

Mục Lục

LỜI CẢM ƠN.....	2
GIỚI THIỆU	3
Chương 1:TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY WSN-WIRELESS SENSOR NETWORK	5
1.1 Định nghĩa.....	5
1.2 Các thiết bị WSN	6
1.3 Kiến trúc nút mạng.....	9
1.4 Đặc trưng và cấu hình mạng cảm nhận không dây.....	10
1.5 Một số chuẩn của mạng cảm nhận không dây	11
1.6 Ứng dụng của mạng cảm nhận không dây.....	12
1.7 Yêu cầu của mạng cảm nhận không dây.....	13
1.8 Mục tiêu của mạng cảm nhận không dây.....	14
1.9 Ưu/nhược điểm của mạng cảm nhận không dây.....	15
1.10 Đặc điểm của mạng cảm nhận không dây	16
Chương 2:ĐIỀU KHIỂN THÂM NHẬP MÔI TRƯỜNG VÀ GIAO THỨC LẬP LỊCH NGỦ TẬP TRUNG	17
2.1 Giới thiệu giao thức MAC-Medium Access Control.....	17
2.2 Một số giao thức MAC truyền thống	19
2.2.1 Giao thức Aloha	19
2.2.2 Giao thức CSMA(Carrier Sense Medium Access)	21
2.2.3 Giao thức MACA(Medium Access Collision Avoidance) .	23
2.3 Giao thức lập lịch.....	24
2.3.1 Cảm ứng MAC(S-MAC).....	24
2.3.2 Timeout MAC(T-MAC).....	27
2.3.3 MAC hội tụ dữ liệu(D-MAC)	28
2.3.4 Lập lịch tập trung	30
Chương 3:THỬ NGHIỆM CHƯƠNG TRÌNH	33
3.1 Thiết bị sử dụng trong chương trình	33
3.2 Phần mềm nhúng.....	35
3.2.1 Tổng quan về phần mềm nhúng	35
3.2.2 Các bước cơ bản xây dựng một phần mềm nhúng.....	36
3.2.3 Phần mềm nhúng viết cho CC1010.....	37
3.3 Thử nghiệm chương trình-Giải thuật cho giao thức lập lịch tập trung(Polling).....	40
3.4 Một số hình ảnh thử nghiệm chương trình.....	43
Kết luận.....	45
Tài liệu tham khảo	47

LỜI CẢM ƠN

Em xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy Vương Đạo Vy - giảng viên trường Đại Học Công Nghệ – Đại Học Quốc Gia Hà Nội đã tận tình hướng dẫn và tạo mọi điều kiện thuận lợi để em hoàn thành bài khóa luận đúng thời hạn.

Em xin chân thành cảm ơn tất cả các thầy cô giáo trong khoa Công nghệ thông tin - Trường Đại học dân lập Hải Phòng đã nhiệt tình giảng dạy và cung cấp những kiến thức quý báu để em có thể hoàn thành tốt khóa luận tốt nghiệp này.

Cuối cùng, em xin cảm ơn tất cả các bạn đã đồng viên, góp ý và trao đổi hỗ trợ cho em trong suốt thời gian vừa qua.

Vì thời gian thực tập có hạn, trình độ bản thân còn nhiều hạn chế. Cho nên trong đề tài không tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong được sự góp ý quý báu của tất cả các thầy cô giáo cũng như các bạn để đề tài của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

GIỚI THIỆU

Những kỹ thuật tiên tiến gần đây đã cho ta một số lượng lớn các nguồn năng lượng thấp trong tương lai. Những thiết bị cảm nhận rẻ được nhúng đầy đặc trong một môi trường vật lý, hoạt động chung trong một mạng không dây. Những ứng dụng của mạng cảm nhận không dây bao gồm vùng rất rộng lớn: quan sát môi trường sinh thái, giám định cấu trúc về sức khỏe, dò tìm các chất gây ô nhiễm môi trường, điều khiển xử lý công nghiệp, tìm đường mục tiêu trong quân sự,...

Mạng cảm biến vô tuyến (WSN) có thể hiểu đơn giản là mạng liên kết các node với nhau bằng kết nối sóng vô tuyến (RF connection) trong đó các node mạng thường là các (thiết bị) đơn giản, nhỏ gọn, giá thành thấp ... và có số lượng lớn, được phân bố một cách không có hệ thống (non-topology) trên một diện tích rộng (phạm vi hoạt động rộng), sử dụng nguồn năng lượng hạn chế (pin), có thời gian hoạt động lâu dài (vài tháng đến vài năm) và có thể hoạt động trong môi trường khắc nghiệt (chất độc, ô nhiễm, nhiệt độ ...).

Các node mạng thường có chức năng sensing (sensor node): cảm ứng, quan sát môi trường xung quanh như: nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng ... theo dõi hay định vị các mục tiêu cố định hoặc di động ... Các node giao tiếp ad-hoc với nhau và truyền dữ liệu về trung tâm (base station) một cách gián tiếp bằng kỹ thuật multi-hop.

Lưu lượng (traffic) dữ liệu lưu thông trong WSN là thấp và ko liên tục. Do vậy để tiết kiệm năng lượng, các sensor node thường có nhiều trạng thái hoạt động (active mode) và trạng thái nghỉ (sleep mode) khác nhau. Thông thường thời gian 1 node ở trạng thái nghỉ lớn hơn ở trạng thái hoạt động rất nhiều.

Như vậy, đặc trưng cơ bản nhất để phân biệt 1 mạng cảm biến và 1 mạng wireless khác chính là giá thành, mật độ node mạng, phạm vi hoạt

động, cấu hình mạng (topology), lưu lượng dữ liệu, năng lượng tiêu thụ và thời gian ở trạng thái hoạt động (active mode).

Bài luận văn sẽ tìm hiểu tổng quan về mạng cảm nhận không dây, các thủ tục điều khiển thâm nhập môi trường và thử nghiệm một giao thức MAC với phần mềm nhúng cho vi điều khiển CC1010. Với kiến thức còn hạn hẹp, thời gian nghiên cứu không dài và tài liệu tham khảo có chưa nhiều, do vậy khóa luận không tránh khỏi những sai sót. Vậy kính mong các thầy cùng các bạn sinh viên quan tâm chia sẻ đóng góp ý kiến để khóa luận được hoàn thiện.

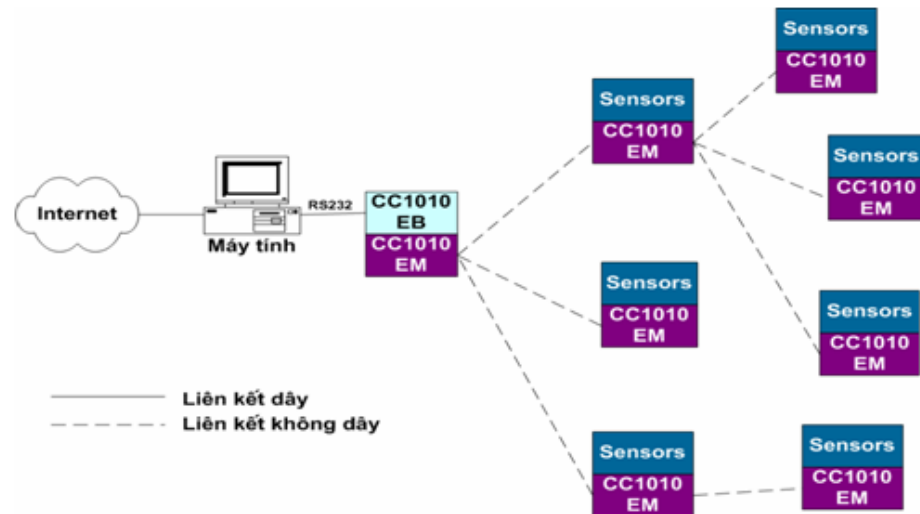
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY WSN-WIRELESS SENSOR NETWORK

Để xây dựng được một hệ thống mạng cảm nhận không dây thì trước hết phải hiểu thế nào là mạng cảm nhận không dây, các thiết bị sử dụng trong mạng, đặc điểm cấu hình và một số yêu cầu cần thiết... Từ đó mới có thể xây dựng được một hệ thống mạng WSN hợp lý và đạt hiệu quả năng lượng cao.

1.1 Định nghĩa

Ngày nay, các vi điều khiển đã có một bước phát triển mạnh với mật độ tích hợp cao, khả năng xử lý mạnh, tiêu thụ năng lượng ít và giá thành thấp. Khi được nạp phần mềm nhúng, các vi điều khiển này sẽ hoạt động độc lập trong các loại môi trường và ở những vị trí địa lý khác nhau. Mỗi vi điều khiển khi được tích hợp với bộ thu phát sóng vô tuyến và bộ cảm biến sẽ tạo thành một nút mạng, tập hợp các nút mạng đó trong một phạm vi nhất định được gọi là mạng cảm nhận không dây (WSN-Wireless Sensor Network).

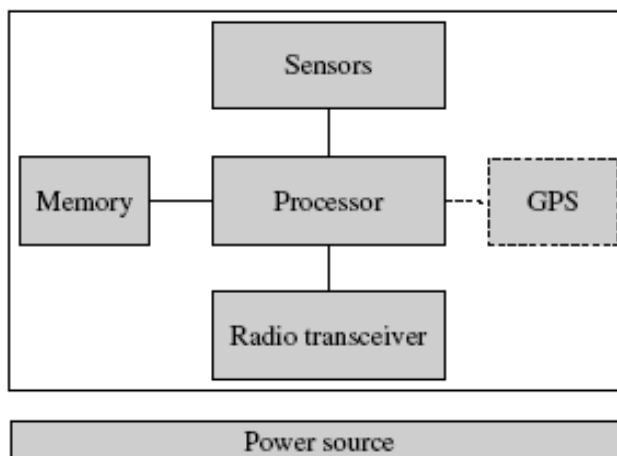
Mạng cảm nhận không dây là một mạng không dây mà các nút mạng là các vi điều khiển sau khi đã được cài đặt phần mềm nhúng kết hợp với các bộ phát sóng vô tuyến cùng với các cảm biến và nó có khả năng thu nhận, xử lý dữ liệu từ các nút mạng và môi trường xung quanh nút mạng.



