

LỜI CẢM ƠN

Trước hết em xin chân thành thầy Nguyễn Trọng Thể là giáo viên hướng dẫn em trong quá trình làm đồ án. Thầy đã giúp em rất nhiều và đã cung cấp cho em nhiều tài liệu quan trọng phục vụ cho quá trình tìm hiểu về đề tài “Tìm hiểu các kỹ thuật xuyên lớp trong mạng cảm nhận”.

Sau đó, Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong bộ môn công nghệ thông tin đã chỉ bảo em trong quá trình học và rèn luyện trong 4 năm học vừa qua. Đồng thời em cảm ơn các bạn sinh viên lớp CT1101 đã gắn bó với em trong quá trình học tập tại trường.

Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn ban giám hiệu trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng đã tạo điều kiện cho em được học tập và thực hành . Với kiến thức và các kỹ năng nhà trường đã trang bị, nó sẽ là hành trang tốt giúp em vào đời.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng, tháng 7 năm 2011

Sinh viên

Trần Quang Lâm

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	1
MỤC LỤC	2
DANH MỤC HÌNH VẼ	4
DANH MỤC BẢNG BIỂU	5
BẢNG LIỆT KÊ CÁC TỪ VIẾT TẮT	6
LỜI MỞ ĐẦU	8
CHƯƠNG 1: MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY (WSN)	9
1.1 Giới thiệu mạng cảm biến không dây	9
1.1.1 Khái niệm:	9
1.1.2 Cấu trúc của node cảm biến:	9
1.1.3 Các thành phần của WSN:	10
1.1.4 Đặc điểm của WSN	10
1.1.5 Kiến trúc phân tầng	11
1.1.6 Ứng dụng của mạng cảm biến	12
1.1.7 Sự khác nhau giữa WSN và mạng truyền thông	12
1.2 Trường hợp thiết kế xuyên lớp và tối ưu hóa trong WSN	12
1.2.1 Phương pháp phân lớp:	13
1.2.2 Phương pháp tiếp cận xuyên lớp	15
1.2.3 Ví dụ về thiết kế xuyên lớp	17
1.2.4 Mục tiêu, vấn đề và phương pháp tiếp cận	18
1.3 Kết luận	19
CHƯƠNG 2 : TÌM HIỂU CÁC KỸ THUẬT XUYÊN LỚP TRONG MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY	20
2.1 Bối cảnh	20
2.2 Giao thức xuyên lớp cho mạng cảm biến không dây	21
2.2.1 Xét tương tác xuyên lớp của các cặp lớp	21
2.2.2 Động lực cho thiết kế XLM	23
2.2.3 Các công việc liên quan	24
2.2.4 Mô-đun xuyên lớp cho mạng cảm nhận không dây (XLM)	25
2. 3 Phân bố tài nguyên xuyên lớp	26
2.3.1 Tối ưu hóa khung làm việc	27

2.3.2 Khung chung cho các vấn đề thiết kế xuyên lớp.....	27
2.4 Các vấn đề nghiên cứu mở.....	28
2.5 Hướng dẫn đề phòng các lỗi trong thiết kế xuyên lớp.....	29
2.6 Kết luận.....	30
CHƯƠNG 3: MÔ -ĐUN XUYÊN LỚP CHO MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY (XLM).....	31
3.1 Giao thức XLM cho WSN.....	31
3.1.1 Các nhiệm vụ trong giao thức XLM	32
3.1.2 Khởi tạo truyền dẫn trong XLM.....	33
3.1.3 Tiếp nhận và tranh chấp trong XLM.....	33
3.1.4 Định tuyến dựa trên góc trong XLM	34
3.1.5 Điều khiển tắc nghẽn cục bộ trong XLM.....	36
3.1.6 Phân tích công suất XLM.....	41
3.2 Đánh giá thực hiện.....	45
3.2.1 Tham số XLM	46
3.2.2 Các đánh giá so sánh	48
3.2.2.1 Các cấu hình giao thức	49
3.2.2.2 Các kết quả so sánh	51
3.2.2.3 Độ phức tạp của triển khai XLM	55
KẾT LUẬN	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO	58

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Minh họa một mạng cảm biến.....	9
Hình 1.2 Sơ đồ cấu trúc node sensor.....	9
Hình 1.3 Phương pháp tiếp cận lớp.....	14
Hình 1.4 Ví dụ tham khảo kiến trúc với các giao diện xác định (hình1.4.a) và phá vỡ giao diện(hình 1.4.b	16
Hình 1.5 Các thiết kế xuyên lớp tham chiếu.....	16
Hình 1.6 Ví dụ minh họa về thiết kế xuyên lớp.....	17
Hình 3.1 Minh họa định tuyến dựa trên góc	35
Hình 3.2 Một mẫu đường đi trong định tuyến dựa trên góc	36
Hình 3.3 Năng lượng tiêu thụ trung bình cho các khoảng cách D khác nhau so với chu kỳ nhiệm vụ	44
Hình 3.4 Đường đánh giá cho XLM với định tuyến góc và định tuyến đồ thị địa lý mặc định.....	47
Hình 3.5 (a) Thông lượng trung bình; (b) Độ tin cậy trung bình. (c) Độ trễ trung bình so với các giá trị khác nhau của chu kỳ nhiệm vụ.....	48
Hình 3.6 (a) Năng lượng tiêu thụ trung bình trong mỗi gói. (b) Số hop trung bình .(c) Độ trễ trung bình so với chu kỳ nhiệm vụ cho các bộ giao thức và XLM.....	51
Hình 3.7 (a) Năng lượng tiêu thụ trung bình trên mỗi gói tin (b) Số hop trung bình. (c) Độ trễ trung bình so với chu kỳ nhiệm vụ trong các bộ giao thức	54

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng các thông số mô phỏng 45

BẢNG LIỆT KÊ CÁC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Từ tiếng anh	Nghĩa tiếng việt
ACK	Acknowledgmnt	Gói tiếp nhận
ADC	Analog Digital Converter	Bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số
ARQ	Automatic Repeat reQuest	Tự động lặp lại yêu cầu
CC-MAC	Correlation based Collaborative-Medium Access Control	Giao thức Mối liên hệ hợp tác và Lớp điều khiển truy cập trung bình
CDMA/OFDM	Code Division Multiple Access/Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Giao thức đa truy cập theo mã và phân chia tần số trực giao
CTS	Clear To Send	Gói tin gửi và xóa
DD-RMST	Directed Diffusion- Reliable Multi Segment Transport	Điều khiển khuếch tán-Độ tin cậy của đa phân đoạn trong giao vận
ESRT	Event-to- Sink Reliable Transport	Mức gói tiếp nhận
GeRaF	Geographical Ramdom Forwarding	Thuật toán chuyển tiếp địa lý ngẫu nhiên.
Golbal ID	Golbal Identification	Định danh toàn cầu
MAC	Medium Access Control	Điều khiển truy cập trung bình
OSI	OpenSystems Interconnection	Mô hình tham chiếu kết nối các hệ thống mở
PRR	Packet Reception Rate	Tỷ lệ gói tiếp nhận
RF	Radio Frequency	Tần số sóng vô tuyến

RTS	Request To Send	Gói tin gửi và trả lại kết quả
S-MAC	Sensor-Medium Access Control	Giao thức cảm nhận truy cập trung bình
SNR	Signal-to-Noise Ratio	Tỷ số giữa tín hiệu và nhiễu
TCP/IP	Transfer Control Protocol / Internet Protocol	Giao thức điều khiển truyền tin và liên mạng
TDMA/MAC	Time Division Multiple Access / Medium Access Control	truy cập trung bình

LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay cùng với sự phát triển nhanh chóng của khoa học công nghệ việc nghiên cứu những mạng cho giá thành rẻ tiêu thụ ít năng lượng, đa chức năng, dễ mở rộng và hoạt động một cách dễ dàng đang được tập chung nghiên cứu. Trong đó việc nghiên cứu về mạng cảm biến đang được phát triển mạnh mẽ, đặc biệt là hệ thống mạng cảm biến không dây (wireless sensor network).

Hiện nay có rất nhiều ứng dụng của mạng cảm biến được triển khai. Đó là các ứng dụng theo dõi giám sát, tự động hóa, y tế, quân đội và an ninh... Trong một tương lai không xa , các ứng dụng của mạng cảm biến sẽ trở thành một phần không thể thiếu trong cuộc sống con người nếu chúng ta phát huy được hết các điểm mạnh của mạng WSNs.

Tuy nhiên, WSNs bị hạn chế về tài nguyên như: bộ nhớ, khả năng tính toán và năng lượng. Các nút mạng WSNs được trang bị pin, nên rất hạn chế về năng lượng. Do đó, sử dụng năng lượng là một trong những vấn đề chính trong thiết kế mạng WSN. Vì tất cả các lớp của kiến trúc giao thức đều ảnh hưởng tới tiêu thụ năng lượng, do đó sự phối hợp giữa các lớp bằng một thiết kế xuyên lớp sẽ dẫn đến việc tiêu thụ năng lượng hiệu quả.

Vi vậy mà đề án tốt nghiệp” Tìm hiểu các kỹ thuật xuyên lớp trong mạng cảm nhận” sẽ đi nghiên cứu tổng quan về mạng WSN, tìm hiểu các kỹ thuật xuyên lớp trong mạng cảm nhận, đặc biệt là giao thức mô-dun xuyên lớp (XLM)

Đề án này gồm 3 chương, nội dung của các chương tóm tắt như sau:

Chương 1: Giới thiệu mạng cảm nhận không dây, chương này sẽ giới thiệu sơ tổng quan của mạng cảm nhận không dây (WSN), các ứng dụng, ưu điểm và thách thức đặt ra , đồng thời đưa ra các phương pháp tiếp cận xuyên lớp để giải quyết các thách thức cơ bản của mạng WSN.

Chương 2: Tìm hiểu các kỹ thuật xuyên lớp trong mạng cảm nhận, trong chương này chúng ta sẽ đi nghiên cứu cơ sở lý thuyết của kỹ thuật xuyên lớp, tìm hiểu một số các kỹ thuật xuyên lớp sử dụng hiện nay trong WSN.

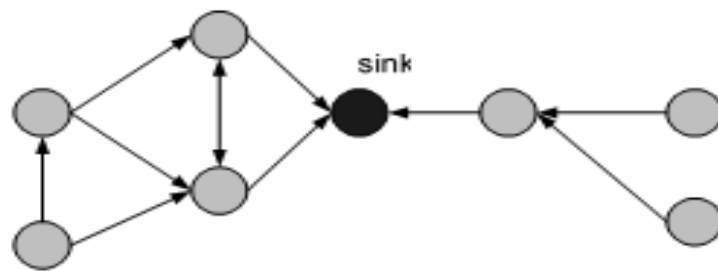
Chương 3: Tìm hiểu và phân tích giao thức mô-dun xuyên lớp (XLM), trong chương này chúng ta nghiên cứu kỹ giao thức XLM , kiểm nghiệm và so sánh nó với các giao thức khác

CHƯƠNG 1: MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY (WSN)

1.1 Giới thiệu mạng cảm biến không dây

1.1.1 Khái niệm:

Mạng cảm nhận không dây (WSN) theo [1] có thể hiểu đơn giản là mạng liên kết các node với nhau bằng kết nối sóng vô tuyến (RF connection) tạo thành mạng cộng tác, mỗi node là một thiết bị nhỏ có trang bị cảm biến có thể cảm nhận môi trường xung quanh nó , được triển khai ngẫu nhiên hoặc theo cấu trúc, 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...)

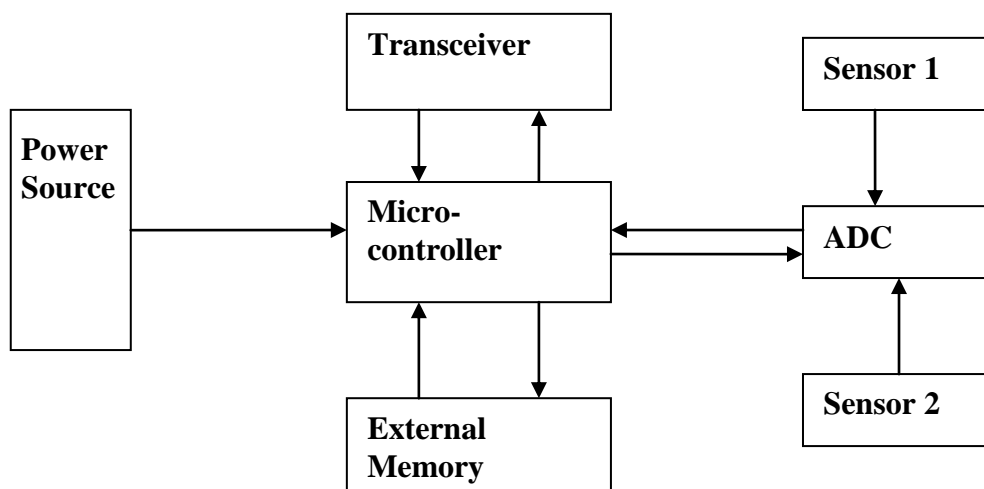


Hình 1-1: Minh họa một mạng cảm biến

Các nút cảm biến được phân phối trong một khu vực đặc biệt để thu thập dữ liệu, dữ liệu được xử lý và gửi đến một nút trung tâm tập hợp dữ liệu (sink), để thực hiện bước xử lý tiếp theo

1.1.2 Cấu trúc của node cảm biến:

Một node cảm biến được biết đến như là một mote (kết hợp cảm biến với bộ vi xử lý)



Hình 1.2 : Sơ đồ cấu trúc node sensor

Cấu trúc Node sensor bao gồm các thành phần:

- Nguồn năng lượng duy trì: Duy trì node sensor (hạn chế)
- Bộ thu phát: Truyền phát, thu tín hiệu cảm nhận - Sensor: Thiết bị cảm nhận
- ADC: Chuyển đổi từ tín hiệu tương tự sang tín hiệu số
- Bộ nhớ: Lưu trữ thông tin trước và sau khi xử lý
- Bộ xử lý: Một vi điều khiển là một máy tính nhỏ, trên một mạch tích hợp duy nhất có chứa một lõi xử lý, bộ nhớ và đầu vào (lập trình)/đầu ra

1.1.3 Các thành phần của WSN:

Có 4 thành phần cơ bản cấu tạo nên một mạng cảm biến:

- Các không gian phân phối theo mô hình tập trung hay phân bố rải rác
- Mạng liên kết giữa các cảm biến (có dây hay vô tuyến)
- Điểm trung tâm tập hợp dữ liệu
- Bộ phận xử lý dữ liệu ở trung tâm

Cảm biến có thể gồm 1 hay dãy cảm biến. Kích thước rất đa dạng: 1-100mm; 100-10000nm; 10-1000ym...

Do đặc tính của mạng WSNs là di động và chủ yếu phục vụ cho các ứng dụng quân sự nên đòi hỏi tính bảo mật. Ngày nay WSN mở rộng sang lĩnh vực thương mại, việc tiêu chuẩn hóa sẽ tạo nên tính thương mại cao cho WSN

1.1.4 Đặc điểm của WSN

WSNs có một số đặc điểm khác các mạng không dây khác (mạng ad hoc), như tính chất hướng dữ liệu, do vậy cấu trúc các giao thức mạng cũng khác, WSNs đòi hỏi một kiến trúc ứng dụng nhạy cảm hơn, đồng thời đòi hỏi một số dịch vụ cơ bản, như định vị và đồng bộ thời gian, để cho phép cộng tác hiệu quả và thu thập dữ liệu tốt. Hơn nữa, do kiến trúc và nhiệm vụ của WSN, nên nó dễ bị tấn công. Các đặc tính của mạng còn phụ thuộc vào các ứng dụng cụ thể

Node mạng có tài nguyên hạn chế: Năng lực xử lý yếu, bộ nhớ hạn chế và tốc độ truyền thông thấp. Nguồn nuôi bằng PIN, mạng triển khai bằng cách rắc trên miền địa hình phức tạp, node không giám sát do đó không thể nạp hoặc thay PIN. Vì vậy, vấn đề năng lượng hiệu quả cho các nút mạng là rất quan trọng cho việc kéo dài tuổi thọ của mạng.

Dữ liệu hướng hoạt động: Node như một công cụ để lấy dữ liệu từ môi trường xung quanh.

Mô hình truyền thông mới: Khác với mô hình truyền thông không dây truyền thống điển hình ad-hoc là end to end, còn mô hình trong WSNs có lưu lượng dữ liệu thông thường được chuyển từ nhiều nguồn tới một đích.

Quy mô lớn: Kích thước của WSNs khác nhau tùy vào từng ứng dụng, một số mạng có số lượng node cảm biến rất lớn và quy mô thay đổi, điều này khiến cho việc gỡ rối hay tổ chức lập trình gặp nhiều khó khăn.

Yêu cầu thời gian thực: Có một số ứng dụng đòi hỏi xử lý dữ liệu tức thì, các cảm nhận kịp thời thu dữ liệu và truyền sẽ tăng khó khăn trong việc gửi tín hiệu. Độ trễ trong quá trình cảm nhận dữ liệu lớn có thể là vô ích.

1.1.5 Kiến trúc phân tầng

Kiến trúc bao gồm các lớp và các mặt phẳng quản lý, các mặt phẳng quản lý này làm cho các nút có thể làm việc cùng nhau theo một cách có hiệu quả nhất, định tuyến dữ liệu trong mạng cảm biến di động và chia sẻ tài nguyên giữa các nút cảm biến.

Mặt phẳng quản lý công suất:

Quản lý cảm biến sử dụng nguồn năng lượng của nó Ví dụ: Nó có thể tắt bộ thu sau khi nhận được một bản tin. Khi mức công suất của cảm biến thấp nó sẽ broadcast sang nút cảm biến bên cạnh thông báo rằng mức năng lượng của nó thấp và không thể tham gia vào quá trình định tuyến.

Mặt phẳng quản lý di động:

Có nhiệm vụ phát hiện và đăng ký sự chuyển động của các node, các node giữ việc theo dõi xem node láng giềng nào của chúng.

Mặt phẳng quản lý nhiệm vụ:

Cân bằng và sắp xếp nhiệm vụ cảm biến giữa các nút trong một vùng quan tâm. không phải tất cả các nút đều thực hiện cảm nhận ở cùng một thời điểm.

Lớp vật lý:

Có nhiệm vụ lựa chọn tần số, tạo ra tần số sóng mang, phát hiện tín hiệu, điều chế và mã hóa tín hiệu...

Lớp liên kết dữ liệu:

Lớp này có nhiệm vụ ghép các luồng dữ liệu, phát hiện các khung dữ liệu, cách truy cập đường truyền và điều khiển lỗi

Lớp mạng:

Lớp mạng của mạng cảm biến được thiết kế tuân theo nguyên tắc:

- . Hiệu quả năng lượng luôn được coi là vấn đề quan trọng
- . Mạng cảm nhận chủ yếu là tập hợp dữ liệu
- . Tích hợp dữ liệu chỉ được sử dụng khi nó không cản trở sự cộng tác có hiệu quả của các node cảm biến.

