



EE 4552

Mạng cảm biến không dây Wireless Sensor Network (WSN)

Minh Thuy LE

Department of Instrumentation and Industrial Informatics (3I),
School of Electrical Engineering (SEE),
Hanoi University of Science and Technology (HUST), Vietnam

thuy.leminh@hust.edu.vn

Nội dung chính

1. Giới thiệu về môn học và hình thức học
2. Tài liệu tham khảo
3. Chương 1: Giới thiệu chung về mạng cảm biến không dây

Nội dung chính

1. Giới thiệu về môn học và hình thức học
2. Tài liệu tham khảo
3. Chương 1: Giới thiệu chung về mạng cảm biến không dây

Yêu cầu môn học



- Học phần tiên quyết: Vi xử lý EE3480
- Học phần song hành: Thiết kế hệ thống nhúng EE4251
- Khối lượng:
 - Lý thuyết: 30 tiết
 - Project: 15 tiết

Hình thức học và thi

➤ Trọng số điểm và cách đánh giá:

Bài thi	Phương pháp đánh giá	Trọng số
<i>Giữa kỳ</i>	Bài tập về nhà: 40%	50%
	Project: 60%	
<i>Cuối kỳ</i>	Thi cuối kỳ: vấn đáp	50%

- Sinh viên làm các bài tập được giao và project giữa kỳ.
- Sinh viên vào Team: **EE4552-WSN-20221**
- Team code: **xjgchw9**

Hình thức học và thi

- Báo cáo thiết kế: trình bày gồm các **nội dung chính**:
- 1) Yêu cầu của dự án
 - 2) Giới thiệu thành viên dự án và kế hoạch thực hiện dự án
 - 3) Kế hoạch và nội dung chi tiết của từng thành viên (để GV kiểm tra và phản biện, chấm điểm)
 - 4) Tự đánh giá tỷ lệ đóng góp của từng thành viên trong dự án
 - 5) Phân tích các yêu cầu của dự án
 - 6) Tìm hiểu các nghiên cứu, dự án liên quan
 - 7) Lựa chọn giải pháp và lên phương án thiết kế:
 - A. Thiết kế cảm biến không dây: phân tích lựa chọn linh kiện/giải pháp PCB.
 - B. Thiết kế mạng: phân tích lựa chọn cấu hình mạng, thuật toán định tuyến mạng
 - 8) Thử nghiệm và đánh giá; hoàn thiện sản phẩm
 - 9) Kết luận
- Slide trình bày và demo mạch không quá 15' cho mỗi nhóm (quá mỗi 1' bị trừ 1 điểm).

Mẫu ĐAMH

Kế hoạch học tập



- Tuần 1: Giới thiệu chung và phân nhóm
- Tuần 2-3: Chương 1. Giới thiệu chung về mạng cảm biến không dây. (Chốt yêu cầu cho dự án để các nhóm triển khai)
- Tuần 4-6: Chương 2. Nút cảm biến không dây
- Tuần 7-9: Chương 3. Các vấn đề chính trong WSN
- Tuần 10: Đánh giá giữa kỳ (hình thức nộp báo cáo)
- Tuần 11: Nhận xét về báo cáo giữa kỳ
- Tuần 12-13: Chương 4. Yêu cầu phần mềm cho mạng cảm biến
- Tuần 14-15: làm và thử nghiệm hoàn thiện bài tập lớn
- Tuần 16: Demo dự án
- Tuần 17: Thi vấn đáp chung cho toàn khóa (điểm cuối kỳ)

Nội dung chính

1. Giới thiệu về môn học và hình thức học
2. Tài liệu tham khảo
3. Chương 1: Giới thiệu chung về mạng cảm biến không dây

Tài liệu tham khảo



- [1] Waltenegus Dargie and Christian Poellabauer, Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice, Wiley Series on Wireless Communications and Mobile Computing, 2010 John Wiley & Sons Ltd.,
- [2] H. Karl, and A. Willig, Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, 2007 John Wiley and Sons.
- [3] K. Sohraby Minoli and T. Zanti, Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications, 2007 John Wiley and Sons.
- [4] Bài giảng WSN (dự kiến 2023-2024)