Trong hệ thống WSN có các trạm gốc và trung tâm điều khiển. Trạm gốc đóng vai trò cổng kết nối giữa các nút mạng và trung tâm điều khiển, tiếp nhận thông tin của các nút mạng chuyển tới trung tâm điều khiển qua nhiều cách khác nhau. Các nút mạng truyền thông tin theo kiểu nhiều chặng từ nút mạng này sang nút mạng khác và về trạm gốc. Từ trạm gốc có thể gửi thông tin cho người dùng (trung tâm điều khiển) theo nhiều cách như trực tiếp qua hệ thống máy tính, qua mạng Internet, qua vệ tinh.... nhờ đó người giám sát có thể nhận được thông tin dù đang ở bất cứ đâu.

1.2 Các thiết bị WSN

Các thiết bị chính tạo ra mạng cảm biến không dây



***Bộ xử lý nhúng năng lượng thấp**

Các nhiệm vụ tính toán 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 dưới áp lực đầu tiên của kinh tế, các bộ xử lý nhúng thường bị hạn chế trong phạm vi năng lượng máy tính (ví dụ: nhiều thiết bị sử dụng trong việc nghiên cứu và phát triển hiện nay chỉ có bộ xử lý 16MHz, 8 bit). Do sự hạn chế của các bộ xử lý loại này nên nhiều thiết bị chạy trên các hệ điều hành có các thành phần cơ bản đặc biệt, như là TinyOS. Tuy nhiên chúng ta cũng phải nhớ rằng một mạng cảm nhận không dây có thể không đồng bộ và bao gồm ít nhất một vài nút hoạt động với giới hạn lớn hơn năng lượng máy tính. Hơn nữa theo định luật Moore, các thiết bị WSN tương lai có thể được gắn vào bộ xử lý cực mạnh. Nó cũng sẽ hợp nhất các kỹ thuật thiết kế năng lượng thấp tiên tiến nhất, như hiệu quả của chế độ ngủ và chia tỉ lệ vận kế động để có thể tiết kiệm năng lượng đáng kể.

***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.

***Bộ thu phát vô tuyến**

Các thiết bị WSN bao gồm một bức xạ không dây tốc độ thấp, trong khoảng ngắn (10→100kbps, <100m). Trong thời điểm hiện nay nó bị giới hạn về dung lượng, và sẽ được cải thiện 1 cách tinh tế 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 (mode sleep) và chế độ hoạt động (mode active).

***Cảm biến(Sensor)**

Do giới hạn băng thông và nguồn, các thiết bị WSN chỉ hỗ trợ bộ cảm biến tốc độ dữ liệu thấp. Với các ứng dụng bộ cảm biến đa chức năng, mỗi thiết bị có một vài sensor trên board. Tùy theo mỗi ứng dụng mà có 1 loại sensor riêng: sensor 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.

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

Trong nhiều ứng dụng của WSN, thì có một ứng dụng cực kỳ quan trọng là nhận biết được vị trí của các số đo của các cảm biến. Cách đơn giản nhất để khoanh vùng vị trí là cấu hình trước vị trí của các cảm biến trước khi triển khai; tuy nhiên nó chỉ mang tính khả thi trong một số điều kiện triển khai nhất định.

Đặc biệt trong các hoạt động ngoài trời, khi mà các mạng lưới được triển khai một cách đặc biệt các thông tin đó dễ thu nhận thông qua vệ tinh cơ bản GPS. Tuy nhiên, tại các ứng dụng, do hạn chế của môi trường và kinh tế, chỉ một phần nhỏ các node được trang bị GPS. Trong trường hợp này, các node khác nhau (trong cùng một vùng) chỉ thu được vị trí của nhau 1 cách gián tiếp qua giao thức định vị mạng

***Nguồn năng lượng**

Để việc triển khai hoạt động của mạng cảm nhận không dây trở nên linh hoạt và mềm dẻo thì nguồn năng lượng được sử dụng cho các thiết bị chính là năng lượng pin (ví dụ sử dụng các loại pin LiMH AA). Trong khi một số nút có thể được kết nối cùng một nguồn năng lượng liên tục trong

một số ứng dụng, và năng lượng thu được trong kỹ thuật này có thể cung cấp một phần năng lượng tái sinh cho một số ứng dụng khác.

Tùy thuộc vào mỗi ứng dụng, các thiết bị WSN có thể trong cùng một mạng với nhau. 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. Topo mạng đơn giản nhất cho ứng dụng này là topo hình sao đơn hop, ở đây tất cả các node gửi dữ liệu trực tiếp đến node sink. 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.

Một đặc điểm thú vị của mạng cảm nhận không dây là nó thường xuyên cho phép khả năng xử lý mạng thông minh. Các nút trung gian dọc theo đường truyền không chỉ đơn thuần là chuyển các gói dữ liệu mà còn có thể kiểm tra và xử lý nội dung của gói dữ liệu truyền qua chúng. Nó thường được dùng để nén dữ liệu hoặc xử lý tín hiệu để cải thiện chất lượng của thông tin thu được.

1.3 Kiến trúc nút mạng

***Bộ vi xử lý:** Yêu cầu 1 vi xử lý 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.

***Bo mạch:** Bo mạch là bảng vi mạch điện tử bao gồm nguồn nuôi, ăng ten thu phát sóng, các cổng giao tiếp và là nơi tích hợp các bộ cảm biến, bộ truyền thông, bộ lưu trữ dữ liệu...

***Bộ cảm biến:** Bộ cảm biến chính là thiết bị thu thập thông tin dữ liệu, có nhiều loại cảm biến như cảm biến quang học, cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ ẩm, cảm biến cơ học...

***Bộ lưu trữ:** Các nút mạng cảm nhận không dây có thành phần lưu trữ thông tin dữ liệu rất nhỏ, thường sử dụng bộ nhớ Flash hay DRAM.

***Bộ truyền thông:** Mô hình truyền thông được đề cập đến đây chính là truyền thông đa bước. Với những ưu điểm về tính mềm dẻo, giảm đáng kể năng lượng tiêu thụ trong mạng cảm nhận không dây.

1.4 Đặc trưng và cấu hình mạng cảm nhận không dây

1 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(Medium Access Control): kỹ thuật đa truy cập TDMA hoặc CSMA-CA hiệu chỉnh với mục đích giảm 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 (topology) 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).

1.5 Một số chuẩn của mạng cảm nhận không dây

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 là:

- ALOHA system (U. of Hawaii)
- PRNET system (U.S Defense)
- WINS (U. of California)
- PicoRadio (U. of California)
- Micro AMPS (M.I.T)
- MANET (Mobile ad-hoc Network)
- Zigbee: dựa trên lớp vật lý và lớp MAC của chuẩn WPAN 802.15.4

1.6 Ứng dụng của mạng cảm nhận không dây

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,...)

1.7 Yêu cầu của mạng cảm nhận không dây

***Năng lượng tiêu thụ thấp**

Mạng cảm nhận không dây bao gồm rất nhiều nút mạng nhỏ, được đặt ở khắp nơi trong môi trường. Để nút mạng hoạt động được chúng cần cung cấp năng lượng. Nhưng do điều kiện sống ngoài môi trường, các nút mạng phải có đặc điểm tiêu thụ ít năng lượng thì thời gian sống của mỗi nút mạng mới tồn tại trong nhiều năm. Năng lượng để cung cấp cho mỗi nút mạng có thể lấy ở nhiều nguồn, ví dụ như dùng pin, năng lượng mặt trời, năng lượng RF thu được từ sóng vô tuyến, năng lượng rung động cơ học ...

***Phần mềm tương thích với phần cứng**

Vấn đề lựa chọn vi điều khiển thích hợp để xây dựng nút mạng rất quan trọng. Việc chọn đúng vi điều khiển sẽ làm hệ thống hoạt động ổn định, có khả năng nâng cấp thêm nút mạng... Ngoài thị trường có rất nhiều vi điều khiển như CC1010, MSP430, ATMEGA.... Nhưng hiện nay

vi điều khiển CC1010 được lựa chọn làm nút mạng với những ưu điểm hơn hẳn.

***Các nút mạng có khả năng tự cấu hình**

Mạng cảm nhận không dây sử dụng nhiều nút mạng, với phương thức truyền nhận bằng sóng Radio, nên người quản trị mạng khó có thể can thiệp liên tục vào quá trình hoạt động của mạng. Vì thế đòi hỏi các nút mạng phải có khả năng tự tổ chức, tự duy trì_ tự cấu hình.

1.8 Mục tiêu của mạng cảm nhận không dây

***Chi phí thấp**

Mạng cảm nhận không dây có ưu điểm đó là dễ triển khai, mở rộng mạng. Do khả năng tự cấu hình của mạng WSN nên người quản trị mạng ít phải can thiệp, và người sử dụng không cần hiểu sâu về mạng cũng như cơ chế truyền thông khi làm việc với mạng WSN. Với những tiện ích và ứng dụng rộng rãi của mạng cảm nhận không dây thì chi phí đầu tư cho hệ thống là không cao so với các mạng thông thường hiện nay.

