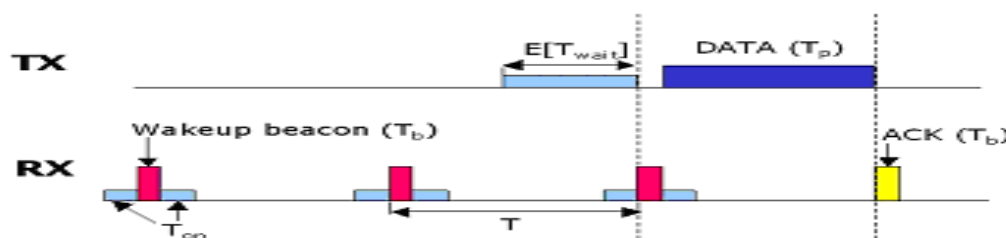
➤ Còn trong kỹ thuật RICER, minh họa ở hình b, tương tự như TICER, 1 node sensor không có gói dữ liệu để truyền, thức dậy với chu kỳ T . Sau đó nó được xử lý bằng việc truyền 1 tín hiệu nhắc thức dậy ngắn với chiều dài T_b để báo rằng nó thức, và chờ 1 tín hiệu trả lời trong khoảng thời gian T_{on} . Nếu không có trả lời node lại đi ngủ. Node truyền có dữ liệu để truyền, nó thức dậy và kiểm tra kênh, chờ 1 tín hiệu nhắc thức dậy từ node nhận. Vào lúc nhận, nó bắt đầu truyền gói dữ liệu. Quá trình kết thúc với 1 tín hiệu ACK được truyền từ node nhận đến node truyền sau khi nhận đúng gói dữ liệu.

Các quy tắc thiết kế của RICER tương tự như TICER:

1. T_{on} chỉ được đặt đủ dài cho node nhận để nhận ra 1 gói dữ liệu được truyền đến nó.
2. Chiều dài tín hiệu nhắc thức dậy T_b được đặt tối thiểu.



hình a: Kỹ thuật TICER



Hình b: Kỹ thuật RICER

Hình 3.6: Kỹ thuật TICER/RICER

3.7 Phần mềm nhúng:

Phần mềm nhúng đang có những bước đột phá mới, tạo ra những cuộc cách mạng triệt để trong tương lai nhằm phục vụ nhu cầu ngày càng cao của con người. Cơ sở cho sự phát triển này là những bước tiến mạnh mẽ trong công nghệ phần cứng. Một phần mềm nhúng phải kết hợp chặt chẽ với môi trường của nó bao gồm phần cứng và các hệ thống liên quan. Nó có những ràng buộc về tốc độ xử lý, dung lượng bộ nhớ và mức tiêu thụ điện năng. Điểm mấu chốt của các phần mềm nhúng ngày nay là việc lựa chọn các phương pháp thực thi của một chức năng giống như một thành phần phần cứng nhưng theo một cách riêng. Vì vậy mà không thể bỏ đi các tính năng “cứng” của phần mềm như các phần mềm truyền thống khác. Một phần mềm nhúng ngày nay được phát triển theo cách sau:

- Liên kết phần mềm nhúng từ dưới lên trên, từ các lớp trừu tượng đến các chức năng hệ thống.

- Liên kết phần mềm nhúng với các nền lập trình được - các nền hỗ trợ nó cung cấp các phương tiện cần thiết để đánh giá xem các ràng buộc đưa ra có thỏa mãn hay không.

Để làm được như vậy thì thực chất cần phải phát triển các kỹ thuật hình thức ở mức trừu tượng để có những đánh giá sớm cùng với các nhóm công cụ và phương pháp đúng đắn. Mặt khác cũng cần phải xem xét phần mềm nhúng và kiến trúc phần cứng của nó trong một tổng thể cân đối. Do phải thỏa mãn nhiều yếu tố khác nhau về phần cứng, môi trường, giá thành, hiệu năng nên tồn tại nhiều thách thức trong phát triển phần mềm nhúng ngày nay như: Cần có khả năng tái sử dụng cao, có thể đồng thiết kế phần cứng, phần mềm, xây dựng mô hình các thuộc tính phi chức năng, chuyển đổi các phần mềm thành các dịch vụ thông qua các thành phần phần mềm, kiến trúc hệ thống và kiến trúc phần mềm, đánh giá và kiểm định mức hệ thống, xây dựng các hệ thống có khả năng tổ hợp được nhờ các thành phần phần mềm có thể tái sử dụng.