Nội dung chính

1. Giới thiệu về môn học và hình thức học
2. Tài liệu tham khảo
3. Chương 1: Giới thiệu chung về mạng cảm biến không dây

Chương 1: Giới thiệu chung về WSN



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.2 Giao tiếp trong mạng cảm biến không dây

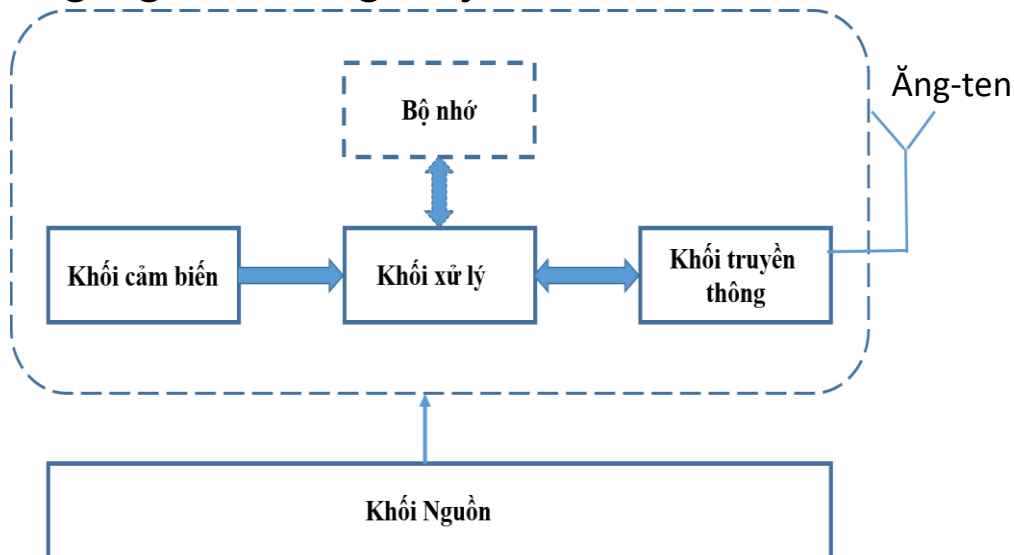
1.3 Các vấn đề chính trong mạng cảm biến không dây (*vấn đề năng lượng, vấn đề định tuyến tự quản lý, tự tái cấu hình mạng, quản lý phân tán, bảo mật*)

1.4 Các ứng dụng của WNS

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.1.1 Cảm biến không dây (Wireless sensor):

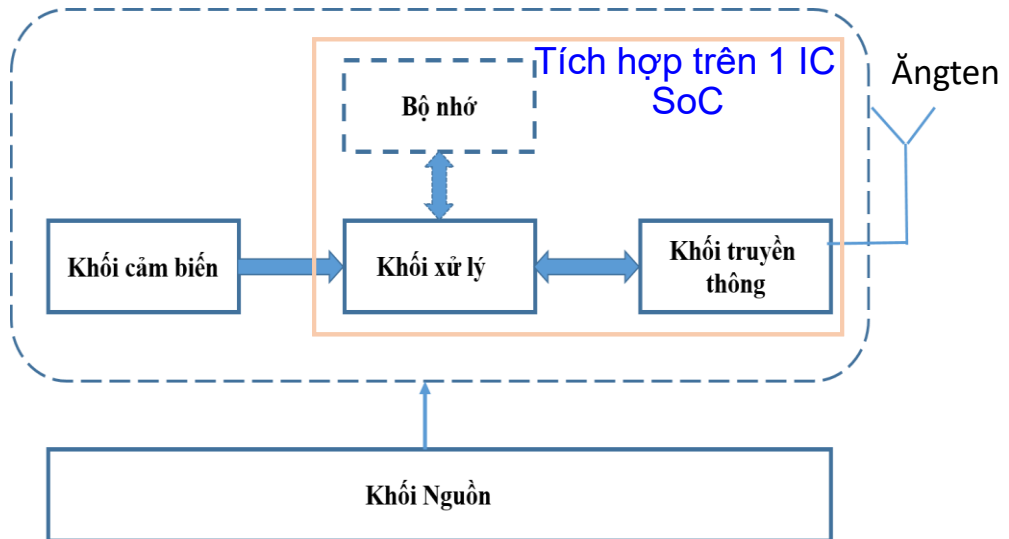
A. Khái niệm: là một thiết bị đo, lưu trữ, xử lý, thu thập dữ liệu đo và truyền đi sử dụng công nghệ không dây