Điều mấu chốt cho mạng WSN hoạt động ổn định là chi phí bảo trì, kiểm tra hệ thống. Do đặc điểm nút mạng ngoài môi trường nên cần xây dựng hệ thống mạng có khả năng thực hiện việc tự bảo trì, cũng như duy trì thời gian sống càng lâu càng tốt cho mỗi nút mạng.

***Thời gian sống dài**

Mạng cảm nhận không dây với ưu điểm dễ triển khai, dễ mở rộng hệ thống, nhưng cũng tồn tại nhược điểm là các nút mạng đặt ngoài môi trường, nhất là với những nút mạng ứng dụng trong giám sát môi trường, theo dõi đối tượng... khó có thể bảo trì theo hàng tháng hay hàng năm. Điều đó có nghĩa là mỗi nút mạng phải tự nuôi sống mình bằng những nguồn năng lượng khác nhau. Thời gian sống của mỗi nút mạng phải đảm bảo lâu dài, phải sống được trong điều kiện ngoài môi trường nhiều năm. Mỗi nút mạng bị lỗi sẽ ảnh hưởng đến hệ thống mạng. Như vậy mỗi

nút mạng cần nguồn năng lượng ổn định có khả năng cung cấp lâu dài, cũng như mỗi nút mạng cần cơ chế tiết kiệm tiêu hao năng lượng tối đa.

***An toàn bảo mật**

Mạng cảm nhận không dây được ứng dụng rất rộng rãi trong đời sống ví dụ như thu thập nhiệt độ, độ ẩm môi trường,...hay quan trọng hơn như phục vụ an ninh quốc gia. Do đó, vấn đề bảo đảm khả năng giữ bí mật thông tin thu thập được là rất cần thiết. Mã hoá dữ liệu là biện pháp an toàn để bảo mật thông tin. Đồng nghĩa với việc giải mã thông tin phải chính xác, sát thực.

***Khả năng thu thập dữ liệu**

Đối với mạng cảm nhận không dây thì tốc độ thu thập dữ liệu cũng ảnh hưởng đến tính sát thực của thông tin. Thông tin thu về phải nhanh chóng, chính xác, nhất là những thông tin có ảnh hưởng đến an ninh quốc gia. Tốc độ thu thập thông tin hiệu quả là số mẫu lấy được từ mỗi nút riêng lẻ, những thông tin riêng lẻ phải truyền đến điểm thu thập trung tâm để xử lý.

1.9 Ưu/nhược điểm của mạng cảm nhận không dây

***Ưu điểm**

- Dễ triển khai và có khả năng mở rộng
- Chi phí lắp đặt và bảo trì thấp
- Không đòi hỏi người sử dụng hiểu chuyên sâu về kiến trúc mạng
- Mạng sử dụng phương thức truyền sóng Radio nên truy nhập đơn giản

***Nhược điểm**

- Do tính linh động và dễ truy nhập nên an toàn bảo mật mạng không dây phức tạp
- Khó quản lý nút mạng đặt ngoài môi trường

1.10 Đặc điểm của mạng cảm nhận không dây

- Các nút mạng cảm nhận có kích thước nhỏ
- Năng lượng nạp được và lưu được bị giới hạn
- Hoạt động ở các điều kiện môi trường khắc nghiệt không cần can thiệp của con người
- Dễ xảy ra lỗi tại nút mạng, dễ xảy ra lỗi trong khi truyền dữ liệu
- Các nút mạng có thể dịch chuyển được mà không cần thay đổi cấu hình
- Mô hình mạng động, linh hoạt
- Các nút mạng hỗn hợp
- Cho phép khả năng mở rộng cao

Kết luận chương: Kết thúc chương I chúng ta đã có những hiểu biết tổng quan về mạng cảm nhận không dây. Đồng thời cũng phải nói thêm rằng với những đặc điểm đã nêu ở trên thì trong mạng cảm nhận không dây WSN một tiêu chí quan trọng để xây dựng đó chính là tiêu chí hiệu quả năng lượng. Từ đây đặt ra 2 vấn đề đó là chọn thiết bị như thế nào và sử dụng giao thức hoạt động gì để đạt được hiệu quả năng lượng một cách cao nhất. Trong chương II chúng ta sẽ tìm hiểu về giao thức MAC (Điều khiển thâm nhập môi trường) và giao thức lập lịch ngủ tập trung.

Chương 2: ĐIỀU KHIỂN THÂM NHẬP MÔI TRƯỜNG VÀ GIAO THỨC LẬP LỊCH NGỦ TẬP TRUNG

Như đã nói ở chương 1 một tiêu chí quan trọng để xây dựng hệ thống mạng cảm nhận không dây đó là tiết kiệm năng lượng. Và trong chương 2 này chúng ta sẽ cùng tìm hiểu một số giao thức MAC truyền thống và giao thức lập lịch ngủ tập trung.

2.1 Giới thiệu giao thức MAC-Medium Access Control

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 cơ bản của giao tiếp không dây là nó phải cung cấp một phương tiện để chia sẻ. Tất cả các giao thức điều khiển đa truy cập cho mạng không dây sử dụng giao diện radio để đảm bảo hiệu quả sử dụng của băng thông chia sẻ. Giao thức MAC được thiết kế cho mạng cảm nhận không dây có một mục đích thêm cho quản lý hoạt động của radio để chuyển đổi năng lượng. Như vậy trong khi giao thức MAC truyền thống phải cân bằng đầu vào, trễ, và một số mối quan tâm khác thì giao thức MAC của WSN đặt việc sử dụng năng lượng hiệu quả 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 vẫn 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.

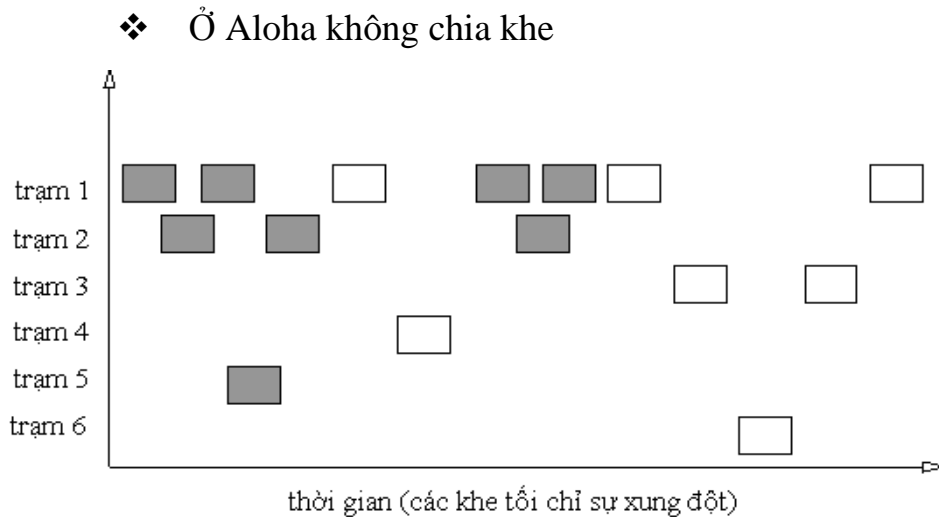
2.2 Một số giao thức MAC truyền thống

2.2.1 Giao thức Aloha

Các giao thức MAC truyền thống là các giao thức đa truy cập. Dạng đơn giản nhất của đa truy cập là Aloha không chia rãnh và Aloha chia rãnh. Trong Aloha không chia rãnh, mỗi nút hoạt động độc lập và đơn giản là truyền một gói bất cứ khi nào gói được gửi tới; nếu một xung đột xảy ra, gói sẽ được truyền lại sau một khoảng thời gian đợi ngẫu nhiên.

Aloha chia rãnh làm việc cũng theo cách tương tự, nhưng chỉ cho phép truyền trong những rãnh đặc biệt được đồng bộ.

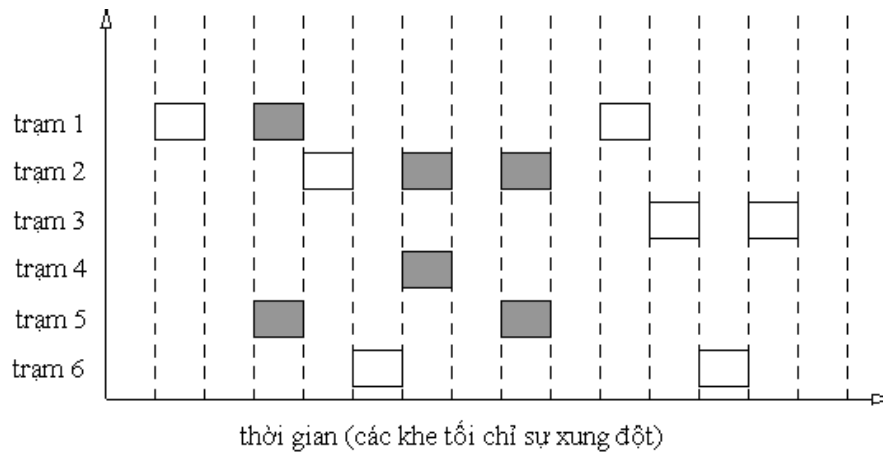
Thuận lợi chính của mô hình truy nhập ngẫu nhiên Aloha là nó đơn giản. Các node có thể truyền dữ liệu của chúng bất chấp sự hoạt động của các node khác. Nếu bản tin nhận thành công thì node gốc gửi 1 ACK (acknowledgment) qua 1 kênh (feedback). Nếu node không nhận được 1 ACK thì node truyền lại bản tin 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.