Lớp truyền tải dữ liệu:

Chỉ cần thiết khi hệ thống có kế hoạch được truy cập thông qua mạng internet hoặc các mạng bên ngoài khác.

Lớp ứng dụng: Tùy theo nhiệm vụ cảm biến, các loại phần mềm ứng dụng khác nhau có thể được xây dựng và sử dụng ở lớp ứng dụng.

1.1.6 Ứng dụng của mạng cảm biến

Quân sự: Theo dõi các mục tiêu, chiến trường, các nguy cơ tấn công hạt nhân, sinh hóa,...

Môi trường: Giám sát cháy rừng, thay đổi khí hậu,...

Y tế, sức khỏe: Giám sát bệnh nhân trong bệnh viện, quản lý thuốc, phát hiện dịch bệnh,...

Thương mại: Điều khiển trong môi trường công nghiệp và văn phòng, giám sát xe cộ, giao thông,...

1.1.7 Sự khác nhau giữa WSN và mạng truyền thống

Qua phân tích và tìm hiểu ta có thể thấy được sự khác biệt cơ bản của WSN và mạng truyền thống như sau.

- Số lượng các node cảm biến trong một mạng cảm biến lớn hơn rất nhiều so với những nút trong mạng ad-hoc.
- Các nút cảm biến thường được triển khai với mật độ dày hơn.
- Các node cảm biến dễ hỏng và ngừng hoạt động.
- Topo mạng cảm biến thay đổi rất thường xuyên.
- Mạng chủ yếu sử dụng truyền thông quảng bá (broadcast) trong khi các mạng ad-hoc là điểm-điểm (point-to-point) .
- Những nút cảm biến có giới hạn về năng lượng, khả năng tính toán và bộ nhớ.
- Những nút cảm biến có thể không có định danh toàn cầu (global ID).
- Truyền năng lượng hiệu quả qua các phương tiện không dây.
- Chia sẻ nhiệm vụ giữa các node lân cận

1.2 Trường hợp thiết kế xuyên lớp và tối ưu hóa trong WSN

Từ các quan điểm, các ứng dụng của mạng cảm biến WSN, các kiến trúc và cấu trúc liên kết liên quan đến WSN được xem xét, đã giải thích rằng các phương pháp có sẵn trong các mạng ad-hoc có thể không được áp dụng trực tiếp cho WSN

bởi giữa chúng có những điểm khác biệt như đã nêu ở trên, do đó nhất thiết cần phải có các nghiên cứu thiết kế cấu trúc xuyên lớp [2].

1.2.1 Phương pháp phân lớp:

Các kết nối hệ thống mở (OSI) chia kiến trúc mạng thành 7 phần xác định rõ sự hợp lý của các lớp, mỗi lớp chịu trách nhiệm về một số nghiên cứu cụ thể. Việc thực hiện trên thực tế của các phương pháp phân lớp bao gồm TCP/IP (giao thức điều khiển truyền tin/giao thức internet) và giao thức LON TALK , những điều này cho thấy tầm quan trọng của kiến trúc lớp, Nhu cầu thay đổi kiến trúc cũ và hình thành các lớp thông minh được mô tả như sau:

- **Lớp vật lý** dùng để truyền tải các bit thô, trên kênh có dây hoặc không dây, nó gồm các môđun phần cứng khác nhau, có một số yếu tố tác động đến việc tiêu thụ năng lượng trên lớp vật lý bao gồm: Các chương trình điều biến, phát sóng, tốc độ dữ liệu và các cơ chế hoạt động khác. Trong hệ thống truyền thông như mạng cục bộ không dây, năng lượng không phải là vấn đề lớn, nhưng nó lại là hạn chế cơ bản cho việc áp dụng WSNs một cách rộng rãi. Vì vậy, lớp vật lý cần được xem xét trong bối cảnh của WSN.

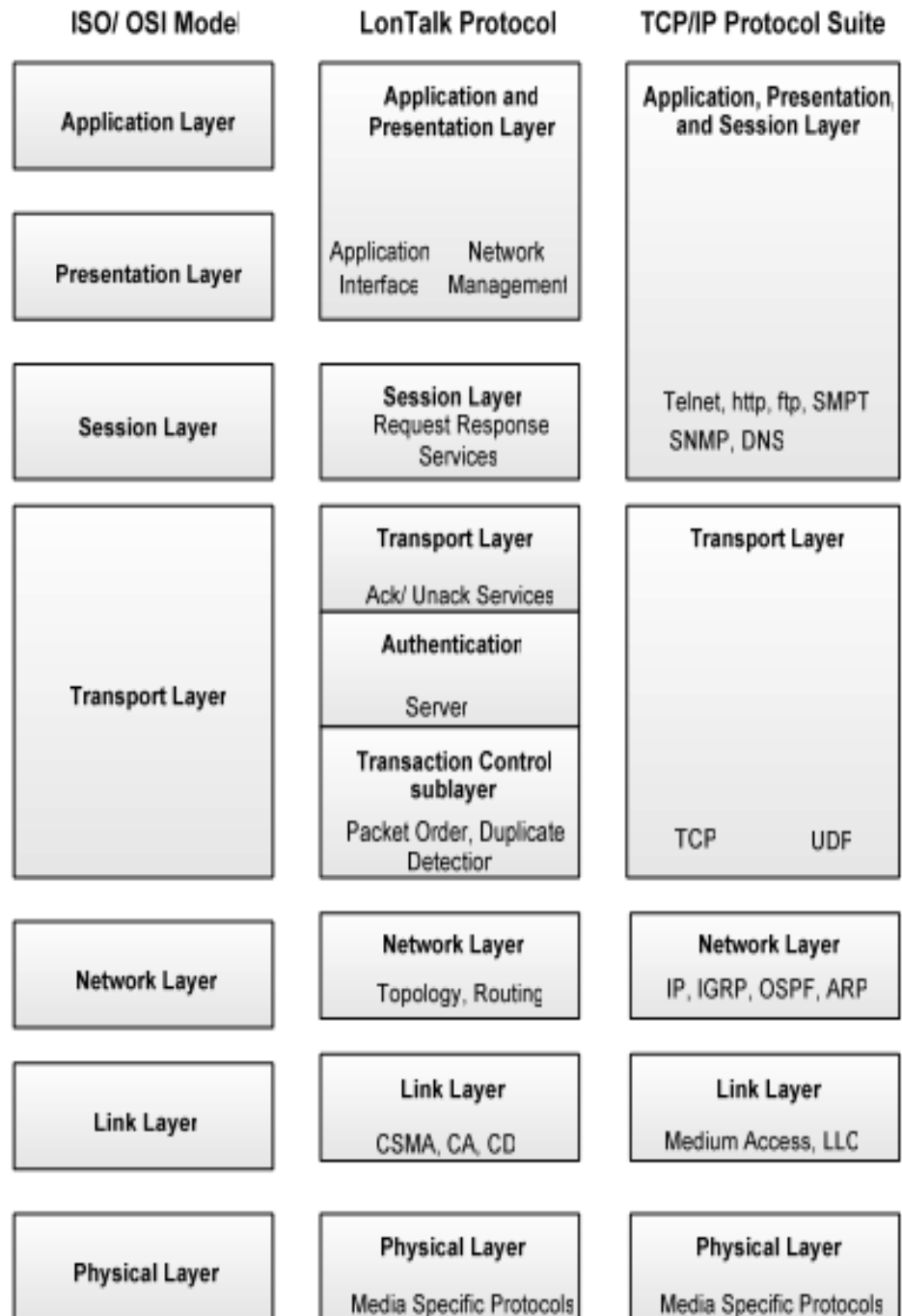
- **Lớp liên kết** gồm quyền truy cập trung bình và các chức năng kiểm soát kết nối logic. Xét trong bối cảnh WSN, ở lớp liên kết có những nguồn khác nhau gây lãng phí năng lượng bao gồm: Nghe trộm các gói tin kiểm soát, việc lắng nghe, ...

- **Lớp mạng** gồm các chức năng định tuyến thông tin, kiểm soát cấu trúc liên kết, xác định đường đi tốt nhất và địa chỉ lớp mạng. Định tuyến cho điện năng thấp khác với định tuyến truyền thông và định tuyến cho mạng ad-hoc, những sự khác nhau này bao gồm:

Thứ nhất, định tuyến IP là định tuyến toàn cầu, do đó nó không phù hợp với số lượng xác định các nút cảm biến, ngay cả khi số lượng các nút cảm biến là nhiều, các nút thường phải tự biết vị trí của mình và thông tin này sử dụng cho các quyết định định tuyến, giúp giảm chi phí kiểm soát gói tin

Thứ hai, trong nhiều trường hợp dữ liệu được gửi từ nhiều nơi khác nhau đến một nút trung tâm, trong khi ở hệ thống mạng truyền thông .Ví dụ mạng không dây ad-hoc, các cặp nguồn đích có thể thay đổi liên tục.

Thứ ba, sự hiện diện của dữ liệu dư thừa, cần được lọc và tập hợp, dọc theo đường đi của các nút đến nút trung tâm. Những so sánh ở trên là động lực để thay đổi kiến trúc truyền thông áp dụng cho WSN.



Hình 1.3 : Phương pháp tiếp cận lớp

- **Lớp giao vận** bao gồm các chức năng: Cung cấp dữ liệu từ đầu nọ tới đầu kia (Từ nguồn tới đích), dịch vụ tiếp nhận hoặc không tiếp nhận các gói tin, kiểm soát dòng chảy, lớp giao vận được yêu cầu nếu hệ thống giao tiếp được với internet hoặc các giao tiếp mạng khác. Trong mạng WSN hầu hết các giao tiếp thực hiện bởi hop –by-hop và không dùng end-to-end (nguồn tới đích), lớp vận chuyển có thể không được yêu cầu. Đối với mạng cảm biến điện áp thấp, nơi các thuật toán mã hóa không thể được sử dụng vì lý do phức tạp thì giao thức LONTALK có thể được thực hiện để bảo đảm an ninh.

- **Lớp ứng dụng** chứa các giao thức khác nhau theo yêu cầu của người dùng WSN, lớp ứng dụng được đánh giá cao trong WSN và cũng được yêu cầu xem xét lại trong kiến trúc giao thức.

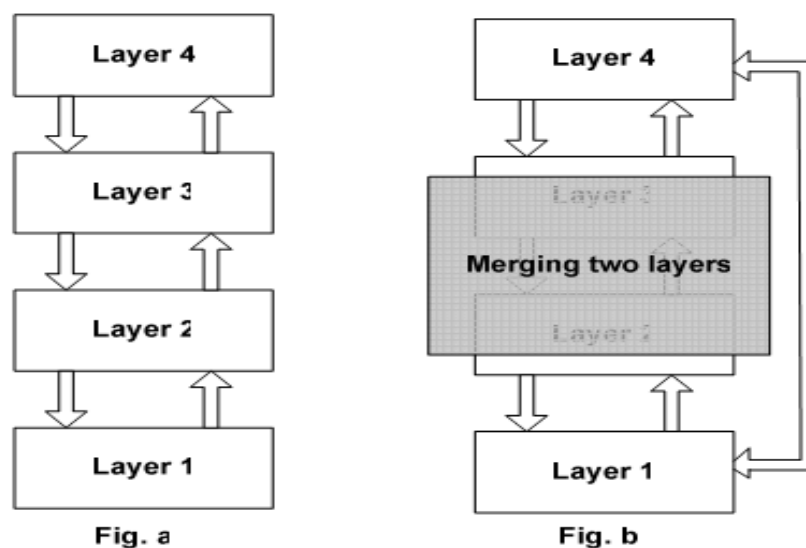
Sự triển khai rộng rãi của TCP/IP, nó được coi như cơ sở cho giao thức kiến trúc của WSN mà không bao gồm lớp phiên và lớp trình bày. Do đó, các lớp này không được trình bày ở đây.

Nhu cầu cần các kiến trúc giao thức tối ưu cho của WSN, đặt ra yêu cầu chuyển cách tiếp cận kiến trúc phân tầng truyền thống sang cách tiếp cận thiết kế kiến trúc xuyên lớp.

1.2.2 Phương pháp tiếp cận xuyên lớp

Thiết kế xuyên lớp có thể được định nghĩa là: ”sự phá vỡ các lớp trong mô hình phân cấp OSI trong giao tiếp mạng hoặc là giao thức thiết kế bởi sự phá vỡ các kiến trúc giao tiếp truyền thống”.

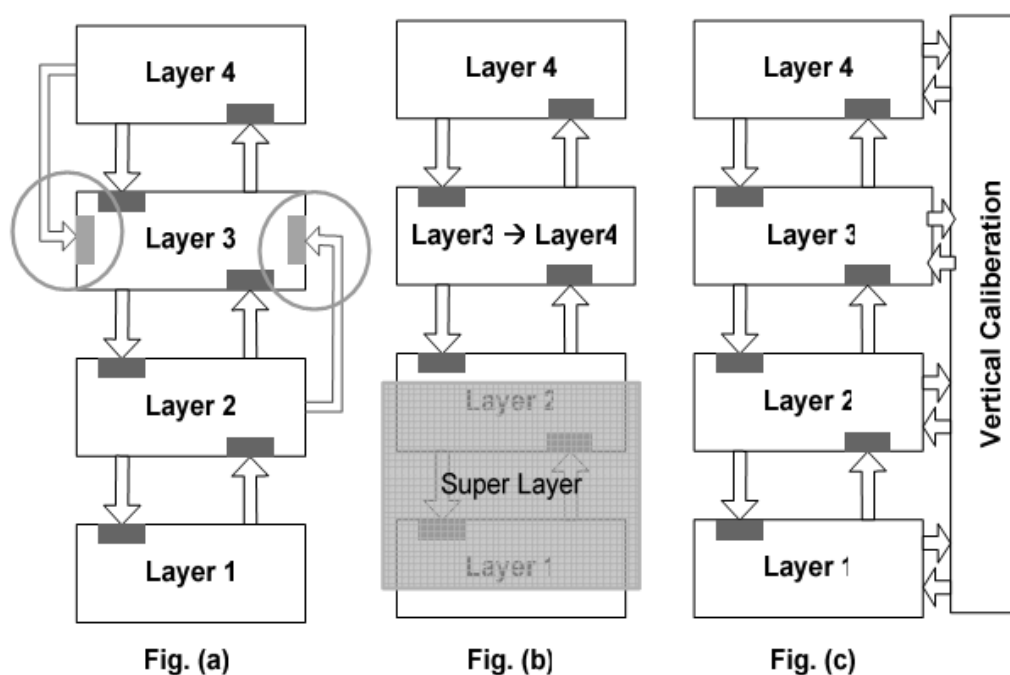
Sự phá vỡ các lớp phân cấp OSI hoặc sự phá vỡ các lớp kiến trúc khác bao gồm cả sự kết hợp các lớp để tạo ra giao diện mới, hoặc tạo ra sự phụ thuộc lẫn nhau giữa hai lớp như trong hình 1.4 .



Hình 1.4: Ví dụ tham khảo kiến trúc với các giao diện xác định (hình 1.4.a) và phá vỡ giao diện (hình 1.4.b)

Đối với tài nguyên hạn chế như hệ thống WSN, tối ưu hóa được thực hiện trên tất cả các lớp và tối ưu hóa có thể được thực hiện bằng cách trao đổi thông tin trên lớp. Sự tương tác giữa các lớp gồm sự kết hợp của các lớp, tạo ra một giao diện mới hoặc cung cấp thêm sự phụ thuộc lẫn nhau giữa hai lớp.

Theo định nghĩa lớp chéo, các sự phá vỡ của kiến trúc trong mạng sẽ dẫn đến một thiết kế xuyên lớp như trong hình 1.5.



Hình 1.5 Các thiết kế xuyên lớp tham chiếu

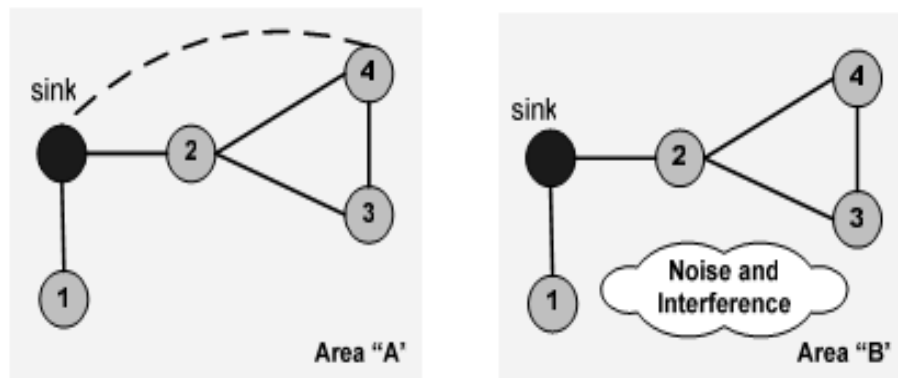
Trong hình 1.5 (a): Hai giao diện mới được tạo ra ở lớp 3, dòng chảy thông tin từ lớp 4 đến lớp 3, và từ 2 đến 3.

Hình 1.5 (b): Lớp 1,2 hợp nhất tạo thành một siêu lớp và việc thiết kế lớp 3 phụ thuộc vào lớp 4 sẽ cho kết quả thay đổi ở lớp 3.

Hình 1.5 (c): Cho thấy sự phá vỡ các kiến trúc cũ bằng cách giới thiệu một lớp theo chiều dọc, được sử dụng để hiệu chuẩn theo chiều dọc và tinh chỉnh các thông số của một lớp trên cơ sở các thông tin phản hồi từ các lớp khác. Vấn đề còn lại là khai thác cơ hội của các kết nối không dây và các phương thức được cung cấp cho mô hình truyền thông không dây để tạo ra một môi trường mạnh cho thiết kế xuyên lớp và tối ưu hóa mạng WSNs.

1.2.3 Ví dụ về thiết kế xuyên lớp

Giả sử rằng các nút cảm biến 1,2,3,4 và nút xử lý trung tâm được phân bố trong khu vực “A”, ”B” như hình 1.5



Hình 1.6 ví dụ minh họa về thiết kế xuyên lớp

Tất cả các nút này đang thu thập dữ liệu về môi trường và gửi cho các nút trung tâm, nút 1, 2 sẽ gửi dữ liệu trực tiếp tới nút trung tâm, trong khi nút 3, 4 sử dụng nút 2 như một nút chuyển tiếp để gửi dữ liệu của chúng. Trong khu vực “A”, nút 2 gửi dữ liệu riêng của mình cũng như các dữ liệu được chuyển tiếp từ nút 3, 4 đến nút trung tâm, nút 2 sẽ sử dụng năng lượng của nó trước đó. Kết quả, nếu lớp mạng của nút 3, 4 cho biết về mức năng lượng của nút 2 thường xuyên để đưa ra các quyết định định tuyến, bằng cách này có thể không được sử dụng như một nút role cho nút 3, 4 và có thể tiết kiệm năng lượng được cho nút 2, khi đó nút 3, 4

trực tiếp gửi các dữ liệu tới nút trung tâm, bằng cách này mạng có thể kéo dài tuổi thọ của mình, ở đây có sự trao đổi thông tin xuyên lớp giữa lớp mạng và lớp vật lý.