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.1.1 Cảm biến không dây (Wireless sensor):

A. Khái niệm: là một thiết bị đo, lưu trữ, xử lý, thu thập dữ liệu đo và truyền đi sử dụng công nghệ không dây

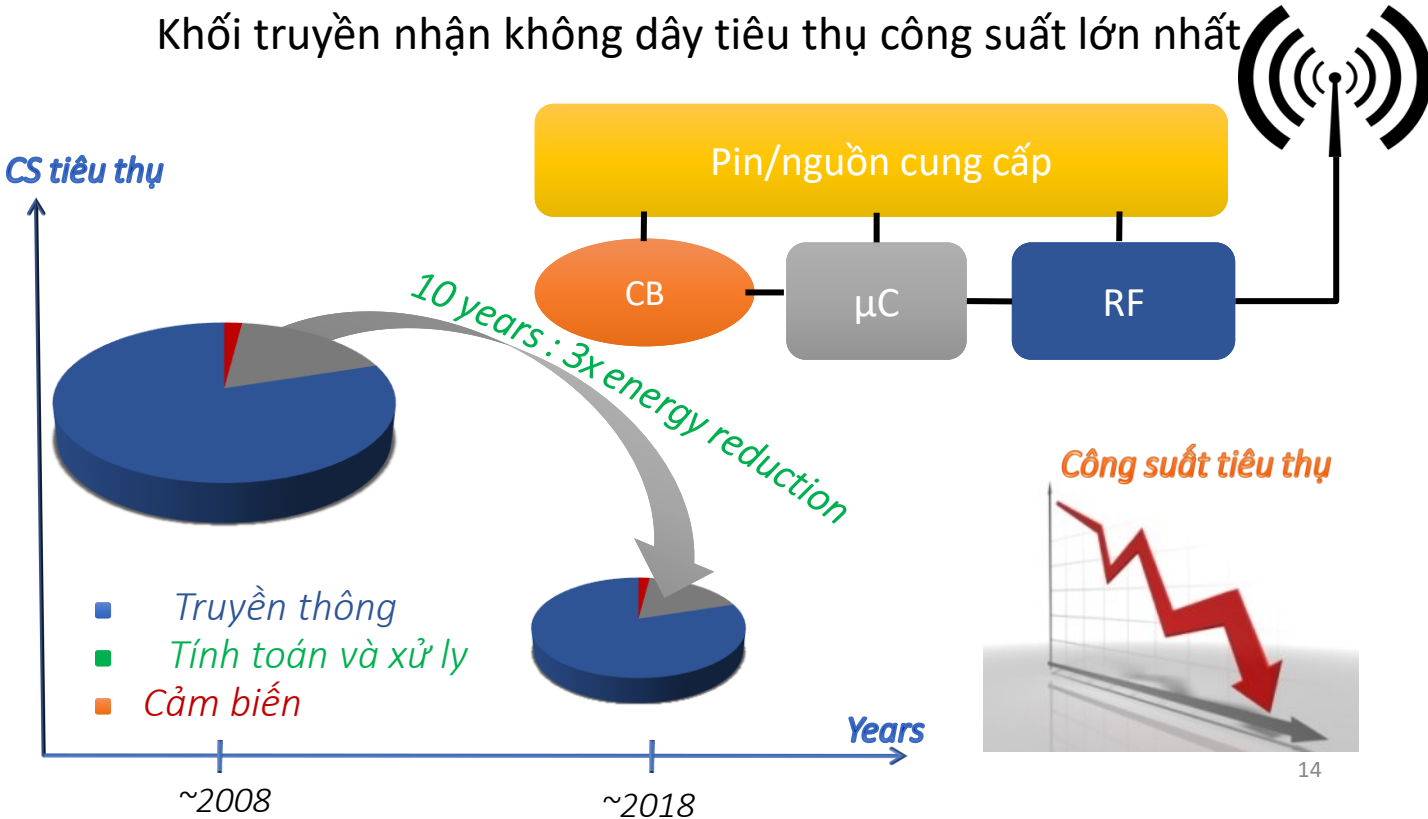


Hình 1: Cấu trúc một nút cảm biến không dây

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

B. Cấu trúc chung của một cảm biến không dây

Khối truyền nhận không dây tiêu thụ công suất lớn nhất



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

C. **Cảm biến không dây**: xu thế và thách thức

- ❑ **Năng lượng tiêu thụ thấp**: ~ vài *mW* tới vài trăm μW
- ❑ **Kích thước nhỏ**.
- ❑ *Tự chủ năng lượng*
- ❑ *Khả năng tính toán và tốc độ xử lý cao*