Hình 2.1: Aloha không chia khe

→ Hạn chế quan trọng ở đây là gói tin gửi đã được nhận hay chưa. Để giải quyết vấn đề này, trong mô hình unslotted Aloha, 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 (load) 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 Slotted Aloha

❖ Ở Aloha 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 2.2: Aloha chia khe

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.

2.2.2 Giao thức CSMA(Carrier Sense Medium Access)

Một giao thức MAC cổ điển khác là giao thức đa truy cập cảm nhận sóng mang (CSMA). Trong CSMA, một nút muốn truyền trước hết phải lắng nghe kênh để đánh giá nó có rỗi không. Nếu kênh rảnh rồi, nút sẽ tiến tới việc truyền. Nếu kênh bận, nút sẽ đợi một chu kỳ back-off ngẫu nhiên để cố truyền lại. Cả Aloha không chia rãnh, Aloha chia rãnh và CSMA vẫn chưa giải quyết được vấn đề nút ẩn, nút hiện.

Chuẩn IEEE 802.3/Ethernet đã đưa ra giao thức cảm nhận sóng mang dò xung đột CSMA/CD trong mạng Ethernet. Chế độ này hoạt động như CSMA thường nhưng trong quá trình truyền, nút đồng thời lắng nghe môi trường, nhận lại các dữ liệu gửi đi xem có xung đột không. Nếu phát hiện xung đột, nút sẽ truyền 1 tín hiệu nghẽn để các nút khác nhận ra và dừng việc gửi gói trong 1 thời gian ngẫu nhiên backoff trước khi cố gửi lại, tức là có khả năng dò xung đột nhưng vẫn không tránh được.

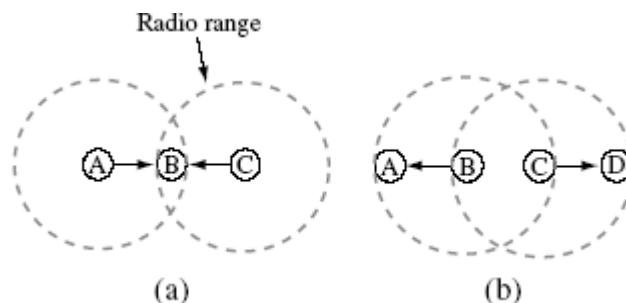
Trong các mạng phức tạp hơn như mạng không dây thì người ta dùng giao thức cảm nhận sóng mang/tránh xung đột CSMA/CA. Giao thức này có khả năng giải quyết vấn đề nút ẩn, nút hiện và sẽ được trình bày chi tiết trong phần sau.

*Vấn đề nút ẩn/nút hiện

Các giao thức MAC truyền thống không đủ để ngăn ngừa xung đột và không hiệu quả trong mạng không dây bởi vì 2 vấn đề duy nhất: vấn đề nút ẩn và nút hiện.

Vấn đề nút ẩn được thể hiện trong hình 2.3a; ở đây, nút A đang truyền tới nút B. Nút C, nằm ngoài vùng sóng radio của A, sẽ cảm nhận được kênh truyền rảnh rồi và bắt đầu truyền gói tới nút B. Trong trường hợp này, CSMA không ngăn ngừa xung đột bởi vì A và C ẩn cho mỗi nút.

Vấn đề nút hiện được thể hiện trong hình 2.3b. Ở đây, trong khi nút B truyền tới nút A, nút C có một gói cần truyền cho nút D. Bởi vì nút C trong khoảng của B, cảm nhận thấy kênh bận và không có thể truyền. Tuy nhiên, trong lý thuyết, vì D nằm ngoài khoảng của B, và A nằm ngoài khoảng của C, 2 sự truyền này không xung đột với nhau. Việc truyền bởi C sẽ bị hoãn lại và lãng phí băng thông.



Hình 2.3: nút ẩn và nút hiện

Vấn đề này là sóng đôi theo một phương diện nào đó: trong vấn đề node ẩn, gói gây xung đột vì trong khi nút gửi mà không biết nút khác

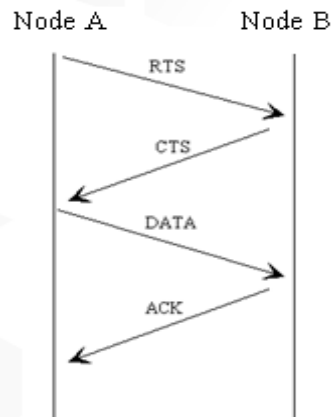
đang truyền, trong khi đó nút hiện mất cơ hội lớn để gửi 1 gói do sự nhầm lẫn của quá trình truyền không bị nhiễu. Lời giải cho sự ghép đôi không đối xứng này nằm ở chỗ không phải nơi truyền cần thiết để cảm nhận sóng mang mà là nơi nhận. Một vài giao tiếp giữa nơi truyền và nơi nhận cần thiết để giải quyết vấn đề này.

2.2.3 Giao thức MACA(Medium Access Collision Avoidance)

Giao thức MACA giới thiệu về cách sử dụng của 2 thông điệp điều khiển có thể giải quyết vấn đề Hidden node(nút ẩn) và Exposed node(nút hiện). Các thông điệp điều khiển này được gọi là Request to send(RTS) và Clear to send(CTS). Bản chất của giao thức này là khi 1 nút muốn gửi dữ liệu nó phát ra 1 gói RTS tới nơi nó muốn gửi dữ liệu. Nếu nơi nhận có thể nhận dữ liệu, nó phát ra 1 gói CTS. Khi nơi gửi nhận được CTS nó bắt đầu truyền dữ liệu. Khi 1 nút gần đó nghe thấy 1 địa chỉ RTS của nút khác, nó sẽ ngăn chặn đường truyền của mình trong 1 thời gian, đợi đến khi CTS trả lời. Nếu nó không nghe thấy CTS thì nó sẽ bắt đầu truyền dữ liệu của mình. Nếu không nghe thấy CTS, thì dù RTS có nghe thấy CTS hay không nút đó sẽ hạn chế đường truyền của mình trong 1 khoảng thời gian vừa đủ để việc truyền dữ liệu hoàn thành.

→ 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



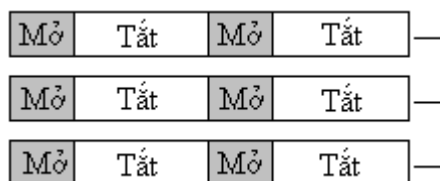
Hình 2.4: Quá trình truyền nhận giữa 2 node A và B

Giả sử lý tưởng (ví dụ bỏ qua khả năng xảy ra xung đột RTS/CTS, giả sử truyền thông 2 chiều, không mất gói, không hiệu ứng capture), có thể thấy rằng giao thức MACA có thể giải quyết cả vấn đề node ẩn và node hiện. Với các ví dụ đơn giản như hình 2.1 ở trên, nó giải quyết vấn đề node ẩn bởi vì node C sẽ phải lắng nghe bản tin CTS và chặn xung đột đường truyền của nó. Tương tự nó giải quyết vấn đề node hiện vì mặc dù node C lắng nghe CTS của node B, nó sẽ không nhận CTS từ node A và do đó có thể truyền gói tin của nó sau 1 thời gian chờ có thể.

2.3 Giao thức lập lịch

2.3.1 Cảm ứng MAC(S-MAC)

- Giao thức S-MAC là một giao thức MAC không dây được thiết kế đặc biệt cho WSN.



Hình 2.5: Giao thức S-MAC

Như hình vẽ chỉ ra, nó chiếm một chu kỳ tuần hoàn, ở đó, mỗi node sẽ ngủ trong một khoảng thời gian và sau đó thức dậy để lắng nghe.

Chu trình làm việc của chế độ lập lịch ngủ – lắng nghe này thực hiện như nhau đối với tất cả các node, vì vậy mà làm giảm năng lượng tiêu thụ.

❖ Chu kì ngủ – lắng nghe:



Hình 2.6: chu kì ngủ – lắng nghe

- Vấn đề: “Idle listening”: tiêu thụ năng lượng đáng kể. Đây là 1 vấn đề lớn trong việc tiêu thụ năng lượng.

- Giải quyết: Dựa vào chu kỳ ngủ – lắng nghe, nghĩa là đặt các node vào trong chu kì trạng thái ngủ. Sau khi ngủ vài giờ thì mỗi node thức dậy và lắng nghe xem có node nào muốn nói chuyện với nó không. Nếu có, nó sẽ thức. Nếu không, nó lại trở về trạng thái ngủ. Trong suốt thời gian ngủ, node tắt đi radio của nó. Điều này sẽ giảm được chu trình làm việc của node xuống khoảng 10% (200ms mở và 2s tắt)

- Trong suốt quá trình khởi tạo, các node vẫn thức và chờ đợi một chu kỳ ngẫu nhiên để lắng nghe bản tin về chu kỳ lịch ngủ – lắng nghe của 1 trong các node lân cận. Nếu chúng không nhận được một bản tin nào, chúng sẽ lựa chọn lịch của riêng chúng và phát quảng bá (thông báo broadcast) cho các node lân cận. Các node nghe được lịch của node lân cận sẽ chấp nhận lịch này và báo cho các node tiếp theo. Một vài node ranh giới có thể chấp nhận nhiều lịch khác hoặc chỉ chấp nhận lịch của 1 node lân cận. Các node sẽ định kỳ truyền các lịch này để cấp vị trí cho mỗi node mới được kết nối với mạng. Mặc dù các node vẫn phải trao đổi gói tin theo định kỳ với các node lân cận để đồng bộ, nhưng đây không phải là vấn đề lớn vì chu kỳ nghe thường lớn hơn nhiều so với độ trễ của xung đồng hồ. Lập lịch ngủ không được dùng trong khi truyền dữ liệu.