Trong trường hợp thứ 2 ,khu vực “B” có sự can thiệp từ bên ngoài vào (Ví dụ: lò vi sóng).Trong phương pháp truyền thông điều này sẽ dẫn đến mất mát gói tin và phải truyền lại nếu mức độ nhiễu (SNR) nhỏ hơn một ngưỡng nhất định, nếu các nút tăng năng lượng, thì SNR lớn hơn một ngưỡng nhất định, tồn thất gói dữ liệu và việc truyền lại có thể tránh được. Nếu 4 nút trên tắt trong thời gian và không gửi dữ liệu trong thời gian mức độ tiếng ồn và nhiễu bất lợi như đã nói ở trên (dựa vào thông tin từ lớp liên kết), khi đó nó có thể tiết kiệm được năng lượng bằng cách tránh truyền và truyền lại.

Như vậy, lớp ứng dụng đã trao đổi thông tin qua lớp với lớp liên kết để thực hiện việc tiết kiệm năng lượng.

1.2.4 Mục tiêu, vấn đề và phương pháp tiếp cận

Mục tiêu chính của luận án là thiết kế xuyên lớp và tối ưu hóa cho hiệu quả sử dụng năng lượng trong WSNs , hiệu suất sử dụng năng lượng có thể được tăng cường bằng 2 cách: Một là thiết kế phần cứng tốt, hai là thiết kế phần mềm tốt.

Quan điểm thiết kế phần cứng bao gồm : Thiết kế điện năng thấp cho phần cứng, ví dụ : công suất CPU, RADIO thấp hoặc thu phát đạt hiệu quả về năng lượng.

Quan điểm về thiết kế phần mềm bao gồm: Thiết kế sử dụng năng lượng hiệu quả cho phần mềm hệ thống.

Tổng thể, đề án này nhìn hiệu quả năng lượng từ góc độ phần mềm và xác định các vấn đề sau:

- Xác định kiến trúc giao thức WSN rõ ràng có thể phục vụ thiết kế kỹ xuyên lớp và tối ưu hóa các vấn đề, việc thiếu kiến trúc chuẩn làm việc sử dụng lại các phần mềm khó có thể đem lại lợi ích gì, ngoài ra các kiến trúc hiện có không hỗ trợ xuyên lớp một cách rõ ràng, luôn luôn có một sự cân bằng giữa thiết kế plug-and-play hỗ trợ thiết kế xuyên lớp.

Vì vậy , nhiệm vụ là định nghĩa một kiến trúc mà hỗ trợ WSN tiếp cận xuyên lớp và cung cấp cả tính năng plug-and-play cùng một lúc.

- Xác định mặt phẳng quản lý xuyên lớp như một phần của kiến trúc xuyên lớp. Nó sẽ cung cấp một tập hợp đa dạng các thông số mạng, một cách rõ ràng để các lớp khác nhau của giao thức có thể sử dụng các thông số này. Cần trang bị cho

các mo-dun giao thức ngăn xếp khác nhau với tính năng plug-and-play, đồng thời các mo-dun này sẽ có khả năng tận dụng được lợi ích xuyên lớp.

- Phát triển các giao thức định tuyến cho các ứng dụng có sử dụng thông tin xuyên lớp và đánh giá chúng trong bối cảnh kiến trúc đề xuất cũng được coi là thiết kế xuyên lớp.

1.3 Kết luận

Trong chương này, chúng ta tìm hiểu tổng quan về mạng cảm nhận không dây. Cấu trúc và các ứng dụng của nó đã cho thấy sự phát triển của mạng cảm biến và tầm quan trọng đối với cuộc sống của chúng ta, để có thể triển khai rộng rãi và vượt qua được các thách thức đặt ra cho WSN cần nghiên cứu và đưa ra các cấu trúc giao thức mới, cụ thể là các cấu trúc giao thức xuyên lớp.

Trong chương 2, chúng ta sẽ tìm hiểu về kỹ thuật này cho mạng cảm nhận WSNs

CHƯƠNG 2 : TÌM HIỂU CÁC KỸ THUẬT XUYÊN LỚP TRONG MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY

Chương này trình bày về giao thức xuyên lớp, giao thức cải tiến và các phương pháp thiết kế cho mạng cảm nhận không dây WSN, đưa ra các đánh giá những đặc tính cơ bản so với phương pháp truyền thống, chủ yếu tập chung vào nguyên tắc thiết kế và phân lớp, đồng thời đưa ra phương pháp luận cho các giải pháp xuyên lớp trên mạng cảm biến.

2.1 Bối cảnh

Hiện nay có rất nhiều các nghiên cứu cho phép giao tiếp hiệu quả trên WSNs, hầu

hết các đề xuất này đều nâng cao hiệu suất tiêu thụ năng lượng ở một mức độ nhất

định. Khai thác sự công tác của mạng WSNs và các đặc điểm của nó, các giao thức ở trên đều dựa vào các kiến trúc giao thức truyền thống, trong khi các giao thức này có thể đạt được hiệu suất rất cao về mặt số liệu liên quan tới từng lớp riêng biệt.

Do đó thiết kế xuyên lớp là một xu hướng mới hiện nay để thay thế các kiến trúc giao thức không hiệu quả trước đây.

Hiện nay, có nhiều nghiên cứu tập chung vào phát triển giao thức xuyên lớp trong mạng WSN, nhưng những phương pháp chưa có mô hình hệ thống chính xác và chưa tận dụng sự tương tác giữa các lớp.

Thiết kế các giao thức mạng cảm biến không dây được hiểu là các giải pháp phân phối tài nguyên tại các lớp khác nhau, tuy nhiên các nghiên cứu hiện tại thường phân tách vấn đề phân bố tài nguyên tại các lớp khác nhau và tài nguyên trên một lớp. Các công trình này tập chung thiết lập các phương pháp thiết kế xuyên lớp dựa trên giải pháp tối ưu hóa phân bố tài nguyên tại các lớp khác nhau.

Việc cải thiện hiệu suất và những rủi ro khác liên quan tới cách tiếp cận xuyên lớp và các nguyên tắc thiết kế xuyên lớp được trình bày ở chương này. Thông thường áp dụng giải pháp làm giảm tính mô-đun mà tính chất này có thể làm tách rời giữa các thiết kế và quy trình phát triển, dẫn đến việc cải tiến thiết kế khó

khăn. Hơn nữa, nó làm tăng nguy cơ gây ra bất ổn định, vì phát sinh chức năng ngoài ý muốn và không dễ hình dung trong kiến trúc xuyên lớp.

2.2 Giao thức xuyên lớp cho mạng cảm biến không dây

Các kết quả thu được thông qua nghiên cứu khoa học và thực nghiệm trong WSN đã cho thấy mối liên hệ mật thiết giữa các lớp trong lớp ngăn xếp mạng, những tương tác này đặc biệt quan trọng cho việc thiết kế các giao thức truyền thông cho WSN.

2.2.1 Xét tương tác xuyên lớp của các cặp lớp

Sau đây, các nguyên tắc của các giao thức xuyên lớp với WSN được khảo sát. Có sự phân loại các nghiên cứu về sự tương tác xuyên lớp trong các lớp: Vật lý (physical), kiểm soát truy cập trung bình (MAC), định tuyến (routing), lớp giao vận (transport).

- **MAC+PHY**: Tiêu thụ năng lượng phân tích cho lớp MAC và lớp vật lý được thực hiện trong ba giao thức MAC khác nhau, các tác giả cung cấp các phân tích về tiêu thụ năng lượng và kết luận rằng các giao tiếp đơn lẻ (single-hop) có thể cho hiệu quả hơn nếu các mô hình vô tuyến được sử dụng. Mặc dù đây là một phát hiện hay nhưng nó không thực tế vì thường mạng là một mạng chuyển tiếp đa nút (multi-hop) .

Các mối tương quan về không gian dựa trên các hiện tượng vật lý quan sát, được khai thác để kiểm soát truy cập trung bình (MAC). Theo đó, việc phân phối không gian dựa trên giao thức hợp tác kiểm soát truy cập trung bình (CC-MAC) được đề xuất, kết quả mô phỏng cho thấy rằng, khai thác không gian cho các kết quả truy cập trung bình ở một hiệu suất cao về năng lượng , cải thiện độ trễ, giảm tốc độ gói.

- **MAC+ROUTING**: Trong nhiều công trình, định tuyến dựa trên tiếp nhận được khai thác cho MAC và định tuyến mô-đun xuyên lớp. Trong phương pháp này bước nhảy kế tiếp được lựa chọn như là một kết quả của sự tranh chấp trong định tuyến, dựa trên khu vực đã được đề xuất độc lập, định tuyến dựa trên tiếp nhận cũng được dựa trên mô hình kênh đơn giản .

Hơn nữa, việc thực hiện độ trễ của giao thức được thực hiện dựa trên các chức năng trì hoãn khác nhau và mức độ va chạm, tác động vật lý không có trong

hoạt động giao thức này, các quyết định định tuyến được thực hiện là kết quả của cạnh tranh liên tục ở cấp độ truy cập trung bình.

Cụ thể hơn, nút chuyển tiếp theo dựa trên việc xác định trọng số và năng lượng truyền tải, nó được tăng lên liên tục cho đến khi nút chọn tốt nhất được tìm thấy

Một đề án định tuyến được đề xuất là phân phối lưu lượng theo chu kỳ trong WSN, có các hình thức phân phối các nút on-off cho mỗi lịch trình lưu lượng trong mạng, các đường đi được tạo ra sao cho các nút chỉ tỉnh giấc khi cần thiết. Hình thức phân phối lưu lượng theo chu kỳ giúp cho các lịch trình sau đó được duy trì để cho hiệu quả năng lượng tối đa.

Một phát minh dựa trên TDMA-MAC, trong giao thức này các nút phân phối, chọn khe thời gian thích hợp dựa trên cấu trúc liên kết thông tin cục bộ, các giao thức định tuyến cũng khai thác thông tin này để thiết lập cho định tuyến.

WSNs được đặc trưng bởi tính đa luồng, từ các nút gần nhất tới nút trung tâm. Tuy nhiên, điều này không được để ý trong thiết lập định tuyến.

Với giao thức này, MAC giảm thiểu sự can thiệp giữa các đường đi bằng cách xây dựng các đường nhận thức nhiễu, các tuyến này được xây dựng bằng việc mã hóa. Bằng cách sử dụng các nút cho thấy mức độ can thiệp vào các nút và mỗi gói có chứa địa chỉ định tuyến dùng cho việc thiết lập định tuyến. Kết quả, các tuyến được xây dựng để giảm thiểu sự can thiệp.

- **ROUTING+PHY**: Tối ưu hóa xuyên lớp thông qua mạng đa chuyển tiếp (multi-hop), các tác giả chia vấn đề tối ưu hóa băng thông thành 2 vấn đề nhỏ:

Định tuyến multi-hop tại lớp mạng và phân bố điện năng ở lớp vật lý, băng thông được gắn với lớp liên kết. Vấn đề phân bố điện năng gắn với sự giao thoa cũng như tốc độ liên kết. Với các vấn đề này, một số giải pháp dựa trên CDMA/OFDM được cung cấp sao cho sự kiểm soát năng lượng và định tuyến được thực hiện phân tán.

Chiến lược định tuyến mới là định tuyến địa lý được đề xuất, các tác giả cung cấp các biểu thức để tối ưu khoảng cách chuyển tiếp cho các mạng với yêu cầu lặp lại tự động hoặc không tự động.

Hơn nữa, hai chiến lược giao nhận cho những trường hợp này được cung cấp, các thuật toán giao nhận đòi hỏi tốc độ gói tin của mỗi nút lân cận để xác định các bước tiếp theo và xây dựng các tuyến cho phù hợp.

- **TRANSPORT+PHYSICAL**: Một giải pháp tối ưu hóa xuyên lớp để kiểm soát điện năng và kiểm soát tắc nghẽn được xem xét. Các tác giả cung cấp phân tích về các kiểm soát năng lượng và kiểm soát tắc nghẽn cùng với sự ngắt bật trao đổi giữa các lớp.

Dựa trên khung làm việc, một giao thức xuyên lớp giao tiếp dựa trên CDMA được đề xuất, ở đây điện năng và tốc độ truyền tải bị kiểm soát. Tuy nhiên, giải pháp CDMA đề xuất chỉ áp dụng cho mạng multi-hop không dây, không khả thi khi áp dụng cho mạng WSNs.

2.2.2 Động lực cho thiết kế XLM

Mạng WSN là những thiết kế hệ thống dựa trên việc khai thác sự hợp tác của các nút cảm biến mà WSN triển khai, để quan sát một số hiện tượng vật lý. Nói chung, mục tiêu chính của các ứng dụng WSN là cung cấp các phát hiện đáng tin cậy, dự toán các tính năng sự kiện từ những thông tin chung được cung cấp bởi các nút cảm biến.

Tuy nhiên, các thách thức chính để đạt được các mục tiêu này chủ yếu được đặt ra là năng lượng và khả năng xử lý hạn chế của các nút cảm biến. Vì vậy, đã có rất nhiều các nghiên cứu nhằm phát triển các giao thức mạng hợp tác để đạt được hiệu suất sử dụng năng lượng tối ưu.

Mối liên hệ giữa không gian và thời gian là một đặc tính quan trọng của mạng cảm biến. Sự triển khai dày đặc các nút cảm biến, làm cho các quan sát cảm biến liên quan chặt chẽ với không gian và thời gian.

Hầu hết các giao thức truyền thông đều khai thác việc tích hợp sự hợp tác của WSN và những đặc điểm của nó, nhưng nó chỉ nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng đến một mức nào đó. Hơn nữa, các giao thức này hầu hết theo các kiến trúc giao thức lớp truyền thông. Cụ thể hơn, đa số các giao thức truyền thông đang phát triển và tối ưu cho các lớp mạng khác nhau là:

Lớp mạng, lớp giao vận, lớp MAC, lớp vật lý. Trong khi các giao thức này có thể đạt được hiệu suất rất cao nếu triển khai trên từng lớp riêng biệt, do các lớp này không phải cùng nhau tối ưu hóa hiệu suất tổng thể của mạng, do đó giảm thiểu chi phí năng lượng.

Xem xét năng lượng và xử lý nguồn tài nguyên khan hiếm của WSN, thiết kế xuyên lớp hứa hẹn thay thế các kiến trúc giao thức lớp truyền thông không hiệu quả.

Trong thực tế gần đây cho thấy, việc lồng ghép xuyên lớp và thiết kế kỹ thuật trên WSN cải thiện đáng kể hiệu suất sử dụng năng lượng. Tuy nhiên, có thể chỉ thực hiện thiết kế xuyên lớp trong một phạm vi hạn chế. Ví dụ, chỉ có hai lớp là định tuyến và MAC mà không xem xét tới tất cả các lớp giao thức liên quan tới giao tiếp trong WSN.

Rõ ràng, vẫn còn nhiều việc để cung cấp một mô-đun giao tiếp duy nhất, cho hiệu quả giao tiếp trong WSN. Cho đến nay, chưa có một giao thức xuyên lớp thống nhất nào cho giao tiếp hiệu quả và đáng tin cậy.

Trong chương này, trình bày giao thức xuyên lớp XLM, nó đạt được hiệu quả với chi phí năng lượng tối thiểu. XLM hòa trộn các chức năng chung của giao thức lớp vào một mô-đun xuyên lớp, các hoạt động của XLM dựa trên khái niệm xuyên lớp mới là xác định “chủ động”, khái niệm này tạo thành cốt lõi và mặc nhiên kết hợp các chức năng cần thiết sẵn có trong giao thức lớp cũ để hoàn thành giao tiếp trong WSN. Căn cứ vào khái niệm “chủ động”, XLM thực hiện tiếp nhận dựa trên tranh chấp, chủ động trong giao nhận, kiểm soát tắc nghẽn cục bộ và phân phối hoạt động chu kỳ nhiệm vụ để thực hiện giao tiếp hiệu quả trong WSN. Trong mô phỏng xuyên lớp, các kỹ thuật cấu hình giao thức lớp được thực hiện cùng XLM để cung cấp một đánh giá hiệu năng hoàn chỉnh.

2.2.3 Các công việc liên quan

Một giao thức xuyên lớp tích hợp lớp MAC và lớp định tuyến được đề xuất, phân tích hiệu suất của thuật toán GeRaF. Thuật toán này giới thiệu các tiếp nhận và định tuyến dựa trên lớp MAC và tương tác với định tuyến xuyên lớp. Tuy nhiên, GeRaF đòi hỏi một nút cảm biến với hai radio phát tín hiệu (có thể không khả thi đối với một số trường hợp).

Lúc này, các tiếp nhận và định tuyến được xem xét lại, tại đây hiệu thức của các giao thức được phân tích dựa trên mô hình kênh đơn giản và mất ít liên kết. Hơn nữa độ trễ của giao thức được trình bày căn cứ vào độ trễ của các chức năng và mức va chạm. Ngoài ra, hiệu quả của lớp vật lý không được quan tâm ở đây.

Một giải pháp tích hợp lớp MAC và định tuyến được đề xuất cho định tuyến với mạng WSN. Các giải pháp đề xuất xem xét một mô hình thực tế bao gồm cả kênh thống kê, kênh fading. Tuy nhiên công việc này chỉ xem xét sự tương tác giữa lớp MAC và lớp định tuyến bỏ qua lớp giao vận và các vấn đề của lớp vật lý. Đề án này không giải quyết rõ ràng các nhu cầu cần sử dụng năng lượng hiệu quả cho WSN.

Một giải pháp tối ưu hóa để kiểm soát năng lượng tại tầng vật lý và kiểm soát tắc nghẽn tại tầng giao vận được đưa ra, phân tích xuyên lớp về sự hạn chế của mức độ liên kết cảm biến trong lớp vật lý và hiệu suất mạng lưới mạng CDMA, Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của sự cân bằng cấu trúc liên kết giữa kiểm soát và nguyên tắc thiết kế tiếp nhận.

Tuy nhiên, những nghiên cứu này chỉ áp dụng cho gói đa chuyển tiếp tại mạng không dây CDMA mà không thể áp dụng cho WSN nơi mà công nghệ CDMA có thể không phải là hiệu quả nhất. Chiến lược chuyển tiếp địa lý sử dụng cho định tuyến địa lý được đề xuất.

Các tác giả cung cấp các biểu thức để tối ưu các khoảng cách chuyển tiếp cho các mạng có hoặc không có ARQ, phân tích để phân phối khoảng cách tối ưu của các nút chuyển tiếp, dựa trên một cấu trúc mạng tuyến tính và cũng có thể không thực hiện được với định tuyến địa lý, nơi một địa hình hai chiều tồn tại.