WeC 1/00



Rene 11/00



Mica 1/02



Mica2 9/02



Mica2dot 9/02 SPEC 5/03

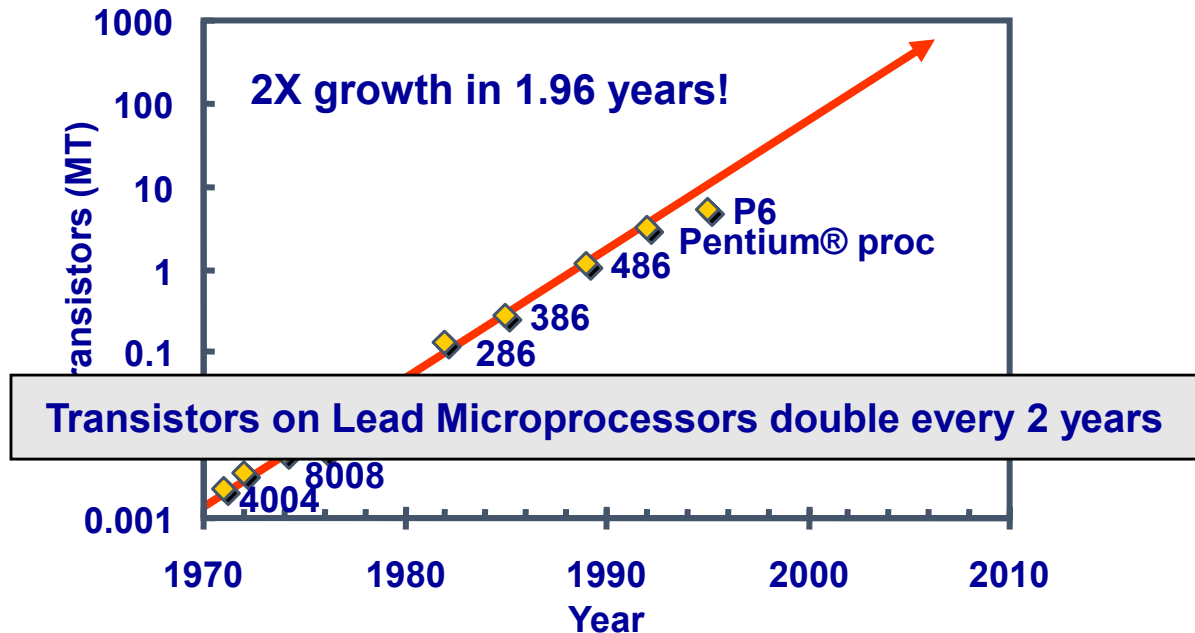


Hình 2: Xu hướng của các sản phẩm nút cảm biến không dây

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

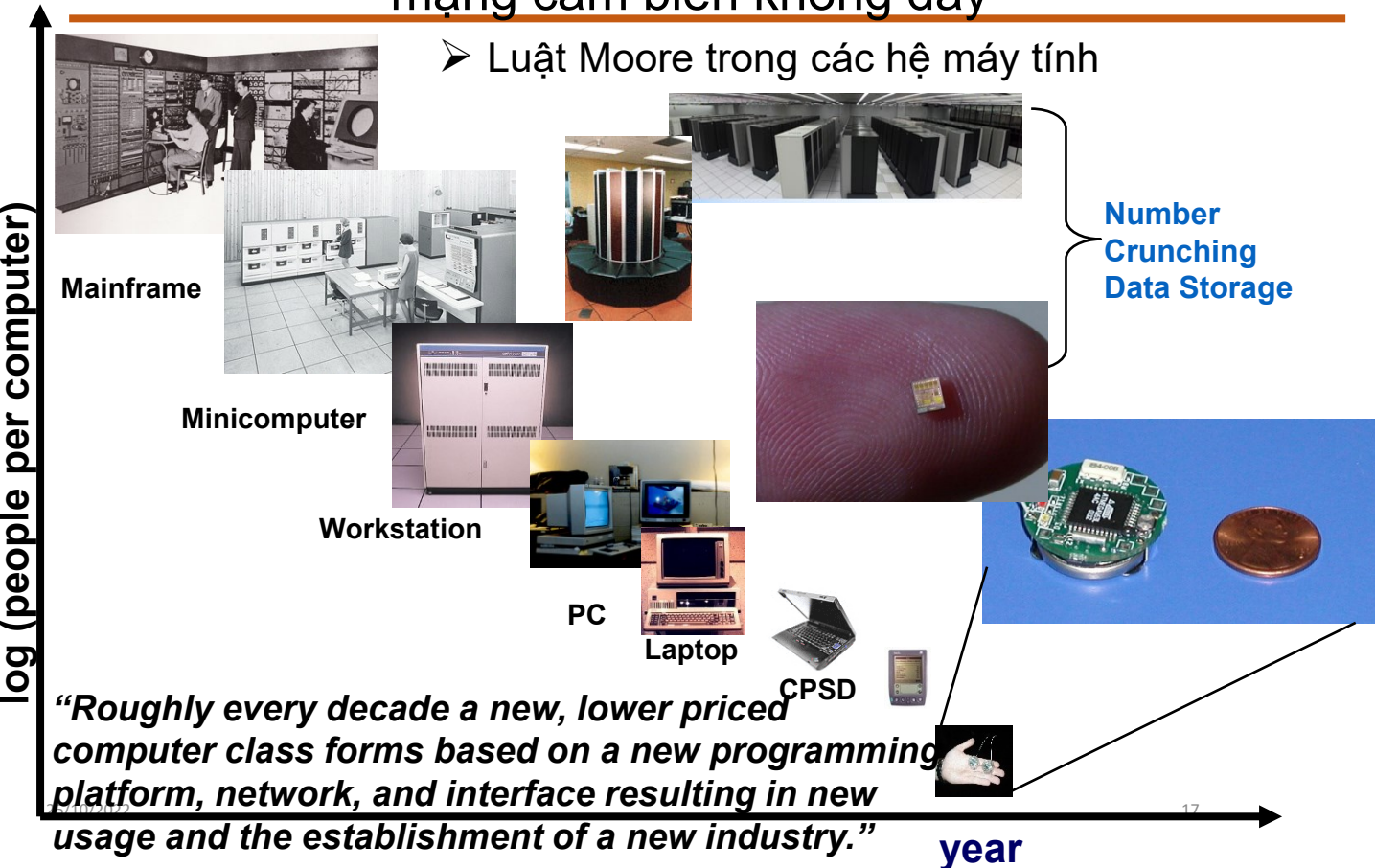


➤ Luật Moore trong vi xử lý



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

➤ Luật Moore trong các hệ máy tính



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

- Không chỉ trong vi xử lý mà trong sản xuất thiết bị không dây