Để viết phần mềm nhúng cho các họ vi xử lý, chúng ta có thể sử dụng các ngôn ngữ khác nhau như C/C++ hoặc Assembler. Tùy theo tiêu chí xây dựng hệ thống mà lựa chọn ngôn ngữ thích hợp. Từ đó cũng chọn chương trình dịch thích hợp. Ngày nay, do nhu cầu phát triển hệ thống nhanh, bảo trì dễ dàng nên ngôn ngữ được lựa chọn thường là ngôn ngữ cấp cao như C/C++.

Một số bước cơ bản để xây dựng phần mềm ứng dụng: Trước hết cần tìm hiểu bài toán, phân tích chi tiết để đưa ra hướng đi, tìm hiểu các yêu cầu của bài toán nhằm thiết kế lưu đồ thuật toán, dựa vào phần thiết kế để viết chương trình ứng dụng sau đó đưa vào kiểm thử để xác định hiệu quả mà chương trình đạt được.

3.8 Phần thực nghiệm:

Chương trình thực nghiệm là phần mềm nhúng viết cho CC1010 được viết bằng ngôn ngữ C, sử dụng các thư viện cho CC1010 do hãng Chipcon cung cấp, chương trình biên dịch Keil uVision 2.0.

Chương trình dịch Keil uVision 2.0 do hãng Keil Elektronik GmbH xây dựng là một môi trường phát triển tích hợp (IDE) dùng để xây dựng các chương trình cho các họ VĐK tương thích 8051 của Intel. Đây là bộ chương trình dịch cho phép người viết chương trình soạn thảo chương trình, dịch chương trình và gỡ lỗi trên cùng một môi trường. Chương trình dịch hỗ trợ cho cả ngôn ngữ C và Assembly.

3.8.1 Các thư viện trong chương trình:

Mô hình của một phần mềm nhúng viết cho CC1010 như sau:

Chương trình ứng dụng	
Thư viện C chuẩn	Thư viện tiện ích Chipcon (Chipcon utility library-CUL)
	Thư viện phần cứng (Hardware abstraction library – HAL)
	Các file định nghĩa phần cứng (Hardware definition file - HDF)

Thư viện tiện ích Chipcon - Chipcon Utility Library (CUL)

Bên cạnh module HAL CC1010IDE cũng cung cấp một thư viện cho truyền thông RF đặt trong thư viện tiện ích(CUL). Thư viện này thường dùng cho các ứng dụng RF điển hình, và cung cấp một giao thức RF đầy đủ.

Thư viện CUL hỗ trợ các chức năng sau:

- *Truyền nhận không dây*
- *Tính toán Mã dư vòng (CRC)*
- *Xử lý Thời gian thực (Realtime Clock)*

Cả hai thư viện HAL và CUL đều hỗ trợ Truyền nhận không dây và xử lý thời gian thực. Tuy nhiên, các hàm ở thư viện CUL làm việc ở mức cao hơn, người viết chương trình cũng dễ dàng và tiện lợi hơn, nhưng bù lại cũng kém mềm dẻo hơn so với sử dụng các hàm ở thư viện HAL. Do vậy, đối với những ứng dụng đòi hỏi sự phức tạp thì thường dùng thư viện HAL.

Thư viện phần cứng - Hardware Abstraction Library (HAL)

Để hỗ trợ việc phát triển chương trình nhanh chóng và dễ dàng, Chipcon cung cấp thư viện các macro và các hàm truy cập phần cứng C1010 dễ dàng. Những thư viện này nằm trong Thư Viện Phần Cứng (HAL) và thi hành một giao tiếp phần cứng trừu tượng đối với chương trình người dùng. Nhờ đó chương trình người dùng có thể truy cập ngoại vi của vi điều khiển, thông qua các lời gọi hàm/macro, mà không cần hiểu chi tiết về phần cứng.