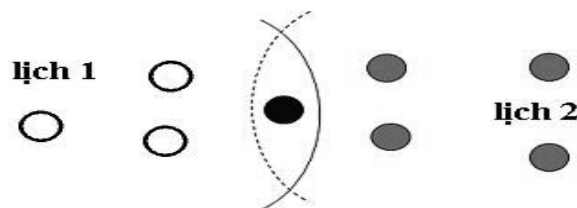
Ví dụ: Trước khi các node thực hiện chu kỳ nghe ngủ, chúng cần chọn 1 lịch để biết khi nào nghe và khi nào ngủ. Hình dưới đây chỉ ra rằng thậm chí nếu 2 node có các lịch khác nhau. Chúng có thể còn liên lạc

với nhau một thời gian lâu như khi chúng biết các lịch của nhau. Nếu node 1 muốn liên lạc với node 2, nó chỉ đợi cho đến khi node 2 đang lắng nghe. Tuy nhiên chúng ta muốn các node lân cận là phải có cùng lịch. Vì vậy thật dễ dàng để phát broadcast.



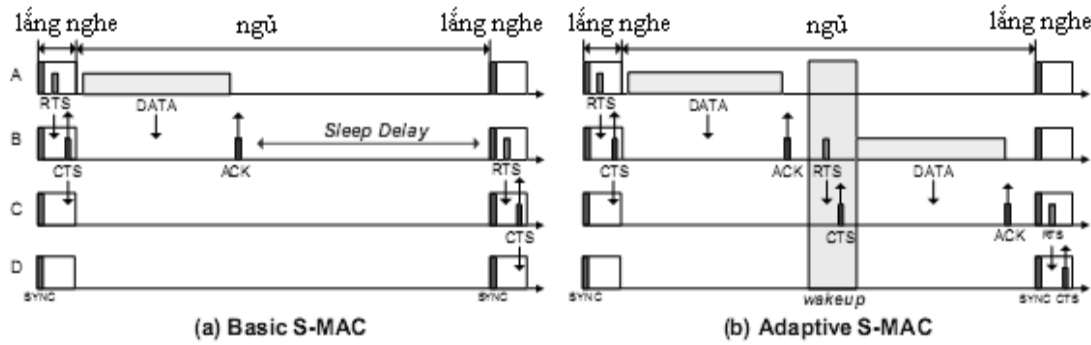
Hình 2.7: 2 node có cùng schedule

- Nhưng trong 1 mạng lớn thì không thể đảm bảo tất cả các node đều có lịch như nhau. Ví dụ hình sau có 2 lịch khác nhau trên mỗi mặt phẳng. Node đen là node nhận cả 2 lịch. Khi nó phát broadcast 1 gói, thì nó cần phải phát gói đó 2 lần, lần 1 là cho các node ở lịch 1, sau đó là cho các node ở lịch 2.



Hình 2.8: các node có 2 schedule khác nhau

➤ Một mở rộng của sơ đồ S-MAC cơ bản, gọi là đáp ứng lắng nghe (adaptive listening), cho phép chu kỳ hoạt động có thể thay đổi độ dài, để giảm khả năng ngủ đến 1 mức độ nhất định. Kỹ thuật Adaptive listening được đưa ra để cải thiện độ trễ ngủ. Trong kỹ thuật này, node tỉnh cờ nghe được các sự truyền của node lân cận, nó sẽ thức dậy trong 1 thời gian ngắn tại điểm cuối của đường truyền. Do đó, nếu node là node next-hop, thì neighbor của nó có thể chuyển dữ liệu ngay lập tức. Điểm cuối của đường truyền được xác định bởi trường DF của các gói RTS/CTS.



Hình 2.9: Sự hoạt động của S-MAC basic và adaptive

Chú ý: tiết kiệm năng lượng trong S-MAC mang tới tiêu phí trong quá trình ngủ: nghĩa là 1 gói truyền qua mạng sẽ phải tạm dừng trong quá trình ngủ của những node trung gian (phụ thuộc vào quá trình thiết lập, gói tin qua một vài hop thì phải dừng lại).

Ưu: Lịch ngủ làm giảm đi sự lãng phí năng lượng gây ra bởi “idle listening”.

Nhược: Truyền thông broadcast không sử dụng RTS/CTS → làm tăng khả năng xung đột. Kỹ thuật Adaptive listening phải chịu vấn đề “overhearing” hoặc “idle listening” nếu gói tin không đi đến node đang lắng nghe nó.

2.3.2 Timeout MAC(T-MAC)

T-MAC là một giao thức có chu kỳ làm việc tương tự như S-MAC và adaptive listening, cho phép thay đổi chu kỳ làm việc. Độ dài của mỗi chu kỳ được giữ cố định, nhưng kết thúc của quá trình hoạt động được xác định tích cực bằng việc sử dụng 1 kỹ thuật timeout (thời gian chờ). Nếu nơi nhận không nhận bất kì bản tin (dữ liệu hoặc điều khiển) nào trong khoảng thời gian chờ, thì nó sẽ ngủ. Nếu nó nhận được 1 bản tin, bộ đếm sẽ bắt đầu lại sau khi tiếp nhận bản tin. Cơ chế phục hồi (làm mới) này cho phép dễ dàng thích nghi với sự biến đổi của không gian thời gian trong lưu lượng.

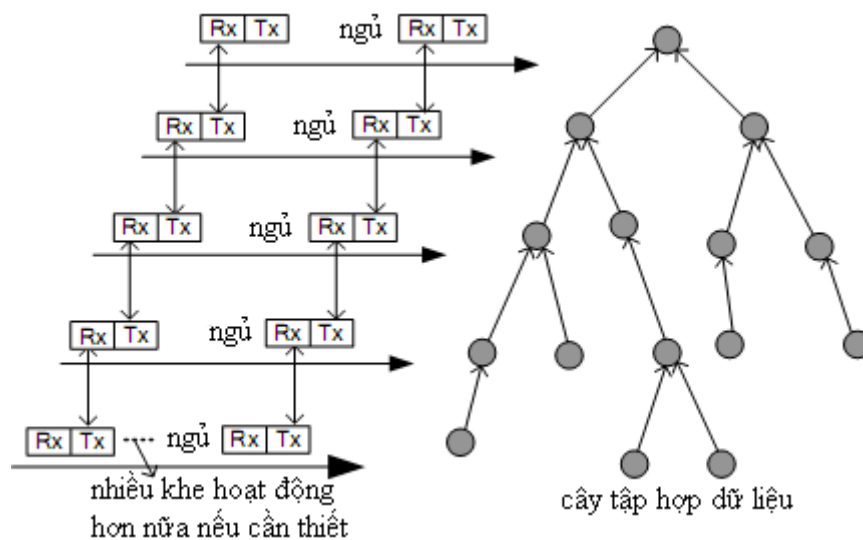
Chế độ T-MAC cơ bản phải chịu một vài vấn đề, gọi là “ngủ sớm”, nó có thể làm giảm thông lượng, đặc biệt trong trường hợp chỉ truyền qua một hướng duy nhất. Khi 1 node yên lặng do xung đột trong 1 chu kỳ xác định, nó không thể gửi bất kỳ một bản tin nào cho những nơi nhận biết để ngắt thời gian timeout của nó. Khi nơi gửi có thể gửi sau khi kết thúc quá trình xung đột, thì nơi nhận lại đang ở chế độ ngủ.

Hai giải pháp có thể giải quyết vấn đề ngủ sớm được đặt ra là:

+ Giải pháp đầu tiên sử dụng một bản tin điều khiển FRTS (future request to send) hiện thời ngắn, nó có thể truyền tới nơi nhận mong muốn bằng cách yêu cầu nó phải chờ đợi thêm một chu kỳ timeout.

+ Giải pháp thứ 2 được gọi là “quyền ưu tiên bộ đệm buffer đầy”, ở đó, 1 node muốn gửi hơn là nhận khi bộ đệm buffer của nó là đầy. Với chế độ này, 1 node có độ ưu tiên cao hơn sẽ gửi gói tin của nó thay vì nhận các gói tin khác, và có thể tạm thời ngắt thời gian chờ của nơi nhận.

2.3.3 MAC hội tụ dữ liệu(D-MAC)



Hình 2.10: 1 cây tập hợp dữ liệu và sự hoạt động của D-MAC của nó

- Dành cho những gói tin truyền qua đa bước (multi-hop), cả S-MAC và T-MAC mất năng lượng tiết kiệm do hao phí của việc tăng độ trễ. Bởi vì gói tin chỉ có thể truyền qua một vài hop trong mỗi chu kỳ trước khi tới

1 node mà node đó phải ngủ. Đó chính là vấn đề về ngắt dữ liệu chuyển tiếp.

- Một giải pháp ứng dụng đặc biệt cho vấn đề này được đưa ra bởi giao thức D-MAC, nó chỉ áp dụng trên cây dữ liệu hội tụ đã xác định trước, đi từ những node mạng khác nhau đến 1 sink chung. Về cơ bản, D-MAC đưa ra 1 chế độ ngủ so le, tức là khi chuyển 1 chuỗi nhận - truyền - ngủ từ các node mức dưới lên một mức cao hơn thì chuỗi đó ở mỗi mức cao kế tiếp được dịch về bên phải. Chu kỳ này được xếp hàng để 1 node tại mức thứ k là ở trong chế độ nhận khi node thấp hơn trên cây tại mức thứ $k+1$ là đang truyền.