2.2.4 Mô-đun xuyên lớp cho mạng cảm nhận không dây (XLM)

Yêu cầu tiếp cận xuyên lớp gần đây đòi hỏi một giao thức xuyên lớp thống nhất để cho giao tiếp hiệu quả và đáng tin cậy. Ở đây, chúng ta tổng quan về mô hình giao tiếp mới là mô-đun xuyên lớp (XLM) cho WSNs, XLM thay thế toàn bộ các kiến trúc giao thức truyền thống đã được sử dụng cho WSN.

Các cơ sở của XLM xây dựng dựa trên ý tưởng “chủ động”, các ý tưởng này cấu thành cốt lõi của XLM và kết hợp các chức năng sẵn có cần thiết của lớp giao thức cũ sao cho giao tiếp thành công trong WSN .

Một nút phát sóng khởi đầu bằng một gói tin RTS để cho các nút xung quanh biết nó có gói tin để gửi, khi nhận được gói tin RTS mỗi nút lân cận này quyết định tham gia trong truyền thông qua sự xác định chủ động, nó được xác định như sau:

$$\mathcal{I} = \begin{cases} 1, \text{ if } \begin{cases} \xi_{RTS} \geq \xi_{Th} \\ \lambda_{relay} \leq \lambda_{relay}^{Th} \\ \beta \leq \beta^{max} \\ E_{rem} \geq E_{rem}^{min} \end{cases} \\ 0, \text{ otherwise} \end{cases} \quad (2.1)$$

Trong công thức (2.1)

Các gói tin RTS có giá trị ξ_{RTS}

λ_{relay} là mức độ các gói tin được chuyển tiếp từ một nút

β là mức độ chiếm dụng bộ đệm

E_{rem} là năng lượng còn lại của một nút

Phía bên phải chỉ ra các giá trị ngưỡng có liên quan tới các tham số trên.

$I=1$ nếu tất cả bốn điều kiện được thỏa mãn:

Điều kiện đầu tiên đảm bảo rằng các liên kết đáng tin cậy được thiết lập để giao tiếp.

Điều kiện 2, 3 được sử dụng để kiểm soát tắc nghẽn cục bộ trong XLM, điều kiện thứ 2 ngăn ngừa tắc nghẽn bằng cách hạn chế lưu lượng truy cập trong một nút, điều kiện thứ 3 đảm bảo các nút không gặp bất cứ sự cố tràn bộ đệm nào.

Điều kiện cuối cùng đảm bảo năng lượng còn lại của một nút E_{rem} lớn hơn một giá trị tối thiểu $E_{\text{rem}}^{\text{min}}$

Đối với một giao tiếp thành công, các nút đầu tiên khởi truyền phát sóng một gói tin RTS, đóng vai trò là một chỉ thị cho kết nối, giúp xác định những nút đến tiềm năng, dựa trên tranh chấp.

Các nút quyết định tham ra tranh chấp cho định tuyến giao tiếp bằng cách truyền các gói tin CTS, sự chờ đợi để các gói dữ liệu CTS truyền tải được quyết định khi các điều kiện trong công thức 2.1 được thỏa mãn, thành phần kiểm soát tắc nghẽn cục bộ, kiểm soát tắc nghẽn bằng 2 bước, đảm bảo XLM sử dụng năng lượng hiệu quả cũng như thông tin liên lạc đáng tin cậy .

Thực hiện và đánh giá phân tích kết quả bằng thí nghiệm mô phỏng cho thấy XLM cải thiện đáng kể hiệu suất truyền thông và nhanh hơn so với giao thức kiến trúc truyền thống.

2. 3 Phân bố tài nguyên xuyên lớp

Thiết kế của giao thức mạng cảm biến không dây, multi-hop, ad-hoc có thể hiểu là các giải pháp phân bố nguồn lực tại các lớp khác nhau, điều này đã được nghiên cứu trong nhiều năm qua, điển hình là các mục tiêu tăng tuổi thọ mạng, giảm năng lượng tiêu thụ, tối đa hóa năng lực mạng lưới.

Tuy nhiên, hiện hầu hết các nghiên cứu phân tách các lớp, xem xét phân bố nguồn lực ở từng lớp riêng biệt, không xem sự phụ thuộc lẫn nhau của xuyên lớp hoặc xem xét giữa các cặp lớp độc lập.

Một điển hình của sự liên hệ chặt chẽ giữa các chức năng xử lý của các lớp khác nhau là sự tương tác giữa kiểm soát tắc nghẽn và điều khiển công suất, việc kiểm soát tắc nghẽn quy định nguồn được cho phép truy cập vào liên kết bất kỳ, nó không được vượt quá năng lực sẵn có (năng lực của mỗi liên kết giả sử là cố định và xác định trước) năng lực của mỗi liên kết không phụ thuộc vào mức độ can thiệp mà phụ thuộc vào chính sách điều khiển công suất.

2.3.1 Tối ưu hóa khung làm việc

Kỹ thuật chính được sử dụng là phân rã kép, nơi các thông số mô tả tắc nghẽn được

hiểu như là các biến tối ưu hóa ban đầu và là biến kép, giao thức TCP là giao thức phân phối kép ban đầu để giải quyết và tối đa hóa các tiện ích. Trong việc cung cấp điện năng cho truyền tải, các cửa sổ tắc nghẽn cùng kích thước được tối ưu hóa, lượng băng thông cung cấp cho lớp trên không có định mức.

Một giải pháp phân phối nguồn mã hóa chung, định tuyến và mã hóa kênh, sự phối hợp giữa định tuyến và tối ưu hóa, phân bổ năng lượng dựa vào mạng lưới mã hóa được đưa ra .

2.3.2 Khung chung cho các vấn đề thiết kế xuyên lớp

Xu hướng hiện nay là xây dựng các kỹ thuật xuyên lớp phức tạp để phân bổ nguồn lực, sau đây là các ký hiệu được sử dụng trong xây dựng chung:

$\mathbf{r} = [r_1, r_2, \dots, r_s, r_{|S|}]$: là véc tơ có thành phần r_s mức bit được gán cho nguồn $s \in S$;

$\mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_j]$ là công suất truyền tải, với p_j là công suất truyền tải gán với nút j

$\mathbf{F} = [f_{ij}^s]$ là một ma trận nhị phân đại diện cho các quy ước định tuyến, nó có $f_{ij}^s = 1$, nếu và chỉ nếu liên kết $[i,j]$ là một phần của đường đi end-to-end, kết hợp với nguồn S .

$\mathbf{P}^e = [P_1^e, P_2^e, \dots, P_j^e, \dots, P_{|N|}^e]$ là một véc tơ có thành phần P_j^e đại diện, nó là giá trị xác suất báo lỗi giải mã mong muốn của nút j .

$d_{ij}()$ thể hiện sự chậm trễ, liên quan tới liên kết (i,j) , các mô hình lớp MAC và lớp

vật lý cụ thể là sự tương tác của chúng với định tuyến và chức năng điều khiển tắc nghẽn,

B^s là sự chậm trễ liên quan tới nguồn

U_s và V_j là hàm tiện ích và hàm mục tiêu

Các vấn đề này có thể được biểu diễn như sau:

P^{opt} : phân bổ tài nguyên xuyên lớp

Cho: $P_s^e, d_{ij}(), l_{ij}(), B^s$

Tìm: r, F, P

$$\text{Giảm tối đa: } \sum_{s \in \mathcal{S}} U_s(r_s) + \sum_{j \in \mathcal{N}} V_j(p_j) \quad (2.2)$$

Đối tượng:

$$\sum_{s \in \mathcal{S}} f_{ij}^s \cdot r_s \leq l_{ij}(P^e, p); \quad (2.3)$$

$$\sum_{(i,j) \in \mathcal{E}} f_{ij}^s \cdot d_{ij}(r, l_{ij}(P^e, p)) \leq B_s; \quad (2.4)$$

$$F \in \mathcal{F}_{feas}(r); r \in \mathcal{R}_{feas}; p \in \mathcal{P}_{feas}. \quad (2.5)$$

Việc xây dựng mô hình ở trên cùng các vấn đề ở các lớp khác nhau, trong một cách xuyên lớp để tối ưu hóa các biến, có các giá trị xác định liên quan.

Các vấn đề giao vận bao gồm việc quy định véc tơ r bit, được giao cho các bộ nguồn trong mạng.

Các vấn đề định tuyến bao gồm : xác định ma trận định tuyến F

Các vấn đề vật lý bao gồm lựa chọn truyền sao cho tối ưu hiệu suất về năng lượng với véc tơ P mà bộ nguồn sử dụng.

Các biến kể trên phải cùng được lựa chọn nhằm tối ưu hóa hàm mục tiêu, đặc biệt là tổng hợp và tối ưu hóa các tiện ích của nguồn $s \in \mathcal{S}$ và của từng nút $j \in \mathcal{N}$ theo hàm tiện ích U_s và V_j .

2.4 Các vấn đề nghiên cứu mở

Có một số nghiên cứu về xuyên lớp, về các hoạt động và thiết kế trong việc phát triển các giao thức truyền thông mới. Tuy nhiên, cần xem xét một thống nhất các lớp giao thức mạng để cung cấp một mô-đun giao tiếp duy nhất cho hiệu quả trong WSNs.

Sau đây là một số vấn đề mở với kỹ thuật xuyên lớp:

-Xác định đầy đủ các hàm tiện ích:

i. Thể hiện mục tiêu mong muốn thiết kế mạng cảm biến toàn cầu, chẳng hạn như: Tiêu thụ năng lượng tối thiểu, tối đa hóa tuổi thọ mạng.

ii. Thể hiện các đặc tính cụ thể, hiện các nghiên cứu xuyên lớp chủ yếu tập chung vào tối ưu hóa các chức năng phân phối tại các lớp khác nhau. Mặt khác, trong WSN mục tiêu cuối cùng là giảm thiểu năng lượng tiêu thụ hoặc tối đa hóa tuổi thọ của mạng, như vậy cần phải có các nghiên cứu cần thiết để phát triển các mô hình và phương pháp thích hợp giải quyết các vấn đề năng lượng.

-Độ trễ chính xác: Có một mô hình cần phát triển đó là một mô tả chính xác các kết quả về độ trễ khi các lớp tương tác với nhau trong end-to-end, điều này đặc biệt quan trọng với các thiết kế giao thức của mạng cảm biến cho các yêu cầu ứng dụng giám sát, vận chuyển các dữ liệu trong thời gian thực.

-Thực tế kết nối với lớp vật lý:

Gần đây các thực nghiệm đã chứng minh rằng sự suy giảm các kênh không dây như là bản chất của liên kết. Hơn nữa, do hiện tượng suy yếu kênh ảnh hưởng tới truyền tải không dây và do nút di động và nút tham gia có thể bị cấu hình lại thường xuyên, dẫn đến các liên kết liên tục bị phá vỡ và thành lập. Do đó, các mô hình phân tích mới yêu cầu phải có thêm điều kiện kết nối di động và giải quyết hiện tượng suy yếu kênh.

-Mô phỏng xuyên lớp: Hiện tại có các chương trình mô phỏng mạng như: OPNET, NS-2, J-SIM, GLOMOSIM chúng có thể không phù hợp để thực hiện một mô phỏng xuyên lớp, vì cấu trúc bên trong của các phần mềm trên gắn với liên với kiến trúc nhiều lớp. Vì vậy cần phát triển các phần mềm mô phỏng mới dựa trên một mô hình phát triển mới đáp ứng được các mô phỏng giao thức xuyên lớp.

2.5 Hướng dẫn đề phòng các lỗi trong thiết kế xuyên lớp

Trong phần 4, là một số vấn đề nghiên cứu mở trong kỹ thuật xuyên lớp xét theo chiều hướng tích cực, trong phần này, chúng ta mô tả những rủi ro khi tiếp cận một phương pháp thiết kế xuyên lớp và những hướng dẫn đề phòng.

Các kết quả trực tiếp mà kỹ thuật xuyên lớp có thể mang lại là cải thiện hiệu suất về độ trễ và thông lượng. Vì vậy, khi đề xuất một giải pháp xuyên lớp, muốn tối ưu hiệu năng hệ thống cần:

-**Tính mô-đun:** Trong phương pháp thiết kế lớp trước đây, một kiến trúc lớp truyền thống chia nhỏ các thành phần thành các mô-đun, sự tương tác và phụ thuộc này được quy định một cách có hệ thống, điều này về thiết kế cho phép phá vỡ các vấn đề phức tạp thành các vấn đề nhỏ dễ dàng hơn, sau đó các vấn đề phân tách đó có thể giải quyết độc lập, mà không xem xét đến tất cả các chi tiết liên quan đến tổng thể hệ thống, cách tiếp cận này đảm bảo khả năng hoạt động giữa các hệ thống con trong hệ thống tổng thể.

-**Tăng cường hệ thống:** Sẽ khó khăn cho việc cải tiến và đổi mới trong thiết kế xuyên lớp vì nó khó đánh giá và tiếp cận để giao tiếp với các giải pháp đã có. Hơn nữa kiến trúc xuyên lớp khó bảo trì và chi phí bảo trì cao.

Trong trường hợp xấu, không chỉ thay đổi một phần hệ thống mà là toàn bộ hệ thống, đối với trường hợp này nên sử dụng các mô-đun trong việc thiết kế xuyên lớp. Điều này cũng sẽ có hiệu quả tích cực trong việc hạn chế sự trùng lặp các chức năng của thiết kế lớp.

-**Không ổn định:** Trong thiết kế xuyên lớp tác động của bất cứ sự lựa chọn đơn lẻ nào cũng có thể ảnh hưởng tới thiết kế hệ thống, dẫn tới sự bất ổn định. Hơn nữa, trên thực tế có một số tương tác rất khó dự báo trong thiết kế. Do đó, cần phải cẩn trọng lựa chọn thiết kế tránh ảnh hưởng hiệu năng tổng thể của hệ thống.

Với vấn đề này, cần được lưu ý và tiếp tục phát triển lý thuyết điều khiển để xem xét tính ổn định của hệ thống, thiết kế phải theo cách tiếp cận xuyên lớp. Biểu đồ sự phụ thuộc, có thể được sử dụng để nắm bắt mối quan hệ phụ thuộc giữa các thông số với những giá trị có ý nghĩa giúp chứng minh tính ổn định của hệ thống.

2.6 Kết luận

Trong chương này, chúng ta xem xét và phân loại tài liệu về các giao thức xuyên lớp, cải tiến và phương pháp thiết kế cho mạng WSNs. Thảo luận các vấn đề thiết kế xuyên lớp và các giao thức truyền thông của WSN nhằm mục đích thay thế các kiến trúc giao thức lớp cũ và đưa ra các giải pháp xuyên lớp cho mạng cảm nhận không dây một cách có hệ thống. Ngoài ra, còn nêu ra các vấn đề nghiên cứu mở cho các phương pháp xuyên lớp và hướng nghiên cứu tiếp theo.

Tiếp theo chương 3 sẽ trình bày một mô-đun xuyên lớp (XLM), nó được coi là một giao thức tối ưu nhất cho thiết kế xuyên lớp hiện nay.

CHƯƠNG 3: MÔ -ĐUN XUYÊN LỚP CHO MẠNG CẢM NHẬN KHÔNG DÂY (XLM)

Trong chương này, một mô-đun xuyên lớp (XLM) thống nhất được trình bày (tham khảo tại [4], [5]) . Mô-đun này đạt được hiệu quả đáng tin cậy trong các mạng cảm biến không dây (WSN) với chi phí năng lượng tối thiểu .

3.1 Giao thức XLM cho WSN

XLM là một mô-đun xuyên lớp cho WSN, thay thế toàn bộ các kiến trúc truyền thống được sử dụng cho đến nay, XLM là một thiết kế xuyên lớp hợp nhất hoàn chỉnh, các thông tin và các chức năng của các lớp hòa tan trong một mô-đun .

Do đó, XLM kết hợp các chức năng cần thiết nhằm giải quyết các nhiệm vụ tương ứng của các lớp: giao vận, mạng, MAC với phương pháp tiếp cận cổ điển bằng cách lấy lớp vật lý và các hiệu ứng kênh vào một tài khoản.

Mục tiêu của XLM là độ tin cậy cao và năng lượng sử dụng tối ưu

, các quyết định giao tiếp dựa trên tính thích nghi và tránh ùn tắc cục bộ, XLM thay thế tất cả các lớp truyền thống, nó có tất cả các chức năng cần thiết. Cuối cùng ,các mô-đun xuyên lớp dựa trên khái niệm xác định “chủ động”, tiếp nhận dựa trên tranh chấp, kiểm soát tắc nghẽn cục bộ, phân phối hoạt động chu kỳ nhiệm vụ.

Các cơ sở của giao tiếp trong XLM xây dựng trên khái niệm “chủ động” cung cấp sự tự do cho mỗi nút, để quyết định tham gia trong truyền thông.

Trong WSN, nhiệm vụ chính của bộ phần mềm giao tiếp là để vận hành thành công sự kiện thông tin bằng cách xây dựng đường dẫn multi-hop đến nút trung tâm. Trong hoạt động XLM, bước kế tiếp của mỗi giao tiếp không được xác định trước. Thay vào đó, một thủ tục xác định chủ động được thực hiện cho mỗi nút để quyết định tham gia trong giao tiếp. Nghĩa là, thực hiện định tuyến và chuyển tiếp các gói tin sự kiện.

Việc xác định chủ động được thực hiện bởi mỗi nút dựa trên khả năng hiện tại, nó liên quan tới tất cả các lớp truyền thông. Ví dụ, chất lượng liên kết, suy luận vị trí tương đối của các nút từ các kênh thông tin, chuyển tiếp yêu cầu cấp bộ đệm tài. Động lực thúc đẩy thống nhất sự hòa trộn các gói tin sẽ quyết định mức độ sẵn sàng tham gia vào giao tiếp trong WSN.

Nút A khởi đầu phát sóng bằng việc truyền một gói tin RTS để cho các nút gần nó biết là nó có một gói tin để gửi. Khi nhận được gói tin RTS, một nút lân cận nút A có quyết định tham gia giao tiếp hay không, quyết định này được đưa ra thông qua chủ động xác định tình trạng hiện tại với khả năng giao tiếp của các nút. Việc xác định này là một hoạt động nhị phân, nếu $I=1$ thì một nút quyết định tham gia trong giao tiếp, I được xác định như sau:

$$I = \begin{cases} 1, & \text{if } \begin{cases} \xi_{RTS} \geq \xi_{Th} \\ \lambda_{relay} \leq \lambda_{relay}^{Th} \\ \beta \leq \beta^{max} \\ E_{rem} \geq E_{rem}^{min} \end{cases} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.1)$$

Phần giải thích công thức (3.1) được trình bày trong phần 2.2.4

3.1.1 Các nhiệm vụ trong giao thức XLM

Chúng ta giả định mô hình mạng sau đây cho hoạt động XLM. Mỗi nút được phân phối thực hiện một hoạt động chu kỳ nhiệm vụ, giá trị của mỗi chu kỳ nhiệm vụ ký hiệu là δ . Xác định mức thời gian của mỗi nút đang hoạt động với chiều dài khung ngủ là T_s . Kết quả thời gian một nút đang hoạt động cho $\delta * T_s$ (s), và ngủ là $(1 - \delta) * T_s$ (s)

Chú ý: thời gian bắt đầu và kết thúc của một chu kỳ giấc ngủ là không đồng bộ ở mỗi nút

Các nút sẽ gửi thông tin tới nút trung tâm nếu có những sự kiện xảy ra trong vùng lân cận của chúng, các khu vực có những sự kiện xảy ra này gọi là khu vực sự kiện. Trên cơ sở mô hình và cơ chế của XLM, mỗi nút trong XLM góp phần vào việc truyền các thông tin sự kiện cho nút trung tâm trên cơ sở nhiệm vụ của mình trong mạng và điều kiện của mạng lưới hiện tại. Một nút bao gồm hai nhiệm vụ:

- **Nhiệm vụ nguồn:** Các nút nguồn với những thông tin sự kiện truyền tải đến nút trung tâm, các nút này thực hiện nhiệm vụ truyền dựa trên tốc độ truyền với các tắc nghẽn trong mạng.