Thư viện HAL hỗ trợ các chức năng sau:

- *Truyền nhận không dây*
- *Đo cường độ RSSI*
- *Truyền nhận RS232*
- *Làm việc với ADC*
- *Xử lý thời gian thực*
- *Mã hoá DES*
- *Thiết lập các bộ định thời*
- *Làm việc với các cổng*

Các file định nghĩa phần cứng - Hardware Definition Files (HDF)

Các file định nghĩa phần cứng định nghĩa địa chỉ các thanh ghi, ánh xạ vector ngắt và các hằng số phần cứng khác. Chúng cũng thường dùng các macro cho CC1010EB, và các định nghĩa hỗ trợ hợp ngữ và ngôn ngữ C.

3.8.2 Các thiết bị sử dụng :

1.COMPUTER:

2 CC1010:

Chip CC1010 là một vi mạch thu phát siêu cao tần (UHF – Ultra High Frequency) có tích hợp vi điều khiển 8051 với bộ nhớ 32K Flash. Khối thu phát RF (Radio Frequency) có thể được lập trình để hoạt động với dải tần 300 – 1000MHz. CC1010 thường được dùng để thiết kế các ứng dụng không dây ít tiêu thụ năng lượng. CC1010 cần đến rất ít các thành phần phụ trợ khác để trở thành một nút mạng của mạng cảm nhận không dây sử dụng CC1010.

Đặc điểm cơ bản của CC1010.

- Giá trị tần số được lập trình là 300 – 1000 MHz.
- Lõi là vi điều khiển 8051.
- Bộ nhớ Flash 32 KB.
- 3 kênh ADC 10 bit
- Nguồn cung cấp 2.7 - 3.6 V
- Tiêu thụ dòng thấp (9.1 mA trong chế độ thu).
- Công suất phát có thể lập trình được (có thể lên tới +10dBm)
- Tốc độ thu phát dữ liệu lên tới 76.8 kbit/s.
- Phụ thuộc rất ít vào các thành phần bên ngoài.

3.Các nút mạng cảm nhận và bộ nạp chương trình:

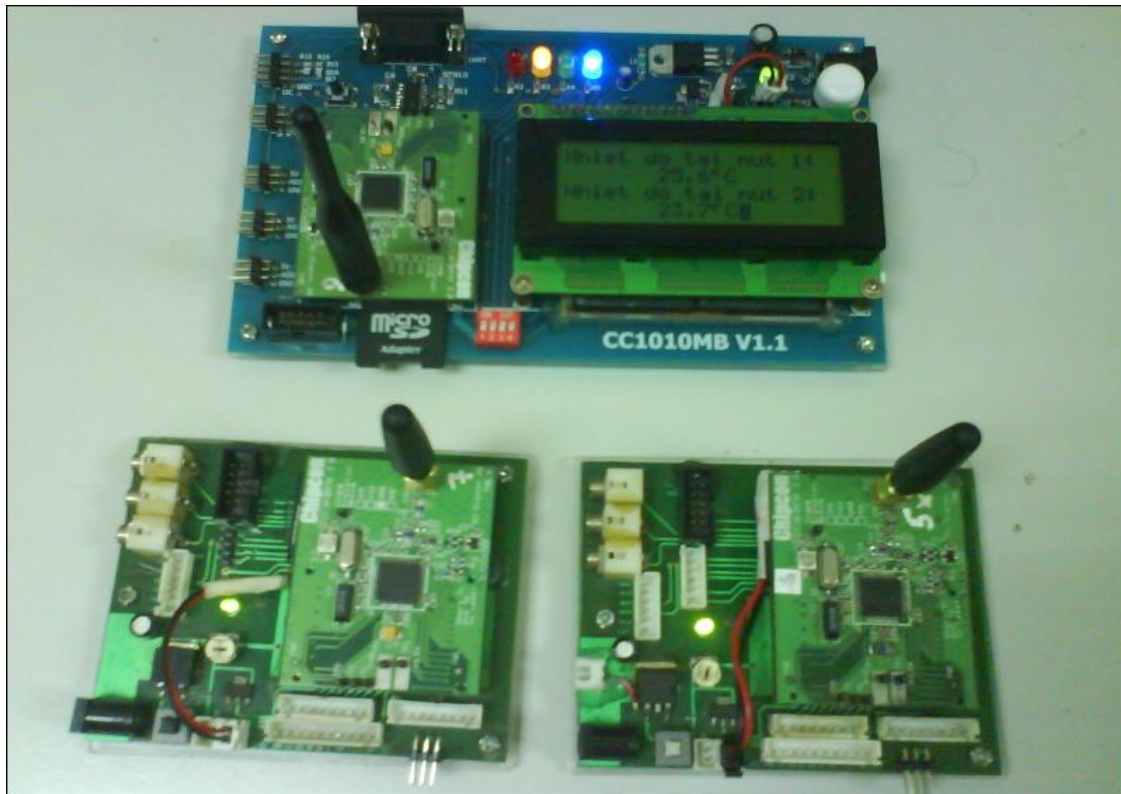


Hình 3.7 Bộ nạp chương trình_ 1 node gắn máy tính



Hình 3.8 Các nút mạng đang nạp chương trình

Hình 3.8 gồm cho 1 node truyền (nút cảm nhận nhiệt độ) và 2 node nhận (1 node gắn máy tính và 1 node gắn LCD):

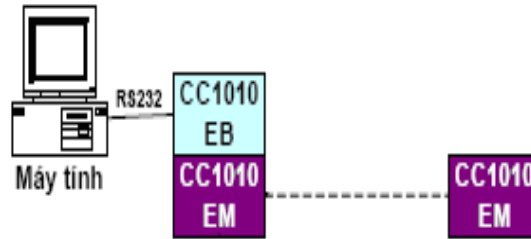


Hình 3.9 Các nút mạng :1 nút cơ sở (master)2 nút cảm nhận (slave)

3.8.3 Tìm hiểu phần mềm tempbroadcast

Tempbroadcast là một phần mềm để đo nhiệt độ môi trường.

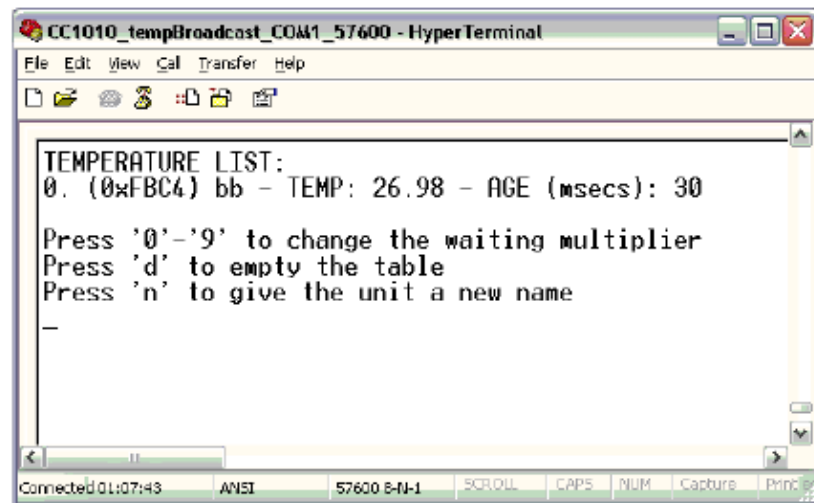
Thiết bị gồm có: một node cơ sở kết nối CC1010EB với CC1010EM, một node mạng CC1010EM có gắn bộ cảm biến nhiệt độ. Nhiệt độ được node mạng đo và gửi quảng bá vào vùng không gian vô tuyến (RF) rồi gửi về node cơ sở. Nhiệt độ node mạng gửi tới node gốc sẽ được lưu vào bảng nhiệt độ, đồng thời hiển thị trên máy tính cùng node ID, và tên của node. Máy tính được kết nối với khối CC1010EB qua cáp nối RS232.