- Lập lịch so le của D-MAC có nhiều thuận lợi - nó cho phép các gói dữ liệu và gói điều khiển chuyển liên tục theo mọi cách trên cây với độ trễ nhỏ nhất; nó yêu cầu phần mở rộng tương thích của chu kỳ hoạt động phải truyền đi theo mọi đường trên cây; nó giảm xuyên nhiễu nhờ chia chu kỳ hoạt động ra tại các mức khác nhau; và nó cũng giảm số lượng node thức dậy khi chu kỳ thích ứng xuất hiện. Để giải quyết giữa xung đột và xuyên nhiễu, D-MAC cũng bao gồm các thành phần tùy chọn như dữ liệu dự báo trước (“data prediction”) và việc sử dụng gói thêm để gửi (MTS_more-to-send).

Mặc dù có những thuận lợi này, nhưng D-MAC tự nó không phải là 1 MAC có mục đích chung. Vì nó chỉ thích hợp với các cây “data-gathering” một chiều.

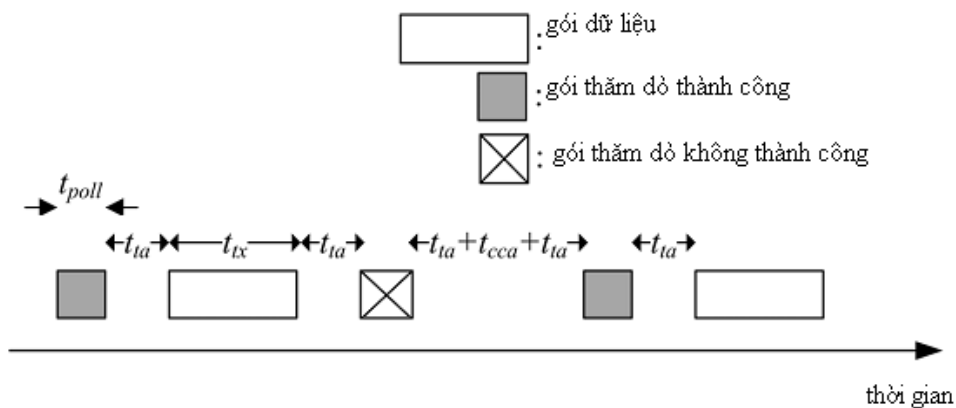
Ưu: D-MAC đạt được độ trễ (latency) rất tốt, so sánh với chu kỳ ngủ – lắng nghe của các phương pháp khác.

Nhược: Phương pháp tránh xung đột không được sử dụng, vì khi các node có cùng lịch (cùng mức trên cây) mà cũng gửi tới cùng node, thì sự xung đột sẽ xảy ra. Bên cạnh đó, các đường truyền dữ liệu không được biết trước, nên sẽ ngăn cản sự thành lập của cây tập hợp dữ liệu.

2.3.4 Lập lịch tập trung

Một biến đổi của CSMA đối với truy cập kênh không dây là thăm dò (polling). Trong thuật toán polling, các nút mạng có thể truyền chỉ trên một kênh sau khi nhận được sự cho phép của nút chủ (master) trên mạng. Ban đầu nút master gửi thông điệp đến các nút không phải nút chủ (slave) một cách đều đặn thăm dò tất cả các nút slave, hỏi xem chúng có dữ liệu truyền không. Mỗi thiết bị slave phản hồi lần lượt lại truy vấn này. Theo cách này, nút master có thể điều khiển truy cập môi trường.

Mỗi gói tin thăm dò tồn tại riêng biệt với một gói dữ liệu bởi t_{ta} là thời gian được yêu cầu để sink thay đổi trạng thái. Đối với một thăm dò không thành công, có một sự phân chia tối thiểu $2t_{ta} + t_{cca}$ giữa 2 gói tin thăm dò thành công, đây là thời gian được yêu cầu để xác định có hay không bất kỳ đáp ứng từ maste trước khi một gói thăm dò khác được gửi.



Hình 2.11: thời gian truyền cho polling

Trong đó t_{tx} : thời gian truyền một gói dữ liệu

t_{ta} : thời gian từ trạng thái nhận sang truyền hoặc từ truyền sang nhận

t_{cca} : thời gian để quyết định liệu có dữ liệu đang truyền hay không bằng việc nhận biết kênh là trống (clear) hay không

Thăm dò cung cấp nhiều thuận lợi hơn CSMA. Thứ nhất, thời gian truy cập kênh có thể được định trước và không phải chịu trễ ngẫu nhiên từ thuật toán CSMA. Điều này có thể là một thuận lợi quan trọng đối với những ứng dụng yêu cầu trễ thông điệp thấp và những ứng dụng cần được xử lý hết sức thận trọng trong những thông điệp khẩn cấp. Hơn nữa, bởi vì truy cập kênh được điều khiển bởi một thực thể đơn (master) , chính sách của nút master có thể điều chỉnh dễ dàng để cung cấp các mức độ khác nhau về việc truy cập kênh đối với nút slave. Trong cách này, mỗi nút có thể đưa ra chất lượng dịch vụ cần thiết đối với ứng dụng nó phục vụ; những nút yêu cầu băng thông dữ liệu cao hoặc trễ bản tin thấp có thể được thăm dò nhiều lần hơn các nút khác. Thêm vào đó, bởi vì nó được điều khiển bởi master, kênh truy cập cũng có thể được đảm bảo tốt hơn. Cuối cùng, vấn đề đầu cuối ẩn, như CSMA là tránh được.

Những điểm không thuận lợi của thuật toán polling trong mạng cảm nhận không dây:

- Thứ nhất, bởi vì master phải truyền và nhận liên tục, nó không thể tương xứng giữa chu kỳ công suất thấp với thời gian sống pin dài. Các nút slave cũng phải chịu tải của việc nhận thăm dò liên tục của nút chủ mong dành cho các nút slave khác. Và thỉnh thoảng lại đáp lại nút master nếu đúng địa chỉ của nó
- Thứ 2, khi số lượng thiết bị trong mạng tăng lên, tổng số thời gian mạng mất cho việc thăm dò các nút mạng cũng tăng theo. Vì vậy để đưa ra thuật toán cho số lượng nút lớn cũng rất khó khăn.
- Cuối cùng, phương thức truy cập kênh thăm dò thường yêu cầu một mạng đơn hop. Các nút phải nằm trong phạm vi của nút chủ để giành được truy cập kênh.

Tuy nhiên, nhiều WSN sẽ hữu ích nhất nếu chúng có thể hoạt động trong các mạng đa hop và có thể mở rộng ra hơn phạm vi của bất kỳ một nút đơn. Điều này đã được thực hiện, đối với hệ thống truy cập kênh thăm dò trong mạng đa hop; có tỷ lệ lớn kênh dung lượng dữ liệu trong WSNs để tránh số lượng lớn xung đột kênh không được chấp nhận (làm giảm số lượng nút trong phạm vi của một nút khác).

Ứng dụng tốt nhất của phương thức thăm dò của truy cập kênh trong các mạng không dây cá nhân (WPANs) là Bluetooth. Blue-tooth là một mạng đơn hop với số slave tối đa là 7 và yêu cầu truyền dữ liệu đồng bộ, là trường hợp đặc biệt phù hợp với phương thức truy cập kênh thăm dò.

Kết luận: Trong chương này chúng ta đã tìm hiểu được một số giao thức MAC truyền thống, ưu nhược điểm của từng giao thức. Đã tìm hiểu được thế nào là vấn đề nút ẩn, nút hiện và cách giải quyết. Ngoài ra trong chương còn nghiên cứu một số phương pháp lập lịch mà chủ yếu là lập lịch tập trung. Và chương 2 này sẽ là tiền đề cho việc viết chương trình thử nghiệm được đề cập đến trong chương tiếp theo.

Chương 3: THỬ NGHIỆM CHƯƠNG TRÌNH

Trong một số phương pháp lập lịch nêu trên thì chúng ta chọn phương pháp lập lịch tập trung để thử nghiệm chương trình.

3.1 Thiết bị sử dụng trong chương trình

*Sử dụng vi điều khiển CC1010 làm nút mạng vì những lý do sau:

- Vi điều khiển CC1010 của hãng chipcon có chứa nhân CPU 8051, được tích hợp bộ thu phát sóng vô tuyến và các thành phụ khác và có mức tiêu thụ năng lượng thấp.
- CC1010 còn có các chế độ làm việc tiêu thụ ít năng lượng, có thể lập trình điều khiển chế độ làm việc. Do đó, CC1010 rất phù hợp để trở thành nút mạng WSN, đặc biệt trong các mạng đo các thông số môi trường.

*Cấu tạo vi điều khiển CC1010:

Phần lõi MCU:

- ✓ Vi xử lý 8051 có tốc độ bằng 2.5 lần vi xử lý 8051 tiêu chuẩn.
- ✓ Có các chế độ tiết kiệm năng lượng (ngủ và nghỉ), có thể lập trình để vi điều khiển hoạt động trong các chế độ này.
- ✓ 32 kbyte bộ nhớ Flash, 2048+128 byte bộ nhớ trong SRAM.
- ✓ 3 kênh ADC 10 bit, 4 bộ định thời, 2 cổng UART, RTC, mã hóa DES, 26 chân vào ra chung.
- ✓ Tích hợp bộ gỡ rối, hỗ trợ môi trường phát triển Keil uVision qua cổng giao tiếp nối tiếp

Bộ thu phát sóng vô tuyến:

- ✓ Tần số 300-1000MHZ.