- **Nhiệm vụ định tuyến:** Các nút cảm biến cũng chuyển tiếp các gói tin nhận được từ các nút khác tới đích tiếp theo trong đường dẫn multi-hop đến nút trung tâm (sink)

Dựa trên những nhiệm vụ, mỗi nút sẽ chủ động xác định để tham gia vào truyền dẫn. Các hoạt động chi tiết của giao thức sẽ được trình bày trong phần sau.

3.1.2 Khởi tạo truyền dẫn trong XLM

Do một nút có thể tạo không gian liên kết với các nút xung quanh, khi nút này gửi một gói tin đến và từ bỏ việc gửi gói tin (nếu đã có một nút tương quan trước đó). Điều này được thực hiện khi một nút có một gói tin để truyền tải, nó sẽ lắng nghe các kênh trong một khoảng thời gian cụ thể T_{SSS} . Nếu kênh là kênh chiếm đóng, thì thực hiện quay trở lại nút, tranh chấp thực hiện dựa trên kích thước cửa sổ của nó (CW_{RTS})

Khi kênh được nhận rồi, nút chương trình phát sóng một gói tin RTS, trong đó có thông tin về vị trí của các nút cảm biến i và của nút sink, gói tin này như là một chỉ số chất lượng liên kết. Khi một nút nhận được gói tin RTS, đầu tiên nó sẽ kiểm tra nguồn đến và sau đó xác định đích tiếp theo. Rõ ràng, để định tuyến một gói tin đến đích, thì bước tiếp theo phải gần nút trung tâm hơn nút i . Xét một khu vực, nơi những nút lân cận của một nút gần nút trung tâm hơn, khu vực này gọi là khu vực khả thi. Ngược lại gọi là khu vực không khả thi. Do đó, một nút nhận được một gói tin đầu tiên nó sẽ kiểm tra nếu nó ở bên trong khu vực khả thi của nút i thì sẽ truyền tải, các nút được xác định nằm bên ngoài khu vực khả thi của nút i thì chuyển mạch ngữ, các nút bên trong khu vực khả thi thực hiện việc chủ động xác định như giới thiệu trong phần 3. Nếu một nút quyết định tham gia trong giao tiếp, nó thực hiện tiếp nhận và tranh chấp như giải thích ở phần tiếp theo ngay sau đây.

3.1.3 Tiếp nhận và tranh chấp trong XLM

Các hoạt động tranh chấp, tiếp nhận của XLM được dựa trên định tuyến và dựa trên các cách tiếp cận tiếp nhận. Sau khi một gói tin RTS được nhận, nếu một nút có $I=1$ theo công thức (3.1) thì nó sẽ thực hiện tiếp nhận và tranh chấp chuyển tiếp các gói tin. Các tranh chấp tiếp nhận dựa trên mức độ định tuyến của mỗi nút và vị trí của mỗi nút đó. Mức độ định tuyến của mỗi nút được quyết định dựa trên tiến trình một gói tin.

Các khu vực khả thi được chia thành các khu vực ưu tiên N_p , tương ứng với sự tiến bộ ngày càng tăng tức là: $A_i, i=1 \dots N_p$ các nút càng gần sink càng được ưu tiên, ưu tiên này được thực hiện bởi cơ chế tranh chấp trong môi trường truy cập.

Mỗi khu vực ưu tiên, A_i tương ứng với một kích thước cửa sổ backoff (CW_i) mỗi nút xác định khu vực của mình sao cho: $\sum_{j=1}^{i-1} CW_j + cw_i$, $cw_i \in [0, CW_i]$

Điều này sẽ giúp phân biệt các nút backoff thành các nhóm ưu tiên khác nhau, chỉ có các nút trong cùng một nhóm tranh chấp với nhau. Nút chiến thắng trong tranh chấp sẽ gửi một gói tin CTS tới nút i chỉ ra rằng nó sẽ chuyển tiếp các gói tin. Mặt khác, trong thời gian quay trở lại, một nút tiếp nhận tiềm năng xác định rằng đã có nút chuyển tiếp các gói tin của nút i , nó sẽ chuyển mạch và chuyển sang trạng thái ngủ.

Khi tiếp nhận được một gói tin CTS, nút i xác định rằng việc tiếp nhận và tranh chấp đã kết thúc và gửi một gói dữ liệu cho biết vị trí của nút chiến thắng. Các CTS và gói dữ liệu trên được coi là cặp nhận- phát, có trường hợp một nút gửi các gói tin không nghe được gói tin CTS, nhưng các gói dữ liệu gửi qua nút có thể cũng đã giải quyết được tranh chấp.

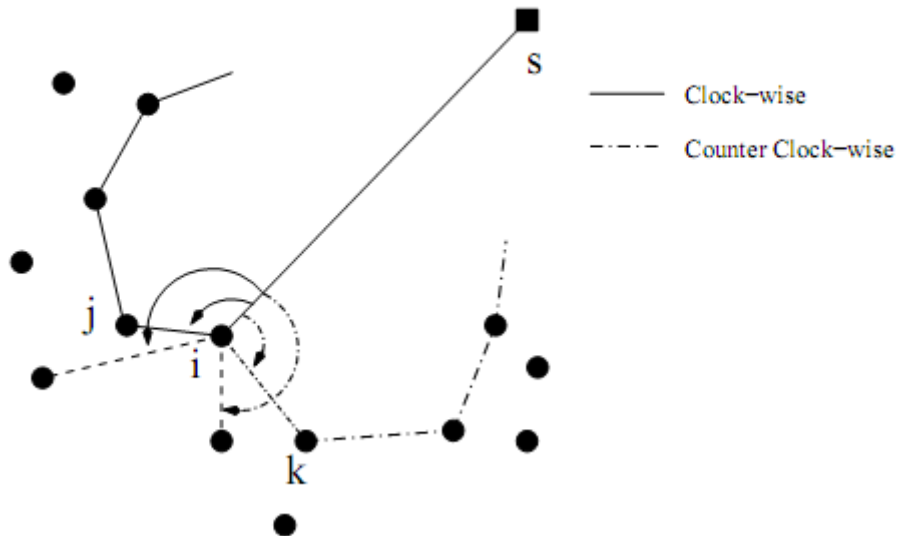
Lưu ý rằng, nút i không nhận được gói tin CTS do 3 trường hợp sau:

- Có sự va chạm gói CTS
- Không có nút lân cận thỏa mãn $T=1$
- Không tồn tại các nút trong khu vực khả thi của nút i

Tuy nhiên, nút i không thể phân biệt được 3 trường hợp trên. Do đó, những nút lân cận của nút i gửi một gói tin thay thế $\sum_{j=1}^{N_{PT}} CW_j$ khi i không nhận được CTS, sự tồn tại của một gói tin thay thế trên tiếp tục thông báo là có các nút gần nút trung tâm nhưng không thỏa mãn được (2.1). Dựa vào các gói tin này, nút chiến thắng trong tranh chấp lúc trước tiếp tục gửi lại gói CTS, nếu sau một số thử lại vẫn không có phản ứng nhận được. Nút i xác định rằng nhiệm vụ của nó đã hoàn thành.

3.1.4 Định tuyến dựa trên góc trong XLM

Đường đi của các gói tin qua các nút phụ thuộc vào các quyết định định tuyến, các quyết định này trong XLM được dựa trên sự chủ động xác định. Kỹ thuật này thường đem lại hiệu quả và có độ tin cậy cao, nhưng có một số trường hợp không thể tìm thấy bất kỳ một nút khả thi nào. Để giải quyết được điều này chúng ta tìm hiểu về kỹ thuật định tuyến dựa trên góc.



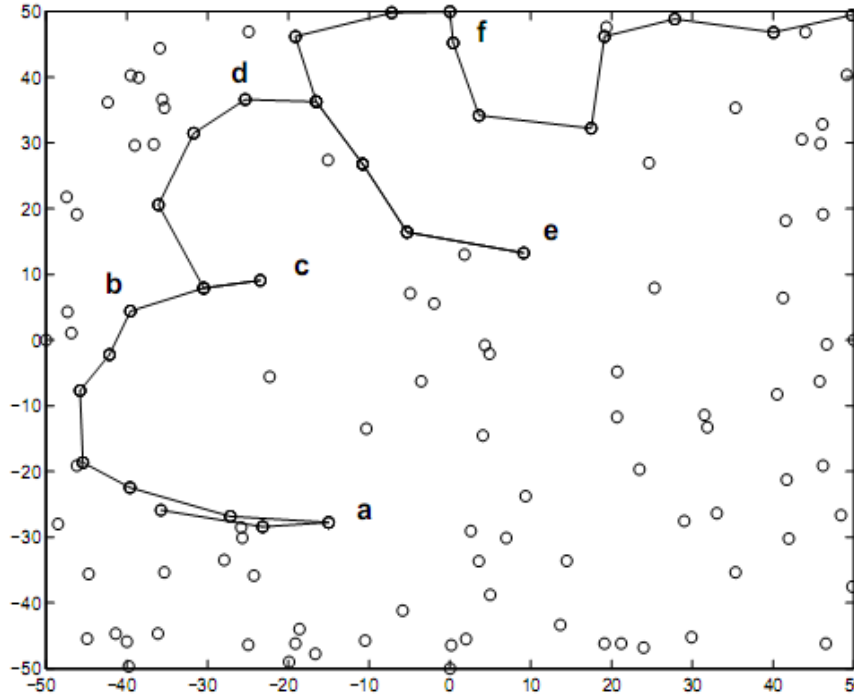
Hình 3.1: Minh họa định tuyến dựa trên góc

Từ hình 3.1 khi một gói tin đến nút i , với một nút trung tâm s , gói tin phải được định tuyến theo hướng đồng hồ clock-wise qua nút i hoặc nút j , so sánh các góc giữa các đường $i-s$, $i-k(i-j)$, chọn góc nhỏ nhất và theo hướng clock-wise bằng các phương pháp hình học, từ đây các đường đi có thể được xây dựng.

Khi một nút chuyển mạch sang chế độ định tuyến dựa trên góc, nó cũng đặt ra định hướng theo đồng hồ clock-wise và gửi một gói tin RTS, các nút khác nhận được gói tin này tính toán góc của nó một cách tương đối với nút gửi gói tin RTS và với nút xử lý dữ liệu trung tâm. Biểu thị các góc θ_{ij} , nút j đặt cửa sổ tranh chấp của nó với $c\theta_{ij}+cw_i$, cw_i là một số ngẫu nhiên, c là một hằng số (hằng số này có thể được lựa chọn theo yêu cầu độ trễ và mật độ của mạng), các nút với cửa sổ tranh chấp nhỏ nhất (góc nhỏ nhất) sẽ gửi một gói tin CTS và giao tiếp giữa các dữ liệu diễn ra, các thủ tục này được lặp lại cho tới một mức độ nào đó (mức tối thiểu cục bộ)

Định tuyến dựa trên góc và định tuyến mặc định thực hiện đến khi một gói tin đến được một nút gần nút trung tâm hơn so với nút mà bắt đầu được định tuyến dựa trên góc. Một đường đi mẫu dựa trên bài toán này được thể hiện trong hình 3.2,

XLM chuyển sang định tuyến góc hướng dựa trên chế độ trong đồng hồ clock-wise tại nút a



Hình 3.2 : Một mẫu đường đi trong định tuyến dựa trên góc

3.1.5 Điều khiển tắc nghẽn cục bộ trong XLM

XLM kết hợp thành phần hop-by-hop của một xuyên lớp để kiểm soát tắc nghẽn cục bộ, đó là một sáng kiến dựa trên phân tích chiếm chỗ bộ đệm, mục tiêu của thành phần này là kiểm soát tắc nghẽn cục bộ hop-by-hop, bằng cách khai thác các thông tin cục bộ trong việc thu nhận và tranh chấp. Nó cũng khai thác các biện pháp tin cậy được thực hiện bởi các chức năng truy cập kênh, do đó không đòi hỏi độ tin cậy của cơ chế end-to-end truyền thống.

Như đã đề cập ở mục 3.1, một nút cảm biến có hai nhiệm vụ trong WSN là nhiệm vụ nguồn và nhiệm vụ định tuyến. Theo đó, ở đây chúng ta xem xét hai nguồn của một lưu lượng truy cập như một đầu vào bộ đệm của một nút:

- **Các gói dữ liệu được tạo ra:** Các cảm biến đơn vị của một nút, có các giác quan sự kiện và tạo ra các gói dữ liệu được lan truyền qua các nút cảm biến, đối với một nút i , mức các gói tin tạo ra ký hiệu là λ_{ii} .

- **Các gói chuyển tiếp:** Ngoài các gói tin tạo ra như một phần của nhiệm vụ định tuyến, một nút cũng nhận được các gói tin từ các nút lân cận và sẽ chuyển tới

các nút trung tâm do bản chất đa chuyển tiếp của WSN. Nút i nhận được các gói tin chuyển tiếp từ nút j mức các gói tin này ký hiệu là λ_{ji}

Mức đầu vào cho các bộ đệm của nút i là sự kết hợp của mức đầu vào của hai loại gói tin trên. Chu kỳ nhiệm vụ được sử dụng, bộ đệm chiếm chỗ bộ nhớ của các nút. Do đó, nó có hai biện pháp kiểm soát tắc nghẽn chính là : Trong nhiệm vụ của định tuyến với sự tự do quyết định của các nút cảm biến, các gói tin chuyển tiếp dựa trên tải trọng hiện tại trên các nút. Trong nhiệm vụ nguồn, việc kiểm soát mức các gói dữ liệu được tạo ra.

Ở đây, đầu tiên chúng ta phân tích rằng buộc đối với mức chuyển tiếp các gói tin tổng mà một nút cảm có thể chứa để có được biện pháp kiểm soát tắc nghẽn cục bộ trong nhiệm vụ định tuyến. Điều này bị ràng buộc bởi λ_{relay}^{Th} , được sử dụng trong công thức (3. 1), mức các gói tin đầu vào của bộ đệm nút i ký hiệu là λ_i

$$\lambda_i = \lambda_{ii} + \lambda_{i,relay} = \lambda_{ii} + \sum_{j \in \mathcal{N}_i^{in}} \lambda_{ji} \quad (3.2)$$

Nơi \mathcal{N}_i^{in} là tập hợp các nút mà có nút i là nút kế tiếp và λ_{ji} là mức gói tin từ nút j ($j \in \mathcal{N}_i^{in}$) đến nút i . Hơn nữa mức đầu ra của nút i cho bởi công thức :

$$\mu_i = (1 + e_i)(\lambda_{ii} + \lambda_{i,relay}) \quad (3.3)$$

Trong đó, e_i là mức lỗi gói tin . Thời gian trung bình các nút i dành cho truyền nhận và lắng nghe, thời gian này được cho bởi các công thức sau:

$$T_{rx} = \lambda_{i,relay} T_{PKT} ,$$

$$T_{tx} = (1 + e_i)(\lambda_{ii} + \lambda_{i,relay}) T_{PKT} ,$$

$$T_{listen} = \delta - [(1 + e_i)\lambda_{ii} + (2 + e_i)\lambda_{i,relay}] T_{PKT} ,$$

Trong đó : T_{pkt} là thời gian trung bình cần thiết để truyền tải một gói tin tới nút khác, mức các gói tin tạo ra tại nút i là λ_{ii} , λ_{relay}^{Th} là tổng số mức chuyển tiếp

gói tin đầu vào của nút i . Để một nút có thể ngăn chặn tràn bộ đệm và duy trì chu kỳ nhiệm vụ của nó thì $T_{listen} \geq 0$. Do đó mức chuyển tiếp gói tin đầu vào

$\lambda_{i,relay}$:

$$\lambda_{i,relay} \leq \lambda_{i,relay}^{Th}, \quad (3.3)$$

Ngưỡng mức chuyển tiếp:

$$\lambda_{i,relay}^{Th} = \frac{\delta}{(2 + e_i)T_{PKT}} - \frac{1 + e_i}{2 + e_i} \lambda_{ii}. \quad (3.4)$$

Kết quả, XLM tích hợp một kiểm soát tắc nghẽn hop-by-hop dựa trên phân tích chiếm dụng bộ đệm. Các nút tham gia vào định tuyến các gói dữ liệu khi (3.3) thỏa mãn. Theo (3.4) ngưỡng mức chuyển tiếp tỷ lệ thuận với chu kỳ nhiệm vụ δ , điều này cho thấy dung lượng của mạng giảm thì δ cũng giảm. Tuy nhiên, δ thấp hơn sẽ mạng sẽ tiêu thụ năng lượng ít hơn, sự đánh đổi này cần được phân tích rõ hơn.

Hơn nữa, mức chuyển tiếp các gói tin đầu vào của các nút nguồn nên thấp hơn các nút chuyển tiếp, nó cung cấp một sự đồng nhất trong phân phối lưu lượng truy cập đến các nút cảm biến.

Bên cạnh việc kiểm soát tắc nghẽn cục bộ, các thành phần XLM kiểm soát tắc nghẽn cục bộ cũng có một biện pháp kiểm soát trong trường hợp mạng tắc nghẽn, bằng cách trực tiếp điều tiết lưu lượng truy cập và bơm vào mạng.

Trong cơ chế tranh chấp và thu nhận mô tả ở 3.3, nút i có thể không nhận được bất cứ gói tin CTS nào nhưng vẫn nhận được gói tin thay thế cho CTS (keep alive). Trong trường hợp này, nút i quyết định rằng có một tắc nghẽn trong mạng. Sau đó, nó sẽ giảm mức truyền dẫn, bằng cách giảm lưu lượng tạo ra bởi chính nó.

Nói cách khác, khi một nút bơm lưu lượng truy cập, được điều khiển dựa trên công thức (3.3), các hoạt động kiểm soát tắc nghẽn được thực hiện bằng cách kiểm soát mức các gói tin tạo ra (λ_{ii}) tại chính nút i .