Hình 3.10: Sơ đồ thí nghiệm đo nhiệt độ môi trường

✚ Kết quả:

Thông tin nhiệt độ môi trường được cảm biến cảm nhận và chuyển thành giá trị nhiệt độ rồi gửi về trạm gốc. Tiêu thụ năng lượng của node mạng khi truyền dữ liệu xấp xỉ 20mA. Việc tăng hệ số đợi lên sẽ làm cho tiêu thụ năng lượng của node mạng giảm đáng kể.



Hình 3.11: Kết quả đo được

3.8.4 Tiến hành thực nghiệm:


a. Một số thí nghiệm được tiến hành đầu tiên:

- Khi cho một node truyền và một node nhận (gắn vào máy tính):
 - nếu độ trễ = delay (30000) thì nhận đủ gói
 - nếu độ trễ càng giảm xuống thì có gói nhận được có gói mất
- Khi cho 1 node truyền và 2 node nhận (1 node gắn máy tính và 1 node gắn LCD):
 - lúc đầu: 1 node nhận được gói này, 1 node nhận được gói kia

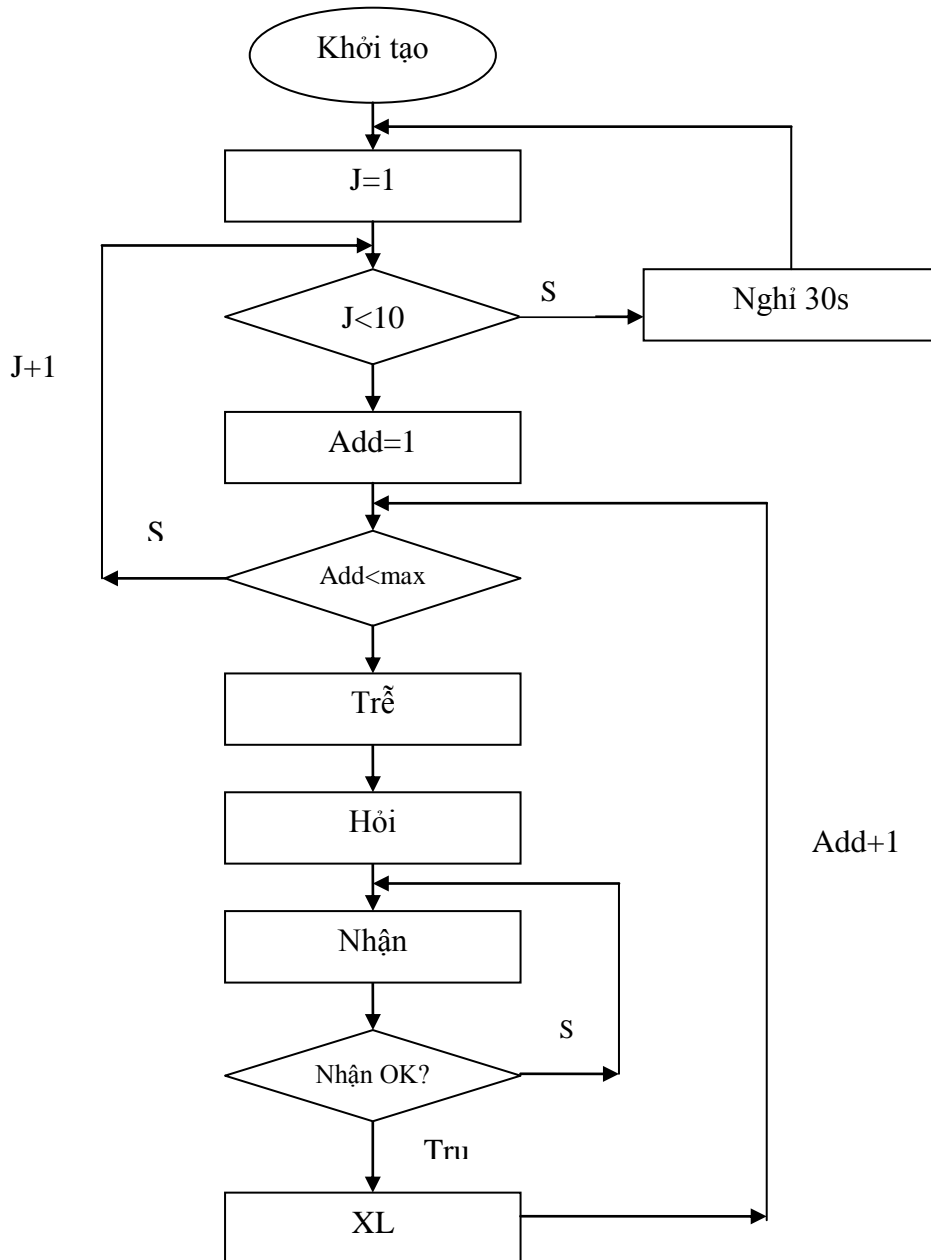
- lúc sau: node gắn với máy tính thì nhận đủ số gói, còn node gắn LCD nhận ngắt quãng nhưng về sau cũng nhận tốt
 - Khi cho 2 node truyền và 1 node nhận (gắn vào máy tính): lúc đầu: node nhận nhận tuần tự 2 node truyền đến, nhưng sau đó node nhận chỉ nhận được node nào truyền đến trước.
 - Khi cho 2 node truyền và 2 node nhận:
 - lúc đầu: node gắn với máy tính nhận tuần tự 2 node truyền đến, node gắn LCD chỉ nhận được 1 node
 - lúc sau: node gắn máy tính nhận node truyền này và node gắn LCD nhận node truyền kia.
- đây chỉ là một giao thức truyền gói đơn giản, nó không tuân theo 1 giao thức nào cụ thể.