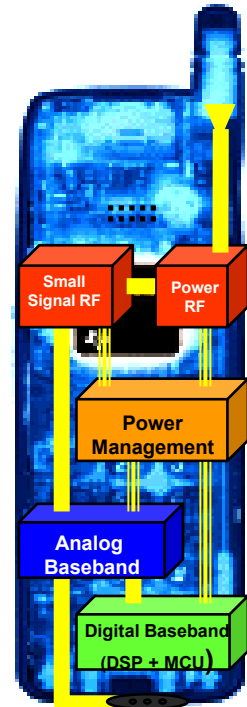
Điện thoại di động



**Digital Cellular Market
(Phones Shipped)**

	1996	1997	1998	1999	2000
Units	48M	86M	162M	260M	435M

(dữ liệu từ Texas Instruments)



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

C. **Cảm biến không dây**: xu thế và thách thức

- *Năng lượng tiêu thụ thấp: ~ vài mW tới vài trăm μ W*
- *Kích thước nhỏ.*
- **Tự chủ năng lượng**
- **Khả năng tính toán và tốc độ xử lý cao**

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

➤ Tự chủ năng lượng



[Sample09]

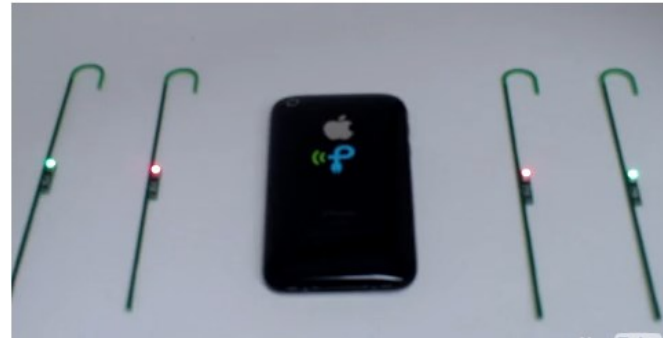
Harvest 60 μ W

From 4.1 km away

Using 5 dBi antenna

From a 960 kW TV station

On channel 48



[Powercast09]

Harvest milliwatts

From centimeters away

Using a ~ 0 dBi antenna

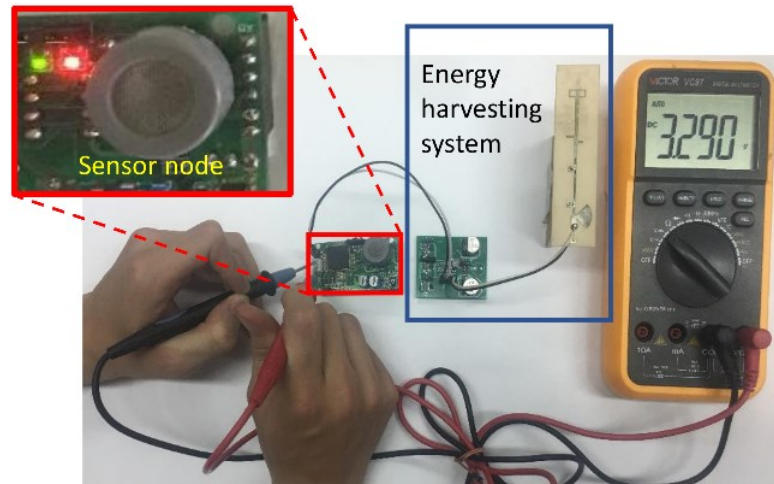
From your iPhone

[Demo](#)

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây



➤ Tự chủ năng lượng



Wi-Fi RF-DC for indoor self powered wireless sensor [Minh Thuy Le, DOI: 10.1017/S1759078721001641]