- ✓ Tiêu thụ dòng rất thấp (9.1 mA trong chế độ thu).
- ✓ Công suất phát có thể lập trình được (lên đến +10dBm).
- ✓ Tốc độ thu phát dữ liệu lên đến 76.8 kbps.
- ✓ Độ nhạy cao (thông thường -107dBm).
- ✓ Hỗ trợ các giao thức nhảy tần.

Hãng chipcon còn đưa ra các thư viện để hỗ trợ làm việc với CC1010, do đó việc viết chương trình cho CC1010 trở nên dễ dàng và thuận tiện hơn.

Với những đặc điểm trên, ta có thể thấy khi được tích hợp thêm bộ cảm biến, vi điều khiển CC1010 có những phẩm chất tốt để trở thành một nút mạng WSN.

Hiện nay, hãng chipcon cung cấp Module CC1010EM (Evaluation Module) để phát triển thêm các ứng dụng của CC1010. Trên CC1010 EM có tích hợp hầu hết các linh kiện cần cho một nút mạng như CC1010, các chân công. 1 cảm biến nhiệt độ đưa vào của AD1, anten, dao động thạch anh, Module CC1010EM nhỏ gọn và đáp ứng đầy đủ các chức năng của nút mạng là chức năng mạng và chức năng cảm nhận. Trong luận văn này sử dụng CC1010EM làm nút mạng.





3.2 Phần mềm nhúng

3.2.1 Tổng quan về phần mềm nhúng

Phần mềm nhúng đang có những bước đột phá mới, tạo ra những cuộc cách mạng triệt để trong tương lai. Lý do của sự phát triển này xuất phát từ những nhu cầu bức thiết của thực tế và 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... Một phần mềm nhúng tốt là phần mềm phải đảm bảo các yếu tố trên và đó cũng là hướng phát triển quan trọng của các phần mềm nhúng. Điểm mấu chốt của các phần mềm nhúng ngày nay là việc lựa chọn các phương pháp 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:

- Tăng cường việc tái sử dụng.
- 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.
- Tương thích phần cứng và phần mềm nhờ các cấu trúc có thể định cấu hình lại và các thành phần Plug and Play.
- Xây dựng các hệ thống có khả năng tổ hợp được nhờ các thành phần phần mềm có thể tái sử dụng.

3.2.2 Các bước cơ bản xây dựng một phần mềm nhúng

Phần mềm nhúng viết cho các họ vi xử lý 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++.

Quy trình xây dựng một phần mềm bất kỳ thường trải qua các bước sau:

- Tìm hiểu bài toán
- Phân tích
- Thiết kế
- Viết chương trình
- Kiểm thử

Việc xây dựng phần mềm nhúng cũng tuân theo trình tự các bước như trên. Ngoài ra, phần mềm nhúng còn có đặc trưng là làm việc trực tiếp với phần cứng. Do đó để kiểm soát quá trình làm việc với các thành phần chấp hành có đúng đắn hay không là điều đặc biệt quan trọng.

3.2.3 Phần mềm nhúng viết cho CC1010

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.

Hãng Chipcon cũng cung cấp bộ thư viện CC1010IDE hỗ trợ cho việc xây dựng phần mềm cho VĐK CC1010. Đây là bộ thư viện giúp cho việc xây dựng chương trình cho CC1010 được dễ dàng và nhanh chóng.

CC1010IDE dựa trên công cụ phát triển “uVision2” của hãng Keil™ Elektronik GmbH. Công cụ này cung cấp một khung (framework) cho hầu hết các đặc điểm của CC1010IDE và cũng hỗ trợ hầu hết cho các VĐK họ 8051. Trình soạn thảo là một công cụ chủ yếu để soạn thảo các file nguồn và file hợp ngữ. Nó cũng cung cấp các chức năng trợ giúp khác như giao diện đồ họa (Graphic User Interface - GUI), cần cho mô phỏng/gỡ lỗi (mã lệnh dạng hợp ngữ, thanh ghi, bộ nhớ, các cửa sổ theo dõi, bước lệnh, ...). Thêm vào đó, IDE cũng cung cấp các giao diện với thư viện liên kết động (Dynamic Linking Library – DLL) được sử dụng để mô phỏng và gỡ lỗi trên mạch. Một điểm đặc biệt của bộ dịch là có thể chuyển các file nguồn được viết bằng C sang dạng hợp ngữ, để sau đó có thể tối ưu hoá mã lệnh. Dạng hợp ngữ sau đó được chuyển thành các file đối tượng (mã máy hoặc dữ liệu nhị phân). Cuối cùng, bộ liên kết đưa ra dạng file thực thi dạng Intel HEX và có thể nạp vào bộ nhớ Flash của VĐK.

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)

➤ **Các file định nghĩa phần cứng(HDF)**

Các file định nghĩa phần cứng định nghĩa địa chỉ các thanh ghi, ánh xạ vectơ 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.

➤ **Thư viện phần cứng(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*

➤ **Thư viện tiện ích Chipcon(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)*

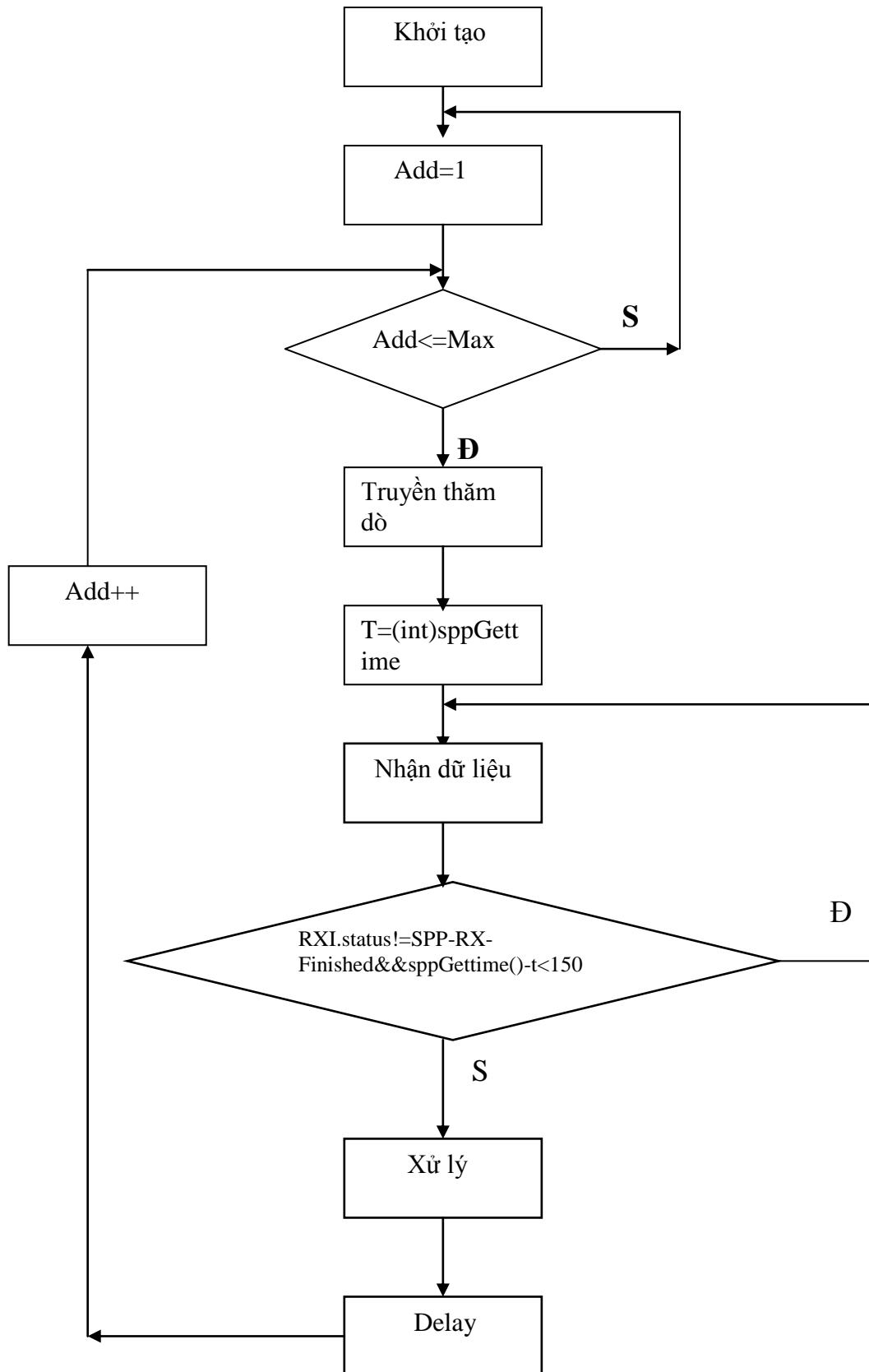
- *Xử lý Thời gian thực (Realtime Clock)*

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.