b. Phần thực nghiệm của chương trình chạy:

Dựa trên phần mềm tempbroadcast, nghiên cứu phân lập trình cho kĩ thuật thăm dò. Ta có sơ đồ giải thuật cho kĩ thuật thăm dò như dưới đây:

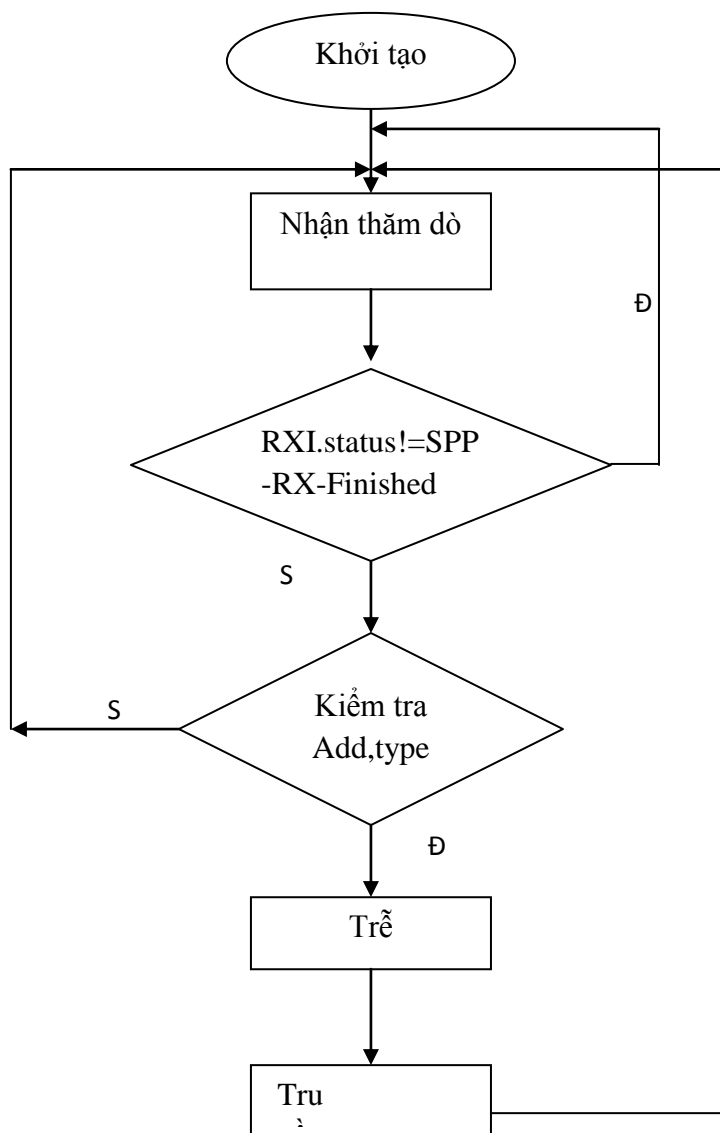
 Sơ đồ giải thuật cho kĩ thuật thăm dò trong giao thức MAC:

✚ Sơ đồ giải thuật cho node master:



Hình 3.12: Sơ đồ giải thuật của node master

✚ Sơ đồ giải thuật cho node slave:



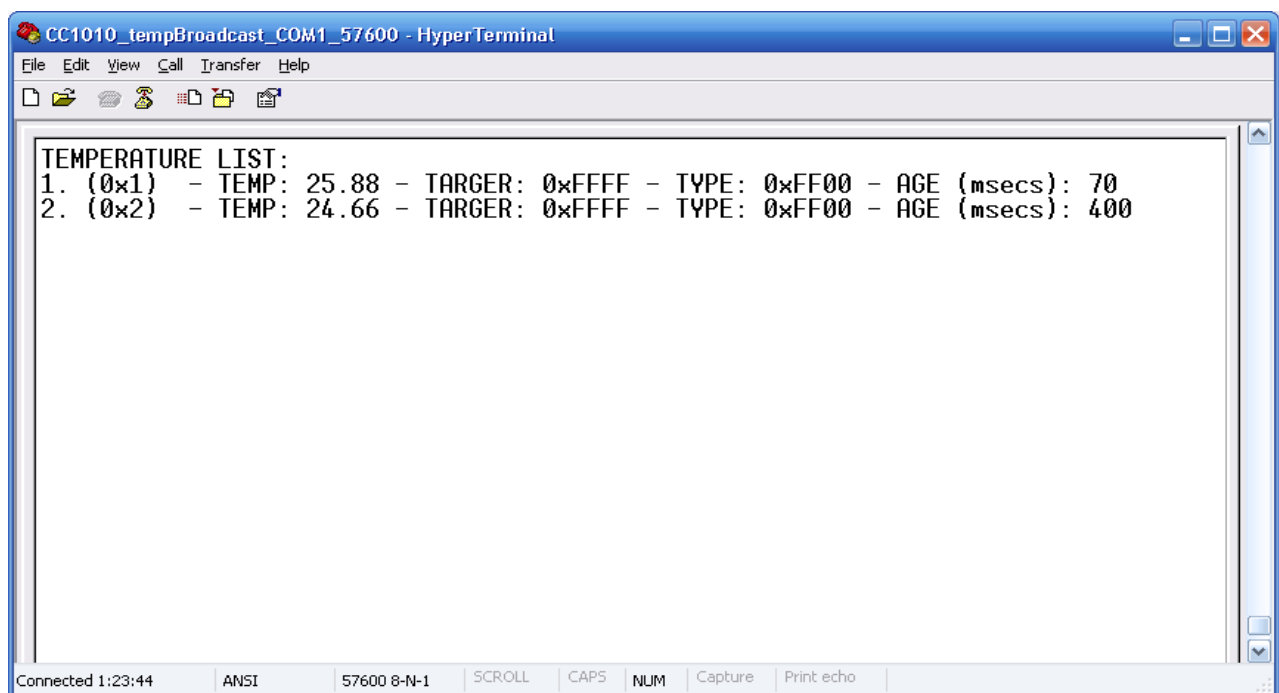
Hình 3.13: Sơ đồ giải thuật của node slave