Vì vậy, trong trường hợp tắc nghẽn, XLM làm giảm mức các gói tin tạo ra $\lambda_{ii} = \lambda_{ii} * 1/\mu$: μ được định nghĩa là mức truyền dẫn các yếu tố điều tiết. Nếu không có tắc nghẽn được phát hiện, các gói tin được phát dè dặt để không dẫn đến sự giao

động của lưu lượng truy cập cục bộ. Vì vậy, XLM tăng mức gói tin của nút tạo ra, mỗi khi nhận được một gói tin ACK.

$\lambda_{ii} = \lambda_{ii} + \alpha$. Ở đây chúng ta chọn $\mu=2$, tức là trong trường hợp tắc nghẽn mức sinh các gói tin giảm đi một nửa và $\alpha = \lambda_{ii0}/10$, λ_{ii0} là giá trị mức thiết lập ban đầu của các gói tin tạo ra trong nút i .

Ở đây cũng lưu ý rằng, XLM có một phương pháp kiểm soát khá bảo thủ. Điều này là do nó có hai chức năng để kiểm soát tắc nghẽn cho cả nguồn và định tuyến cho một nút cảm biến. Khi một nút quyết định tham gia vào chuyển tiếp dựa trên mức độ chiếm dụng bộ đệm của nó, nó đã thực hiện kiểm soát tắc nghẽn như một phần của cơ chế chuyển tiếp XLM. Kiểm soát tắc nghẽn cục bộ được áp dụng cụ thể cho các khu vực nhất định và có thể không áp dụng cho toàn bộ khu vực sự kiện. Các nút bên trong khu vực tắc nghẽn có thể bị giảm tốc độ truyền và độ tin cậy, nhưng các sự kiện chung vẫn có thể được đưa đến nút trung tâm từ các dữ liệu ở các nút khác.

Như vậy, việc khai thác các kiểm soát tắc nghẽn cục bộ có thể duy trì việc sử dụng mạng ở mức độ cao và cho độ tin cậy ở mức cục bộ.

Các giao thức hoạt động chung của XLM và thuật toán của nó được trình bày trong đoạn giả mã sau:

```

1 if has packet to send then
    // Source node i
2 Perform carrier sense and transmit RTS
3 if CTS received then
4 Transmit DATA
5 if ACK received then Increase  $\lambda_{ii}$ , update  $\lambda_{i,relay}$ 
6 else Retransmit RTS
7 else if Keep alive packet received then
8 Decrease  $\lambda_{ii}$ , update  $\lambda_{i,relay}$ 
9 Retransmit RTS
10 else
11 Switch to angle-based routing
12 Retransmit RTS
13 end
14 else if packet received then
    // Neighbor node j
15 switch packet type do
16 case RTS
17 Calculate  $\mathcal{I}$ 
18 if  $\mathcal{I}=1$  then Set backoff timer
19 else Set backoff for keep alive
20 case CTS
21 Reset backoff timers, switch to sleep
22 case DATA
23 if Destined for itself then
24 Transmit ACK, update  $\lambda_{j,relay}$ 
25 else Reset backoff timers, switch to sleep
26 case ACK
27 Reset backoff timers
28 end
29 end

```

Giải thích đoạn mã trên:

Dòng 1-13 là thuật toán cho nút nguồn i , trong đó có một gói tin để gửi. Lưu ý rằng nút i thực hiện một trong hai cách là truyền lại hoặc chuyển sang định tuyến góc dựa trên việc tiếp nhận một gói tin CTS, một gói tin thay thế CTS (dòng 3-10), các dòng 14-29 cho thấy hoạt động XLM cho nút j lân cận. Trong trường hợp nhận được gói tin RTS, sự “chủ động” được thiết lập dựa trên định tuyến góc như giải

thích trong phần 3.3, 3.4 và định tuyến mặc định (16-19). Tương tự nếu nút j nhận được gói tin CTS, dữ liệu, hoặc gói ACK thì đặt lại giờ. Cuối cùng các giá trị cho λ_{ij} , $\lambda_{i,relay}$ được xác định cho giao tiếp thành công hay không thành công theo công thức (3.4) (dòng 5, 8, 24).

3.1.6 Phân tích công suất XLM

XLM sử dụng một phân phối hoạt động chu kỳ nhiệm vụ như mô tả trong mục 3.1. Do đó việc lựa chọn các giá trị chu kỳ nhiệm vụ δ , là quan trọng trong XLM dựa trên các chi tiết cụ thể của hoạt động XLM, chúng ta xem xét những ảnh hưởng của chu kỳ nhiệm vụ trên hiệu suất mạng bằng cách phân tích sử dụng năng lượng tiêu thụ. Mục tiêu của những phân tích này là tìm ra những điểm tối ưu về chu kỳ nhiệm vụ.

Về mặt này, năng lượng tiêu thụ của cho một gói tin gửi đến nút trung tâm của một mạng là một hàm của khoảng cách giữa nút nguồn và nút trung tâm được khảo sát.

Ta có :

$$E_{flow}(D) = E_{per-hop} E[n_{hops}(D)] \quad (3.5)$$

Trong đó:

$E_{flow}(D)$: tổng năng lượng tiêu thụ từ một nút nguồn tới nút trung tâm với một khoảng cách D

$E_{per-hop}$: năng lượng tiêu thụ trung bình

$E[n_{hops}(D)]$: số bước nhảy dự kiến từ một nút nguồn tới nút trung tâm với khoảng cách D với

$$E[n_{hops}(D)] \simeq \frac{D - R_{inf}}{E[d_{next-hop}]} + 1 \quad (3.6)$$

Trong đó: $E[d_{next-hop}]$ là khoảng cách mong đợi giữa các bước nhảy, R_{inf} là phạm vi truyền dẫn gần đúng.

Năng lượng tiêu thụ cho một bước nhảy gồm ba thành phần cho bởi :

$$E_{per-hop} = E_{TX} + E_{RX} + E_{neigh} \quad (3.7)$$

Trong đó:

E_{TX} : Năng lượng tiêu thụ bởi các nút truyền các gói tin

E_{RX} : Năng lượng tiêu thụ bởi các nút nhận các gói tin

E_{neigh} : Năng lượng tiêu thụ bởi các nút lân cận

Để truyền thành công các gói tin, cần hoàn thành bốn cái bắt tay. Giả sử khoảng cách giữa các nút truyền và nhận các gói tin là $d_h = E[d_{next-hop}]$ và xác suất mà dữ liệu và gói tin điều khiển nhận được thành công ở khoảng cách này là $p_s^D(d_h)$ và $p_s^C(d_h)$ (chú ý : giả sử chiều dài của RTS, CTS và các gói tin ACK là như nhau)

Khi một nút truyền gửi một gói tin RTS, nó được nhận bởi nút nhận với xác suất là $p_s^D(d_h)$ và nút trả lời với một gói tin CTS. Nếu các gói tin CTS được nhận nó sẽ có xác suất là $p_s^C(d_h)$, nút phát gửi một gói dữ liệu và giao tiếp được thực hiện với một gói tin ACK. Trong mọi trường hợp đều thất bại, các nút lại bắt đầu truyền lại. Vì vậy , năng lượng tiêu thụ dự kiến của các nút truyền là E_{TX}

$$E_{TX} = \frac{K}{(p_s^C)^3 p_s^D} , \quad (3.8)$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} K = & E_{sense} + (p_s^C)^2 [E_{tx}^R + E_{wait}^C + E_{rx}^C] \\ & + \left(1 - (p_s^C)^2\right) E_{t/o}^C + (p_s^C)^3 p_s^D [E_{tx}^D + E_{rx}^A] \\ & + (p_s^C)^2 (1 - p_s^C p_s^D) E_{t/o}^A \end{aligned}$$

Với E_{sence} : Năng lượng tiêu thụ của cảm biến khu vực , E_{tx}^x và E_{rx}^x : Năng lượng truyền tải và tiếp nhận các gói tin. Các ký hiệu viết tắt R (RTS), C (CTS), D (DATA), A (ACK).

E_{CTS} : Năng lượng cho chờ đợi nhận một gói CTS

$E_{t/o}$: Năng lượng tiêu thụ trước khi lần ra các nút truyền

E_{wait}^C và $E_{t/o}^C$ là các điều khoản phụ thuộc duy nhất vào hệ thống, E_{wait}^C của các nút được thảo luận tiếp theo.

Theo 3.3 mỗi nút trong khu vực ưu tiên A_i , đợi cho $CW_i/2$ trong khe ưu tiên của nó cũng như khe ưu tiên trước đó

$P\{N_i = j, \text{ s.t. } j \in A_k\}$, năng lượng chờ đợi trung bình cho các nút kế tiếp được cho bởi công thức sau:

$$E_{wait}^C = e_{rx} \left\{ \sum_{i=1}^{N_P} \left[\sum_{k=1}^{i-1} CW_k + \frac{CW_i}{2} \right] P_i \right\} \quad (3.9)$$

$$P_k = \left(1 - p_{[A(\gamma_{k-1}), \xi_{Th}]} \right) p_{[A(\gamma_k), \xi_{Th}]} \quad (3.10)$$

$p_{[A(\gamma_k), \xi_{Th}]} = 1 - p_k$, p_k , e_{rx} là năng lượng tiêu thụ cho tiếp nhận và γ_k là khoảng cách tối đa từ nút trung tâm đến các nút trong vùng A_k

Năng lượng tiêu thụ của một nút nhận có thể được tính như sau:

$$E_{RX} = \frac{1}{(p_s^C)^3 p_s^D} \{ E_{rx}^R + E_{wait}^C + E_{tx}^C + E_{rx}^D + E_{rx}^A \} \quad (3.11)$$

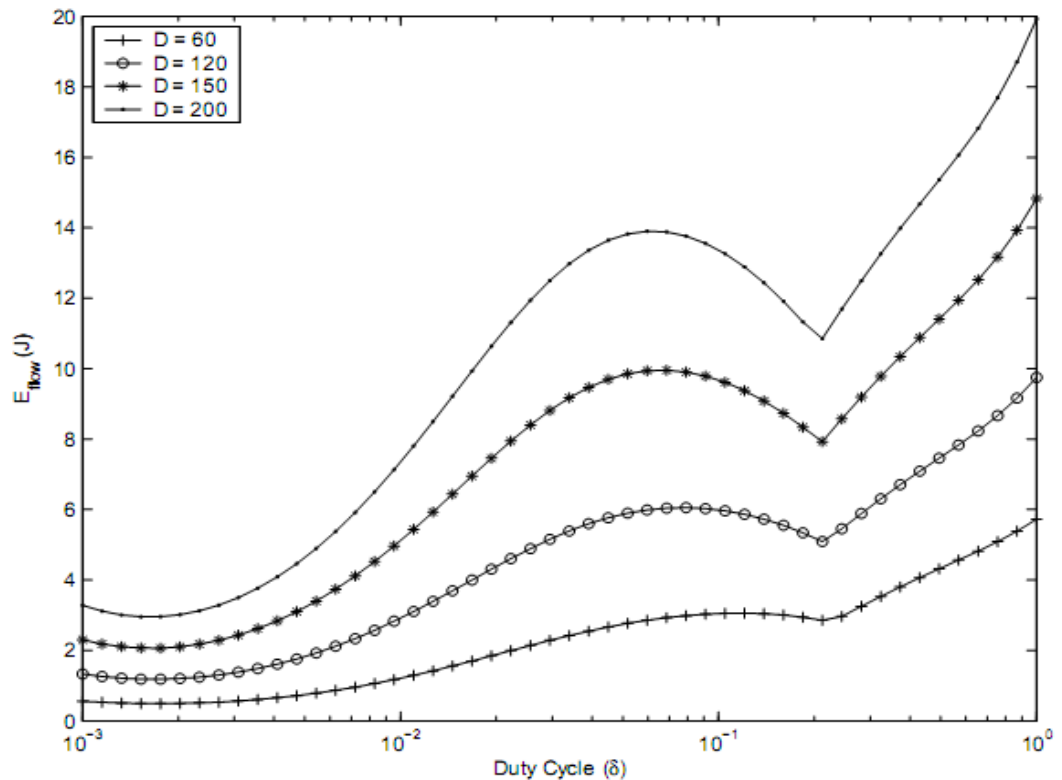
$$E_{Neigh} = \frac{1}{(p_s^C)^2 p_s^D} \left\{ \rho \delta (\pi R_{inf}^2 - 2) p_s^C E_{rx}^R + (\rho \delta A(D, R_{inf}, D) - 2) \right. \\ \left. \times \left(E_{wait}^C + E_{rx}^C + \frac{E_{rx}^D}{2} \right) \right\}. \quad (3.12)$$

Xác suất một gói tin nhận được cho bởi

$$p_s = \left(1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\xi}{1.28}} \right)^{16l} \quad (3.13)$$

Trong đó, ξ là giá trị của SNR, và l là chiều dài gói tin với l_C, l_D tương ứng cho p_s^C và p_s^D

Sử dụng các công thức (3.6), (3.7), (3.10), (3.11) năng lượng tiêu thụ tổng thể của một luồng được xác định.



Hình 3.3 : Năng lượng tiêu thụ trung bình cho các khoảng cách D khác nhau so với chu kỳ nhiệm vụ

3.2 Đánh giá thực hiện

Để có cái nhìn sâu sắc hơn về các hoạt động giao thức, trước tiên chúng ta điều tra tác động của các thông số và hiệu suất mạng tổng thể của giao thức XLM. Sau đó, chúng tôi trình bày một nghiên cứu so sánh giữa XLM và năm bộ giao thức khác.

Trước hết, chúng tôi trình bày một mô phỏng cho một cấu trúc liên kết cảm biến 300 nút ngẫu nhiên trong $100 \times 100 \text{ m}^2$, tọa độ nút trung tâm (80,80) các thông số mô phỏng cho các nút cảm biến và bộ giao thức được đưa ra trong bảng 3.1

Parameter	Value	Parameter	Value
Re-tx. Limit	7	P_t	5 dBm
μ	2	$PL(d_0)$	55 dB
α	$\lambda_{ii_0}/10$	P_n	-105 dBm
Buffer Length	30	n	3
$l_{control}$	20 bytes	σ	3.8
l_{data}	100 bytes	$T_{coherence}$	16 ms
Frame Length	5s	E_{rx}	13.5 mW
Energy Threshold	100 μJ	E_{tx}	24.75 mW
ξ_{Th}	10 dB	E_{sleep}	15 μW
T_{sss}	5s		

Bảng các thông số mô phỏng

Trong mỗi mô phỏng, một sự kiện xảy ra trong một khu vực sự kiện tại tọa độ (20,20) với bán kính 20 m, mỗi mô phỏng cho các giá trị chu kỳ nhiệm vụ $\delta \in [0.1,1]$.

Trước hết chúng ta đưa ra các khái niệm cơ bản sau đây:

- Thông lượng là số trung bình các bit/s mà các nút sink nhận được trong các mô phỏng. Trong tính toán này các gói tin được quan tâm đặc biệt, khi nhiều bản của một gói tin có thể nhận được ở nút sink do bản chất phát sóng ở một số giao thức hoặc do truyền lại.

- Độ tin cậy là tỷ số giữa tổng số các gói tin nhận được ở nút trung tâm trên tổng số các gói tin tạo ra bởi tất cả các nút nguồn. Kết quả, độ tin cậy truyền thông tổng thể được xác định.

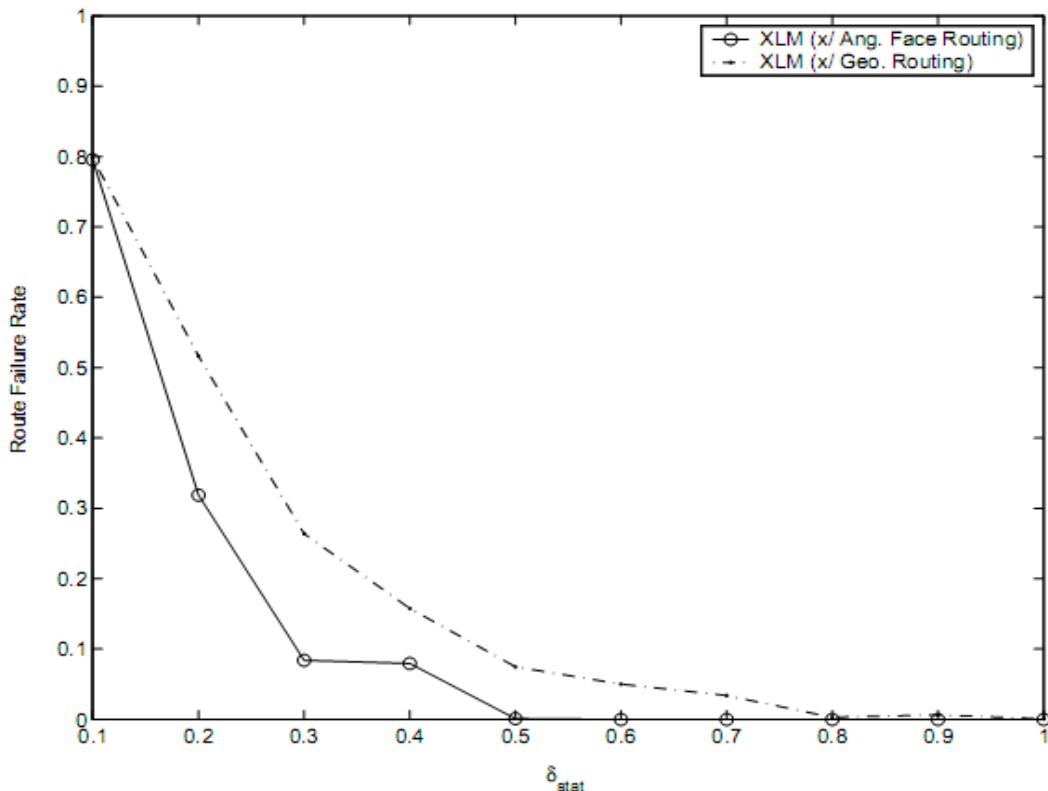
- Năng lượng hiệu quả là thước đo quan trọng nhất trong WSN, trong mô phỏng của chúng tôi, xem xét việc tiêu thụ năng lượng trung bình cho mỗi nút chuyển tiếp và gói tin duy nhất nhận được tại nút trung tâm.

- Số hops là số trung bình mỗi gói tin đi qua để nó đến được với nút trung tâm, số liệu này dùng để đánh giá hiệu suất định tuyến của mỗi bộ ứng dụng.

- Độ trễ là thời gian trung bình giữa thời gian một gói tin được tạo ra ở nút nguồn với thời gian nó được nhận ở nút trung tâm, sự chậm trễ này là do sự đợi chờ hàng đợi và sự trì hoãn tranh chấp của các nút cũng như hoạt động giao thức cụ thể.