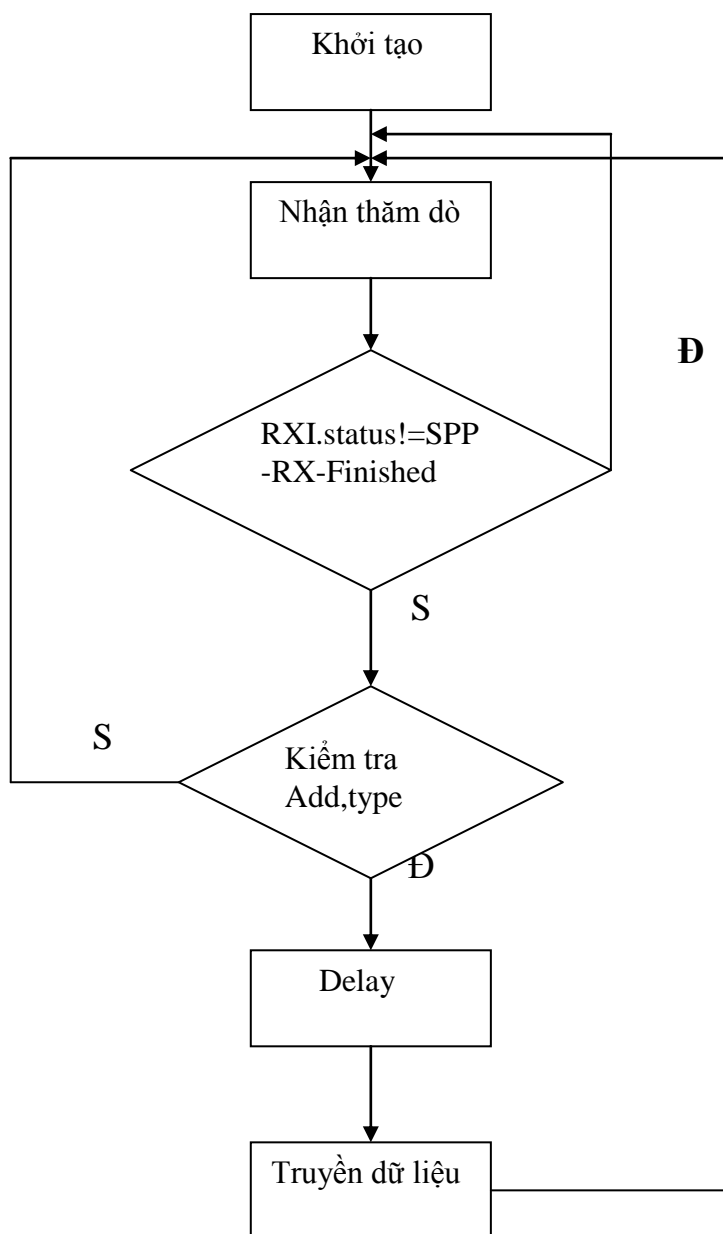
3.3 Thử nghiệm chương trình-Giải thuật cho giao thức lập lịch tập trung(Polling)

***Miêu tả chương trình:**Chương trình thử nghiệm trên 3 nút mạng:1 nút Master và 2 nút Slave(giả sử địa chỉ 2 nút lần lượt là 1 và 2).Nút Master sẽ bắt đầu vòng thăm dò bằng cách phát một gói thăm dò dưới dạng quảng bá có chứa địa chỉ của nút 1.Khi 2 nút Slave nghe thấy gói thăm dò chúng nhận gói và kiểm tra địa chỉ.Nút 1 kiểm tra thấy địa chỉ trong gói trùng với địa chỉ của mình thì bắt đầu truyền dữ liệu về Master,nút 2 kiểm tra gói thăm dò để đối chiếu địa chỉ,nếu không đúng nó sẽ không gửi dữ liệu.Sau khi nhận xong dữ liệu từ nút 1 gửi về,Master thay đổi địa chỉ trong gói thăm dò để thăm dò sang nút 2.Quy trình được thực hiện tương tự như với nút 1.

Giải thuật cho nút Master

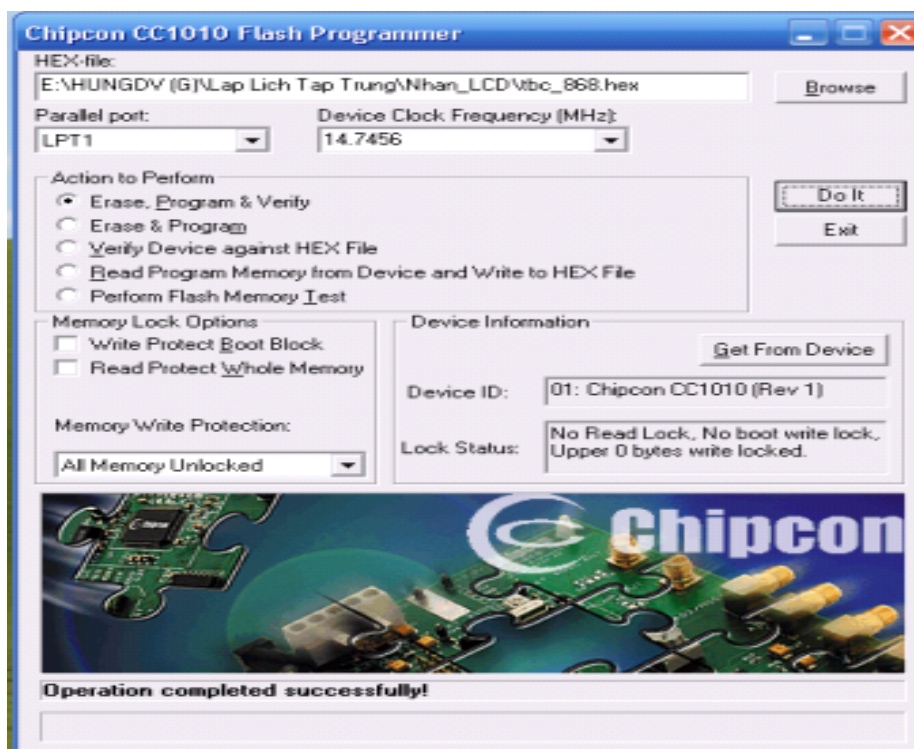


Giải thuật cho nút slave



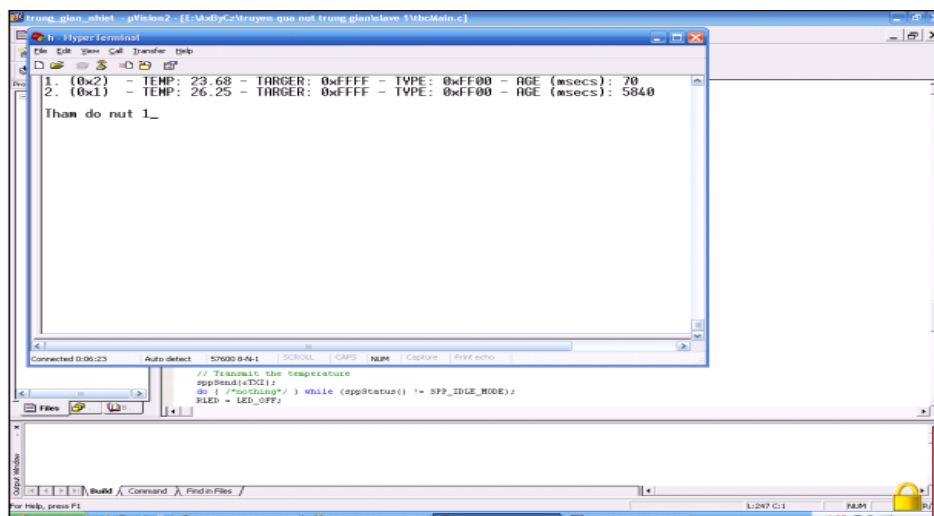
3.4 Một số hình ảnh thử nghiệm chương trình

*Nạp chương trình



***Chạy thử chương trình**

Hiển thị trên màn hình



Hiển thị trên LCD



***Kết quả chương trình:**Chương trình chạy ổn định dữ liệu nhận đều và liên tục.

Kết luận

Trong hoàn cảnh đất nước ta hiện nay thì mạng cảm nhận không dây(WSN) cần được nghiên cứu rộng rãi và phát triển.

Bài luận văn đã đưa ra kiến trúc tổng quát và đưa ra các yêu cầu chủ yếu cần đạt được khi xây dựng một hệ thống WSN,đó là:năng lượng tiêu thụ thấp,phần mềm tương thích với phần cứng,các nút mạng có khả năng tự cấu hình.Trong đó yêu cầu năng lượng tiêu thụ thấp là đặc biệt quan trọng.Vì vậy việc lựa chọn thiết bị(nút mạng)cũng được đặc biệt quan tâm,nút mạng cần có kích thước bé,tiêu thụ năng lượng thấp và có tích hợp truyền nhận không dây.Với tất cả các yêu cầu trên thì vi điều khiển CC1010 do hãng Chipcon sản xuất là một giải pháp tối ưu:có độ tích hợp cao,truyền nhận RF,tiêu thụ năng lượng thấp để làm nút mạng và xây dựng hệ thống thực nghiệm.

Ngoài ra trong bài cũng đã nêu ra được một số dạng ứng dụng của mạng cảm nhận không dây như là:thu thập dữ liệu môi trường,an ninh,theo dõi đối tượng...Mỗi dạng ứng dụng có sự khác nhau cơ bản về truyền thông và các giao thức cần được hỗ trợ bởi kiến trúc phần cứng.

Bài luận văn cũng đã giới thiệu về tổng quan tầng liên kết dữ liệu và các thủ tục truy nhập môi trường(MAC) trong mạng cảm nhận không dây.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.Vì thế 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 và không nhận dữ liệu.

Trong bài luận văn này tập trung nghiên cứu về lập lịch tập trung(polling) và đã có chương trình thử nghiệm.Tuy nhiên chương trình

chưa được hoàn thiện trong việc tính toán chính xác khe thời gian. Vì vậy hướng phát triển của đề tài là tính toán được khe thời gian một cách chính xác trong chương trình lập lịch tập trung đồng thời sẽ nghiên cứu về mặt lý thuyết cũng như viết chương trình cho một kỹ thuật khác của giao thức MAC để 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 Network**