→ Tóm lại : Trong kĩ thuật thăm dò này, khi không hoạt động thì node master sẽ ngủ để tiết kiệm năng lượng. Chỉ khi node master ngủ hết 30s thì thức dậy gửi khung thăm dò đến node slave để tiếp tục hoạt động. Như vậy, kĩ thuật này cũng làm giảm năng lượng tiêu thụ.

3.9 KẾT QUẢ



Hình 3.14: Kết quả thu được hiện thị trên LCD



Hình 3.15: Kết quả thu được hiện thị trên PC

KẾT LUẬN

Trong hoàn cảnh đất nước ta hiện nay thì vấn đề WSN còn phải nghiên cứu và phát triển. Đồ án đã đưa ra kiến trúc tổng quát WSN đó là: các thiết bị (Bộ xử lý nhúng năng lượng thấp, Bộ nhớ / Lưu trữ, Bộ thu phát vô tuyến, Các sensor (Cảm biến), Hệ thống định vị địa lý GPS, Nguồn năng lượng). Hệ thống phải có khả năng mềm dẻo để thích hợp với các yêu cầu của ứng dụng. Các dạng ứng dụng chủ yếu của WSN là: thu thập dữ liệu môi trường, an ninh, theo dõi đối tượng. Mỗi dạng ứng dụng có sự khác nhau căn bản về truyền thông và các giao thức cần được hỗ trợ bởi kiến trúc phần cứng. Yêu cầu quan trọng của một nút mạng là có kích thước bé, tiêu thụ năng lượng thấp nhất có thể và có tích hợp truyền nhận không dây, từ đó đã chọn loại vi điều khiển CC1010 do hãng Chipcon chế tạo có độ tích hợp cao, truyền nhận RF, tiêu thụ năng lượng thấp để làm nút mạng và xây dựng hệ thống thực nghiệm.

Đồ án cũng đã giới thiệu tổng quan tầng liên kết dữ liệu và các thủ tục truy nhập môi trường trong mạng WSN. Do giới hạn về nguồn năng lượng cung cấp, giá thành và yêu cầu hoạt động trong một thời gian dài nên vấn đề năng lượng là tiêu chí thiết kế quan trọng nhất trong mạng cảm nhận không dây WSN. Để tiết kiệm được năng lượng sóng vô tuyến thì giao thức MAC đã được thiết kế phù hợp bằng cách lập chế độ ngủ một cách hiệu quả khi không truyền hoặc không nhận.

Hướng phát triển của đề tài: do thời gian có hạn nên em chỉ mới đưa được giải thuật mà chưa được phần lập trình cho kỹ thuật thăm dò hiệu quả. Nên nếu có thời gian nghiên cứu, em sẽ cố gắng hoàn thiện phần lập trình kỹ thuật thăm dò sau đó lập trình 1 kỹ thuật khác trong số các kỹ thuật của MAC. Từ đó so sánh 2 kỹ thuật về hiệu quả năng lượng, hiệu quả truyền nhận gói tin và hiệu suất của đường truyền.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bhaskar Krishnamachari, **Networking Wireless Sensors** *Cambridge University Press 2005*
- [2] Lizhi Charlie Zhong, Jan Rabaey, Chunlong Guo, Rahul Shah, **Data Link Layer Design For Wireless Sensor Networks.**
- [3] Edgar H. Callaway, Jr., **Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols**
- [4] Wei Ye, **MAC Layer Design for Wireless Sensor Networks**
- [5] Ilker Demirkol, Cem Ersoy, and Fatih Alagöz, **MAC Protocols for Wireless Sensor Networks: a Survey**
- [6] [Kevin Klues](#), **Power Management in Wireless Networks**
- [7] Javier Bonny, **Investigating MAC Power Consumption in Wireless Sensor Networ**

THE END