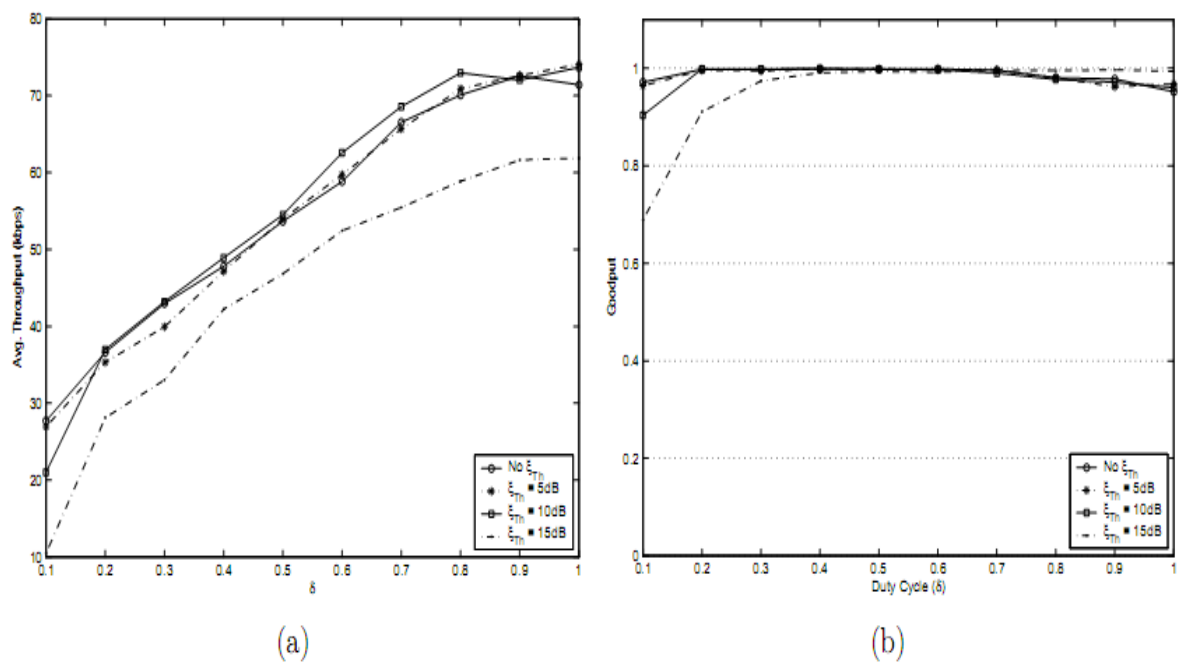
3.2.1 Tham số XLM

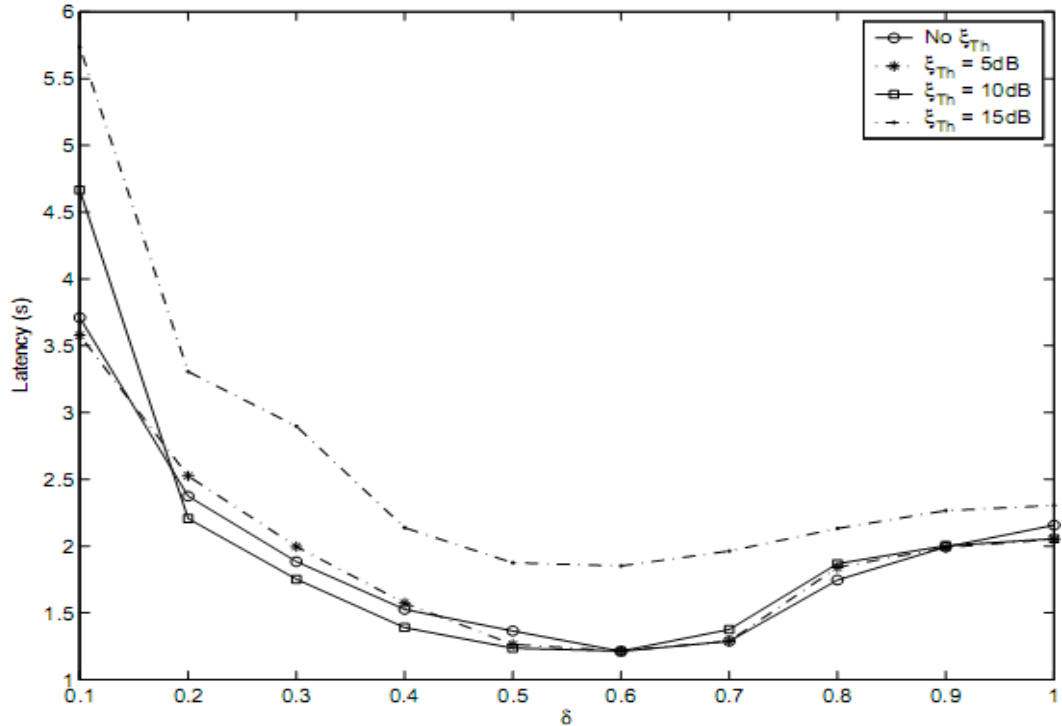
Các tham số có ảnh hưởng đến hoạt động XLM là định tuyến dựa trên góc, ngưỡng của SNR (ξ_{Th}), giá trị chu kỳ nhiệm vụ (δ). Chúng ta trình bày những ảnh hưởng của những tham số kể trên ngay trong phần này. Hiệu quả của định tuyến góc được thể hiện trong hình 3.4



Hình 3.4 Đường đánh giá cho XLM với định tuyến góc và định tuyến đồ thị địa lý mặc định

Trong những thí nghiệm này, tỷ lệ thất bại định tuyến là tỷ số của số đường đi không thành giữa các nút lưới và số lượng tất cả các đường đi có thể có trong mạng. Kết quả cho thấy thất bại định tuyến tăng lên khi chu kỳ nhiệm vụ δ giảm xuống. Tuy nhiên định tuyến dựa trên góc giới hạn thất bại lộ trình nhỏ hơn 10%, đối với $\delta_{\text{stat}} > 0.2$, nó sẽ làm giảm tỷ lệ thất bại xuống 70%. Lưu ý tỉ lệ thất bại của XLM với định tuyến góc cũng tăng lên khi δ tiếp tục giảm, nếu mạng trở nên phân vùng.





(c)

Hình 3.5 (a) Thông lượng trung bình; (b) Độ tin cậy trung bình; (c) Độ trễ trung bình so với các giá trị khác nhau của chu kỳ nhiệm vụ

Trong hình 3.5 (a) thông lượng tổng được hiển thị, trục x cho thấy các giá trị của chu kỳ nhiệm vụ δ , thông lượng được hiển thị cho các ngưỡng ξ_{Th} khác nhau. Tại $No \xi_{Th}$ là trường hợp trong công thức (3.10). Nói cách khác, các nút tham gia tranh chấp trong định tuyến, không phân biệt giá trị SNR nhận được. Trong các trường hợp khác của hình 3.5 (a) việc tăng ngưỡng SNR ξ_{Th} cải thiện thông lượng đến một giá trị nhất định nào đó, trên giá trị này thì thông lượng mạng lại giảm đi điều này nói lên hoạt động của XLM là bảo thủ và điều đó làm cho hiệu suất của mạng có thể bị suy thoái.

Trong hình 3.5 (b), có thể thấy độ tin cậy XLM cung cấp lớn hơn 95% khi $\delta > 0.1$ và $\xi_{Th} \leq 10dB$. Tại $\delta = 0.1$ chỉ có 10% các nút mạng đang hoạt động tại một thời điểm nhất định. Hơn nữa, $\xi_{Th} = 15dB$, độ tin cậy giảm xuống còn 0.7.

Trong hình 3.5(c), độ trễ end-to-end được thể hiện. Cho thấy rằng, tăng ngưỡng SNR ξ_{Th} , sẽ cải thiện hiệu suất của mạng đến một giá trị nhất định. $\xi_{Th} = 10dB$ cho độ trễ thấp nhất và chúng ta sử dụng giá trị này cho những đánh giá ở phần sau.

3.2.2 Các đánh giá so sánh

Trong phần này chúng ta so sánh hiệu suất XLM với 5 giao thức kiến trúc khác.

3.2.2.1 Các cấu hình giao thức

Flooding: Cấu hình này cung cấp một cơ sở cho các cấu hình khác, trong trường hợp này, mỗi nút phát sóng gói chương trình của nó và các nút gần nút sink phát lại gói này cho tới khi nó đến nút sink. Tại lớp MAC, giao thức CSMA (đa truy cập theo sóng mang) đơn giản được sử dụng. Tại lớp giao vận, các gói tin được bơm vào ở một mức độ không đổi. Kết quả là nút sink nhận được các gói dữ liệu, không kể các gói dữ liệu trùng lặp.

[GEO] : Định tuyến địa lý + CC-MAC+ESRT: Cấu hình giao thức này bao gồm ESRT, định tuyến địa lý và CC-MAC ở các lớp giao vận, định tuyến, MAC tương ứng. Giao thức CC-MAC được thực hiện bằng cách sử dụng $r_{corr} = 7m$, $T_{sss}=5s$. Trong các giao thức định tuyến 20% các nút xa nhất của phạm vi phát sóng được đưa vào danh sách đen và nút gần nhất tiếp theo nút sink được chọn làm bước kế tiếp.

[PRR] : Dựa trên định tuyến địa lý PRR + CC-MAC+ ESRT : Cấu hình giao thức tương tự như GEO + Các thuật toán định tuyến. Trong cấu hình này, các quyết định định tuyến dựa trên chất lượng kênh của mỗi nút với các nút gần nó, chất lượng kênh được đo theo mức tiếp nhận gói tin (PRR), các nút nhằm tối đa hóa PRR, các kết quả tốt được chọn để thực hiện bước kế tiếp.

[PRR-SMAC]: Dựa trên định tuyến địa lý PRR + SMAC+ ESRT: Cấu hình giao thức tương tự như PRR với sự thay thế lớp MAC bằng giao thức SMAC. Trong cấu hình này, các chu kỳ nhiệm vụ được đề xuất thay vì các hoạt động phân phối chu kỳ nhiệm vụ.

[DD-RMST]: Điều khiển khuếch tán + RMST: Trường hợp này bao gồm RMST, điều khiển khuếch tán, một chương trình CSMA đơn giản. Giao thức RMST thực hiện cho hop-by-hop và phục hồi bộ nhớ đệm, không có ARQ được sử dụng tại lớp liên kết như trình bày trong [70] . DD- RMST được sử dụng trong đánh giá so sánh mà không có hoạt động chu kỳ nhiệm vụ. Tức là , $\delta = 1$

XLM: Đề xuất mô-đun xuyên lớp (XLM) nó được thực hiện như mô tả ở phần 3, với ngưỡng SNR là $\xi_{Th} = 10dB$.

Cách tiếp cận dựa trên tiếp nhận làm việc trong XLM không đặt yêu cầu cho một giao tiếp rõ ràng, điều này tạo ra chi phí lớn khi sử dụng các bộ thức lớp. Hơn nữa từ khi chu kỳ nhiệm vụ được triển khai trong các giải pháp xuyên lớp, mỗi nút

xung quanh một nút đang xét không phải lúc nào cũng hoạt động. Do đó, để cho các giao thức hoạt động cùng nhau đã có một số sửa đổi sau:

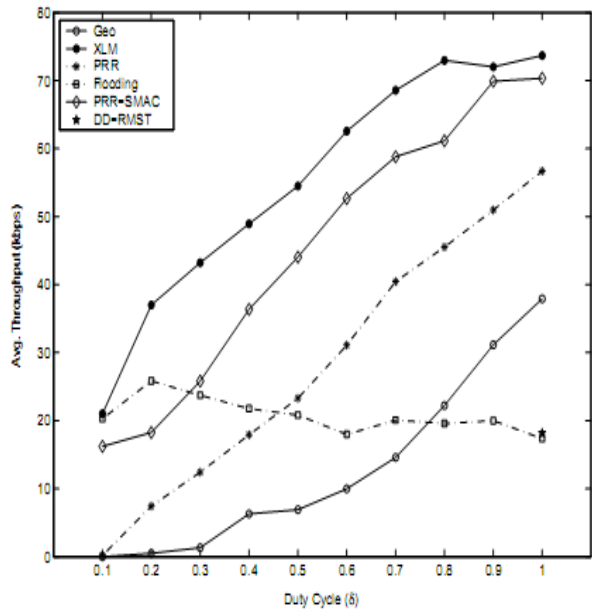
Theo đó, GEO, PRR, PRR-SMAC mỗi nút phát sóng một đèn tín hiệu chỉ ra vị trí của nó và thời gian ngủ còn lại để ngủ. Đèn tín hiệu này được gửi tại mỗi khung ngủ. Mỗi nút xung quanh nút đang xét tiếp nhận đèn tín hiệu này, xác định thời gian hoạt động của các nút, thời gian này được quy định trong đèn tín hiệu, trong trường hợp PRR, PRR-SMAC, đèn tín hiệu được sử dụng như là một chỉ số chất lượng kênh.

Để tối ưu hóa hiệu suất mạng, trong GEO và PRR, có các cảnh báo piggybacked khi có một gói tin trong hàng đợi. Trong PRR-SMAC, một xuyên lớp pairwise (một cặp lớp khả thi nhất cho việc thực hiện xuyên lớp) được sử dụng và một cảnh báo định tuyến được gửi đi với gói tin SYNC. Tương tự như vậy, các gói SYNC là piggybacked nếu có một gói tin trong hàng đợi

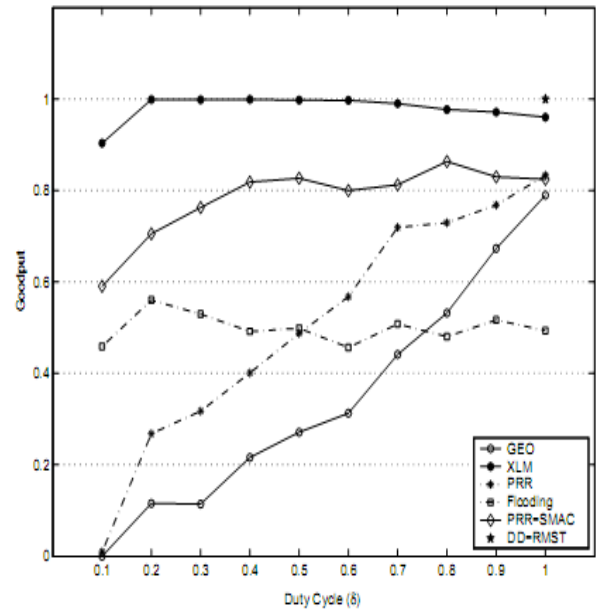
Ở đây, DD-RMST chỉ được sử dụng cho các hoạt động mà không có chu kỳ nhiệm vụ. Tức là, $\delta = 1$. Do đó cấu hình DD-RMTS được tính toán với $\delta = 1$.

Tiếp theo, kết quả hoạt động với chu kỳ nhiệm vụ δ từ 0.1-1 trình bày trong mục 3.2.2.2

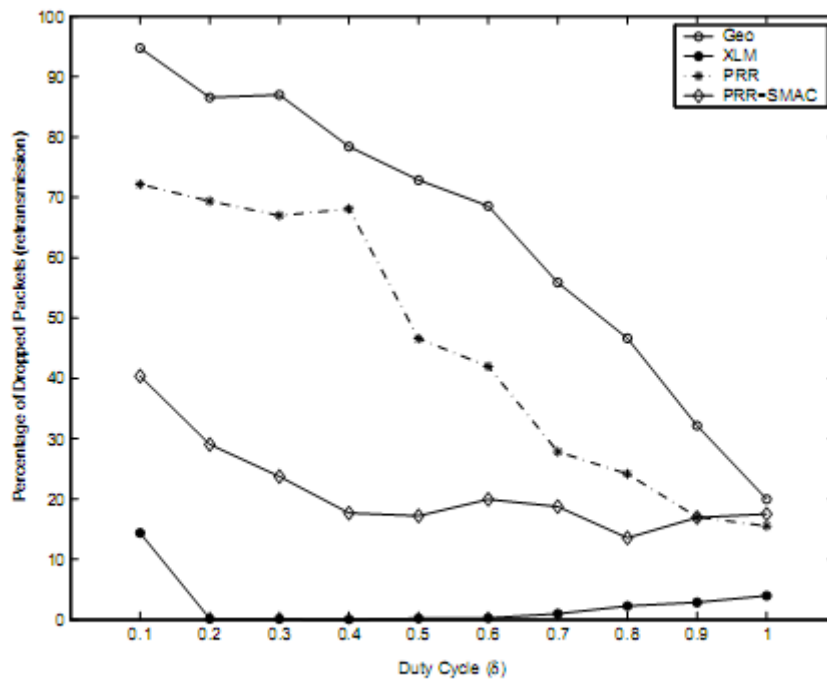
3.2.2.2 Các kết quả so sánh



(a)



(b)



(c)

Hình 3.6: (a) Năng lượng tiêu thụ trung bình trong mỗi gói.(b) Số hop trung bình .(c) Độ trễ trung bình so với chu kỳ nhiệm vụ cho các bộ giao thức và XLM

Trong hình 3.6 (a) là những so sánh thông lượng XLM và các bộ giao thức khác, thông lượng của nó đạt được cao hơn giao thức còn lại, điều này cho thấy lợi thế rõ ràng của XLM. Trong các bộ giao thức khác XLM, việc khai thác thông tin xuyên lớp không hiệu quả. Ví dụ, PRR và PRR-MAC, lựa chọn đường đi chỉ dựa vào thông tin vị trí và chất lượng liên kết, trong khi mức độ tắc nghẽn của một nút cụ thể không được xem xét, đây là một kết quả quan trọng trong so sánh giữa XLM và PRR-SMAC.

GEO và PRR sử dụng CC-MAC tại lớp MAC. Ở đây, CC-MAC sử dụng một số nhỏ các nút gửi thông tin tại một khu vực sự kiện, các nút này đại diện cho tất cả các nút tại khu vực đó. XLM khai thác khai thác khoảng trống trong không gian tương quan của môi trường truy cập. Tuy nhiên, SMAC không khai thác điều này mà tất cả các nút bên trong một khu vực sự kiện sẽ gửi thông tin tới nút trung tâm.

Giá trị thông lượng PRR-SMAC cao hơn so với GEO, PRR. Tuy nhiên, XLM vẫn còn tốt hơn về thông lượng tổng cho dù số nút gửi thông tin ít hơn, điều này cho thấy độ phân giải cao hơn khi các nút gửi dữ liệu ở mức cao hơn tại nút sink, dung lượng mạng được khai thác hiệu quả hơn.

Lưu ý các thông số đạt được của DD-RMST thấp hơn đáng kể so với XLM, PRR, GEO, Flooding điều này là do 2 lí do sau:

Thứ nhất, nó cần phải tạo ra lưu lượng bổ xung cho việc khôi phục các gói dữ liệu bị mất, điều này làm tăng cả lưu lượng bổ xung cho cả các tranh chấp trong các kênh không dây dẫn đến giảm công suất mạng.

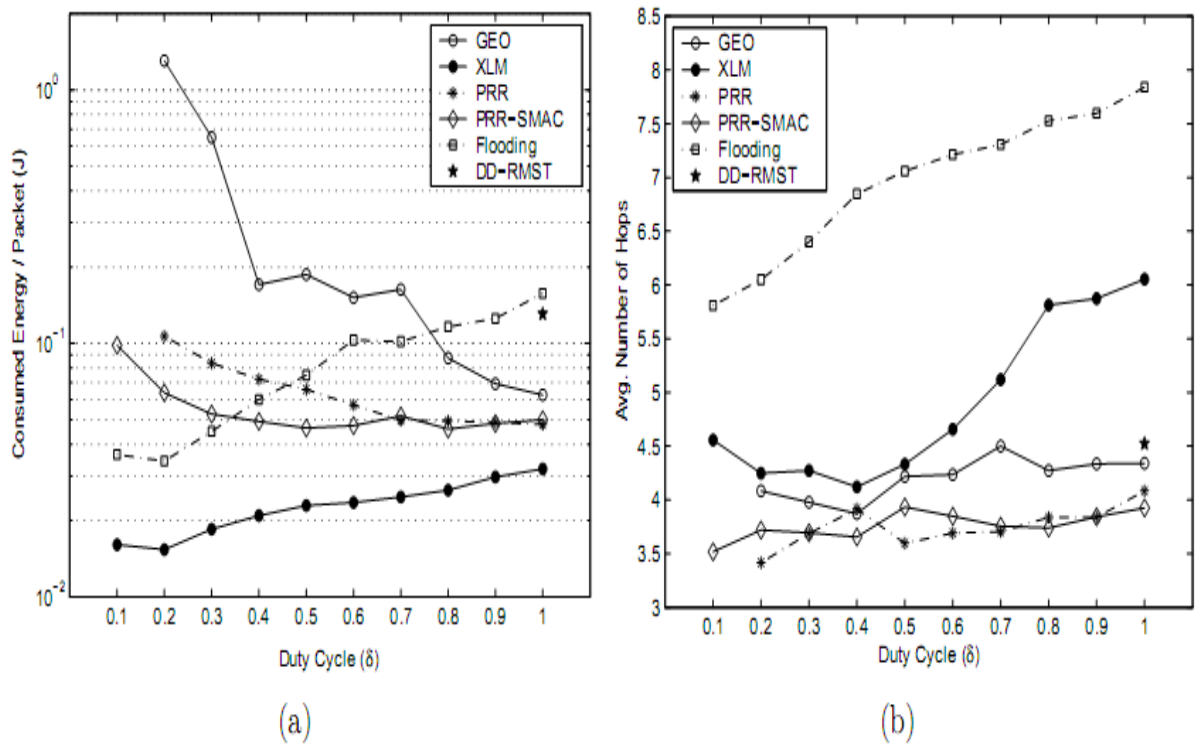
Thứ hai, thông lượng giảm là do các gói hướng dẫn điều khiển khuếch tán, đặc biệt sự quan tâm thăm dò các gói tạo ra một lưu lượng đáng kể.

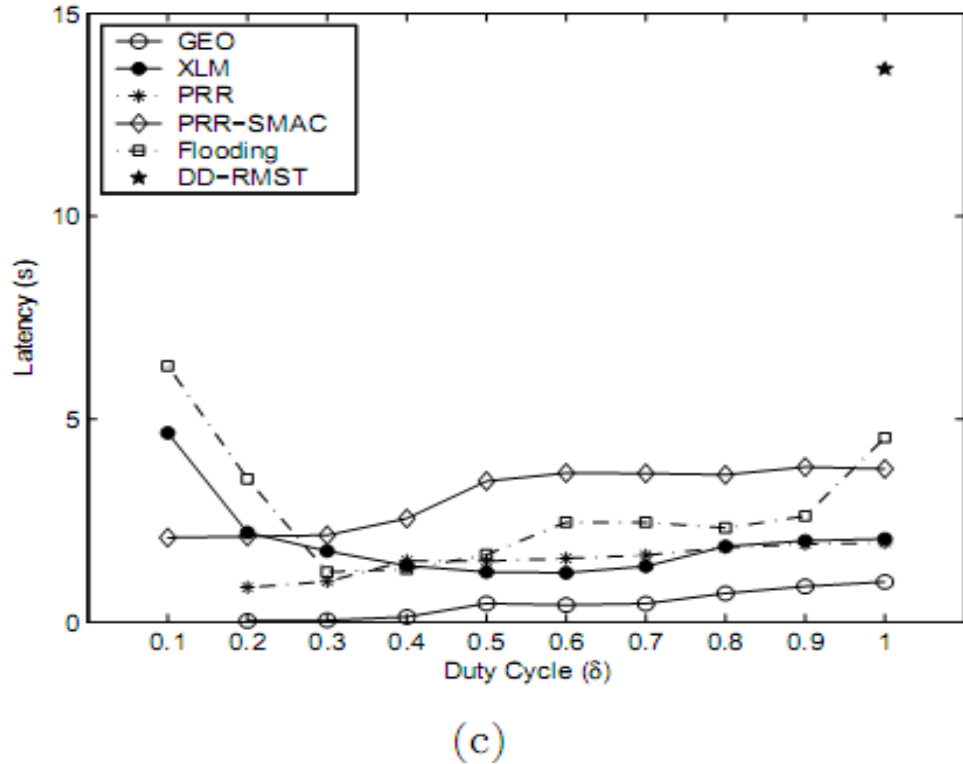
Độ tin cậy của các bộ giao thức truyền thông được thể hiện trong hình 3.6 (b) . Không phân biệt giá trị chu kỳ nhiệm vụ δ , XLM cung cấp độ tin cậy rất cao so với các mô hình giao tiếp xuyên lớp khác. Nó có tính thích nghi với các cấu trúc liên kết mạng, nó cho hiệu suất cao ngay cả khi chu kỳ nhiệm vụ ở mức thấp. Cùng với thông lượng cao trong hình 3.6 (a), XLM còn cho phép giao tiếp hiệu quả cao. DD-RMST cung cấp độ tin cậy 100% , trong khi XLM là 96% cho các hoạt động không có chu kỳ nhiệm vụ, khi $\delta = 1$. Mục tiêu đầu tiên của XLM là ngăn chặn lỗi bằng cách xây dựng các liên kết phi tắc nghẽn, đường dẫn chất lượng cao và sau đó

đảm bảo độ tin cậy cao bằng kỹ thuật ARQ hop-by-hop. Cách tiếp cận này cho độ tin cậy tương đương với RMST nhưng với chi phí thấp hơn đáng kể như phân tích ở phần tiếp theo.

Sự giảm độ tin cậy đối với các bộ giao thức lớp ở trên chủ yếu là do số lượng đáng kể các gói tạm ngừng truyền lại, nó được thể hiện ở hình 3.6 (c). Điều này cho thấy các nút không thể tìm thấy ý định ở bước tiếp theo của chúng do hoặc là chất lượng kênh kém hoặc do các nút chuyển sang trạng thái ngủ trước khi nhận bất kỳ một gói tin nào, điều này càng tồi tệ hơn khi chu kỳ nhiệm vụ của các nút ở mức thấp.

Trong hình 3.7 (a), mức tiêu thụ năng lượng trung bình trên mỗi gói tin được hiển thị. Tại đây, giá trị cho GEO và PRR tại $\delta = 0.1$ không được hiển thị vì không có gói tin hiển thị ở nút trung tâm. Có thể nói rằng XLM tiêu thụ năng lượng ít hơn đáng kể cho mỗi gói tin và do đó hiệu quả năng lượng là rất cao, khi so sánh với các bộ giao thức khác.





Hình 3.7 (a) Năng lượng tiêu thụ trung bình trên mỗi gói tin. (b) Số hop trung bình. (c) Độ trễ trung bình so với chu kỳ nhiệm vụ trong các bộ giao thức.

Sự khác biệt này, chủ yếu là vì những phát sóng định kỳ của các gói đèn hiệu trong GEO và PRR và các gói SYNC trong PRR-SMAC. Hơn nữa một mức thời gian đáng kể dành cho truyền lại như hình 3.6 (c), chỉ ra sự lãng phí năng lượng đáng kể cho các gói dữ liệu khi không thể chuyển chúng đến nút xử lý trung tâm. Từ khi MAC và lớp mạng hoạt động độc lập, không thể tìm được các nút được lựa chọn bởi lớp định tuyến dẫn đến việc tiêu tốn đáng kể năng lượng.

Một kết quả là hiệu quả năng lượng của DD- RMTS thấp, mặc dù cấu hình này cho độ tin cậy 100% như trong hình 3.6 (b). Nguyên nhân là do các chức năng của cấu trúc lớp : định tuyến, giao vận, MAC không ăn khớp với nhau. Như đã giải thích, lớp định tuyến gánh chịu đáng kể chi phí duy trì đường dẫn end-to-end giữa các nguồn và điểm đến. Ngược lại, XLM sử dụng một kỹ thuật định tuyến thích nghi nên nó cung cấp đường đi cho hiệu quả năng lượng cao. Quan sát trên hình 3.7 (a) năng lượng tiêu thụ cho mỗi gói tin trong XLM là tối thiểu tại $\delta = 0.2$, điều này phù hợp với các phân tích toán học trong mục 3.6. Chúng ta nhận thấy $\delta = 0.2$ cung cấp hiệu suất năng lượng cao trong hoạt động của XLM.

Mặt khác, những lợi thế của việc sử dụng một lớp định tuyến riêng biệt trong bộ giao thức lớp, có thể thấy được ở hình 3.7 (b), số lượng trung bình các hop được thể hiện trên hình. Kết quả, với DD-RMST cần số bước nhảy ít nhất để đưa gói tin tới nút trung tâm so với các giao thức còn lại, điều này là do trong thuật toán định tuyến của bộ giao thức lớp thực hiện được việc tìm số nhỏ nhất của bước nhảy. Tuy nhiên, xét trong hiệu suất tổng thể của XLM cho thấy, hiệu năng lớp định tuyến một mình không thể tạo ra một giao tiếp hiệu quả trong WSN.

Nói cách khác, trong khi số lượng nhỏ hơn các bước nhảy có vẻ tối ưu về mặt định tuyến, nhưng các hiệu ứng khác như: chất lượng liên kết, mức độ tranh chấp, mức độ tắc nghẽn, và tiêu thụ năng lượng tổng thể đòi hỏi một cách tiếp cận xuyên lớp trong việc lựa chọn đường đi để có được một hiệu quả tổng thể cho mạng WSN.

Trong hình 3.7 (c), XLM có độ trễ end-to-end so sánh với PRR. GEO cho độ trễ nhỏ hơn khi sử dụng định tuyến dựa trên vị trí địa lý. Mặt khác, PRR-SMAC cho độ trễ cao hơn do lịch trình của các nhóm nút. Hình 3.7 (c) cũng cho thấy rõ ràng, DD-RMST không có sự cân bằng giữa độ tin cậy và độ trễ (cấu hình này cho độ trễ cao hơn cấu hình khác).

Các độ trễ trong end-to-end cho Flooding cao hơn đáng kể ứng với các trường hợp $\delta = 0.2$, $\delta = 1$. Khi tất cả các nút đang hoạt động, gây ra tại Flooding số lượng tranh chấp và ùn tắc lớn, dẫn đến thời gian chiếm dụng bộ nhớ đệm cao hơn. Mặt khác khi chu kỳ nhiệm vụ ngắn, làm một nút nhận được một gói tin thì nó đã hết thời gian cho một chu kỳ nhiệm vụ của mình, điều này làm tăng độ trễ end-to-end.

Tương tự, độ trễ end-to-end của XLM tăng khi δ giảm, điều này là hiển nhiên. Từ hình 3.6 (c), với $\delta = 0.1$, 14% số gói truyền được giảm do thời gian chờ tái phát sóng. Do thực tế, các nút gửi không thể tìm thấy bất cứ nút lân cận nào đáp ứng các hạn chế trong công thức (3.10) tại mục 3, kết quả là độ trễ tăng do truyền lại.

3.2.2.3 Độ phức tạp của triển khai XLM

Việc thực hiện các mô-đun XLM. Trong đó, việc thực hiện các thiết kế xuyên lớp được chú ý, chúng ta so sánh chất lượng của các thiết kế xuyên lớp và các thiết kế giao thức kiến trúc lớp truyền thống.

Trong kiến trúc truyền thống, mỗi lớp có ranh giới rõ ràng. Cấu trúc nhiều lớp dẫn đến sự chậm trễ trong tính toán khi phải xử lý các gói tin một cách tuần tự. Ví dụ, trong Tiny OS, mỗi lớp phải đợi cho các lớp thấp hơn xử lý các gói tin từ bộ đệm duy nhất cho một gói tin trong tất cả các lớp. XLM, trộn các chức năng của

các lớp giao vận, định tuyến, MAC thành một mô-đun giao tiếp thống nhất, thực hiện xuyên lớp bằng cách xem xét mối liên hệ với lớp vật lý và các hiệu ứng kênh, như trong đoạn giả mã ở phần 3.5. Vì vậy, các chức năng được thực hiện cho hiệu quả toàn diện và có tính hệ thống.

Như đã giải thích ở phần 3, XLM không yêu cầu bất cứ một bảng hoặc một không gian bộ đệm nào cho chức năng của lớp định tuyến và lớp giao vận. Định tuyến được thực hiện dựa trên các tiếp nhận chủ động mà không cần một bảng định tuyến tại mỗi nút. Như trong đoạn mã phần 3.5, việc thực hiện XLM là đơn giản và nhỏ gọn. Nhưng với PRR-SMAC, cụ thể là SMAC, nó duy trì bảng lịch trình cho mỗi nút chuyển tiếp để cung cấp đồng bộ hóa chu kỳ giấc ngủ.

Tương tự, trong DD-RMST, ở lớp định tuyến mỗi nút phải thực hiện việc củng cố, chữa bảng lịch trình cho mỗi nguồn đến, chỉ ra bước kế tiếp trong đường đi được thêm vào. Trong trường hợp, một nút là nút nguồn, nó sẽ theo dõi những nút xung quanh, trong đó có đường dẫn đến nút trung tâm bằng một tin nhắn thăm dò. Tại lớp giao vận, RMST yêu cầu một ngăn xếp riêng biệt để làm chỗ cất dấu dữ liệu cục bộ, giúp hỗ trợ việc phục hồi các dữ liệu bị mất ở tất cả các bước nhảy.

Những yêu cầu hoạt động của một trong những giao thức lớp ngăn xếp hoặc giao thức cấu trúc nội bộ tại mỗi lớp, nơi chiếm bộ nhớ để dùng cho giao tiếp trong các nút cảm biến là thêm không gian trong ngăn xếp giao tiếp, để có thể phát triển các ứng dụng mới cho mạng WSN. Mặt khác sử dụng tận trọng không gian mã và thực hiện các chức năng giao tiếp lớp do XLM cung cấp sẽ cho một hiệu quả cao trong WSN.

KẾT LUẬN

Mạng cảm nhận không dây là một hệ thống có nhiều ứng dụng trong thực tế. Tuy nhiên ở nước ta kỹ thuật này chưa được ứng dụng rộng rãi và nó còn là một vấn đề khá mới mẻ với nhiều người. Vì vậy trong đề án này em xin trình bày tổng quan về mạng cảm nhận, đồng thời giới thiệu một kỹ thuật mới tối ưu cho nó là kỹ thuật xuyên lớp. Em hy vọng sẽ giới thiệu cho mọi người hiểu thêm về mạng cảm nhận không dây cùng các kỹ thuật xuyên lớp.

Trong phạm vi của đề án này, trước hết giới thiệu về mạng cảm biến không dây (WSN). Tiếp theo, giới thiệu về kỹ thuật xuyên lớp, đó là các kỹ thuật cải tiến giúp tăng tuổi thọ của mạng cũng như việc tối ưu năng lượng sử dụng, tăng thông lượng mạng và độ tin cậy mạng WSN. Cuối cùng, đề án này đưa ra một mô-đun xuyên lớp (XLM) tối ưu cho WSN. Do kỹ thuật xuyên lớp còn là một vấn đề đang được xem xét nghiên cứu trên thế giới, em chỉ giới thiệu được lý thuyết, thực nghiệm đối với vấn đề này là rất khó do các phần mềm hiện có chưa đáp ứng được. Đề án của em còn rất nhiều hạn chế, hơn nữa thời gian nghiên cứu ngắn, nên em rất mong nhận được sự phê bình, của các thầy cô để đề án của em được hoàn thiện hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] C. S. Raghavendra, Krishna M. Sivalingam and Taieb Znati, “Wireless Sensor Networks”, Kluwer Academic Publishers, 2004.

[2] Liang Song, “Cross Layer Design in Wireless Sensor Networks”, Phd Thesis, De-partment of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto, p.2, 2006.

[3] “ The State of the Art in Cross-Layer Design for Wireless Sensor Networks ” Tommaso Melodia, Mehmet C. Vuran, and Dario Pompili, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, {tommaso, mcvuran, dario}@ece.gatech.edu

[4] “ A Cross-Layer Protocol for Wireless Sensor Networks “, Ian F. Akyildiz Mehmet C. Vuran “ Ozg” ur B. Akan. Middle East Technical University, Atlanta, GA 30332 06531, Ankara, Turkey. Email: {ian, mcvuran}@ece.gatech.edu Email:akan@eee.metu.edu.tr

[5] “ Correlation-based cross-layer communication in wireless sensor networks ”. Georgia Institute of Technology, August 2007.

[6] ” Cross-Layer Optimization for Sensor Networks ” Yuecheng Zhang and Liang Cheng, Department of Electrical and Computer Engineering, Lehigh University, zhy2@lehigh.edu, Department of Computer Science and Engineering, Lehigh University, cheng@cse.lehigh.edu , 19 Memorial Drive West, Bethlehem, PA 18015, USA

[7] Design challenges for energy-constrained ad hoc wireless networks , Wireless Communications, IEEE [see also IEEE Personal Communications], vol.9, no.4, pp. 8- 27, Aug., 2002.

[8] “Cross Layer Design in Wireless Sensor Networks”, Phd Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto, p.2, 2006.

[9] “Cross-Layer Design: A Survey and the Road Ahead” Vineet Srivastava and Mehul Motani, IEEE communication magazine, December 2005.

[10] "Cross-layer optimization for high density sensor networks: Distributed passive routing decisions," Skraba, P., Aghajan, H., and Bahai, in Proc. Ad-Hoc, Now '04, (Vancouver), July 2004.

[11] "Geographic random forwarding (GeRaF) for ad hoc and sensor networks: multihop performance," Zorzi, M. and Rao, R IEEE Trans. Mobile Computing, vol. 2, pp. 337{348, Oct.-Dec. 2003.

[12] "RMST: Reliable data transport in sensor networks," Stann, F. and Heidemann, J in Proc. IEEE SNPA '03, (Anchorage, Alaska), pp. 102{112, April 2003.

[13] Stann, F. and Heidemann, J., "RMST: Reliable data transport in sensor networks," in Proc. IEEE SNPA '03, (Anchorage, Alaska), pp. 102{112, April 2003.