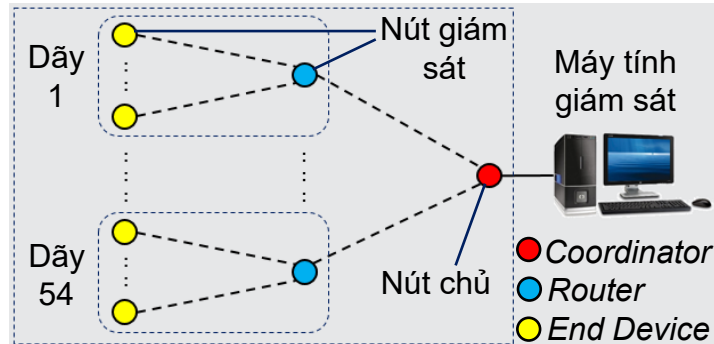
3G/4G/Wi-Fi RF-DC using wide-band antenna array and triplexer @HUST [Dinh Q. Minh, DOI: 10.1109/LMWC.2021.3095074]

Demo

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.1.2. Mạng cảm biến không dây:

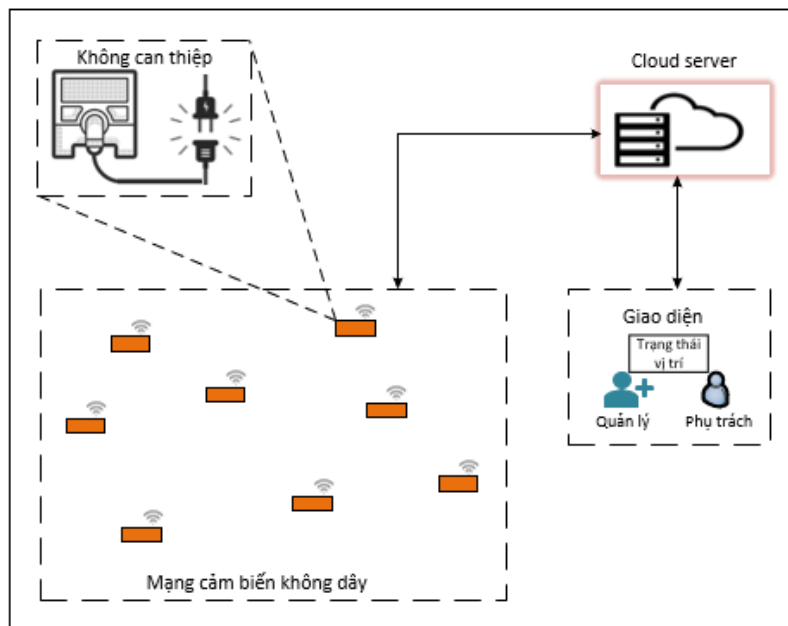
- Khái niệm: liên kết các cảm biến không dây lại với nhau theo quy luật nhất định nhằm đáp ứng yêu cầu của ứng dụng cụ thể và đảm bảo :
 - ✓ Không gián đoạn truyền thông tin
 - ✓ Mạng hoạt động ổn định kể cả khi có nút thêm vào/rút ra khỏi mạng



Hình 3: Cấu trúc một mạng cảm biến không dây hình cây, dùng trong hệ thống giám sát trạng thái hoạt động của các máy móc trong nhà xưởng

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.1.2. Mạng cảm biến không dây:

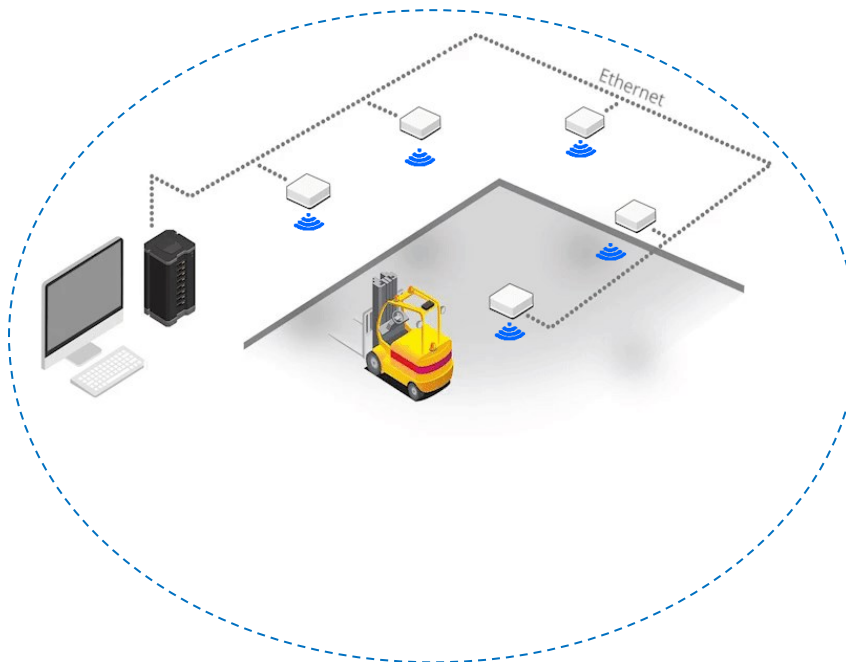


Hình 4: hệ thống giám sát trạng thái hoạt động của thiết bị y tế

1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây



1.1.2. Mạng cảm biến không dây:



Hình 4: hệ thống định vị robot trong nhà xưởng

Chương 1: Giới thiệu chung về WSN



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.2 Giao tiếp trong mạng cảm biến không dây

1.3 Các vấn đề chính trong mạng cảm biến không dây (*vấn đề năng lượng, vấn đề định tuyến tự quản lý, tự tái cấu hình mạng, quản lý phân tán, bảo mật*)

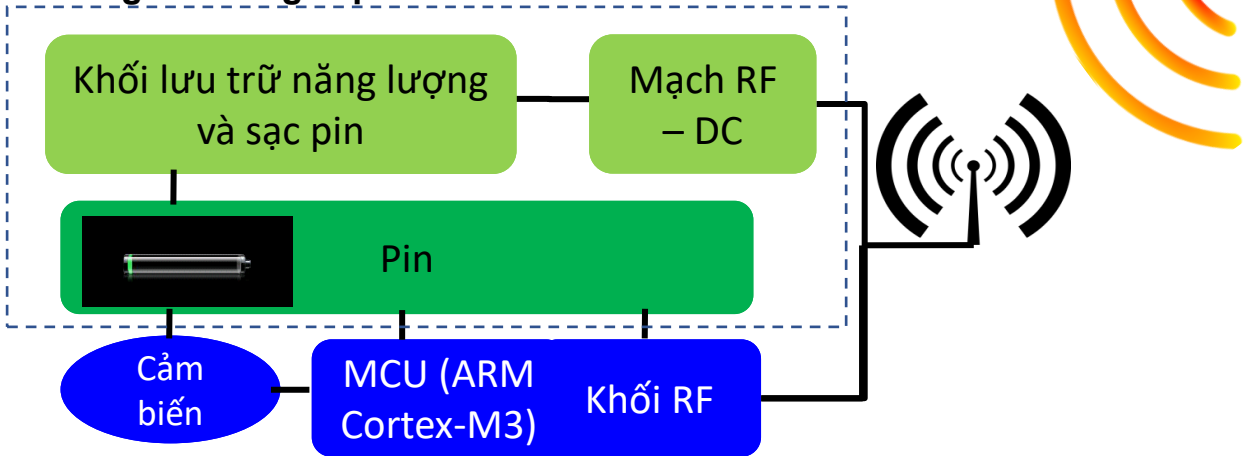
1.4 Các ứng dụng của WNS

1.2 Giao tiếp trong WSN

Nhắc lại bài cũ: Cấu trúc chung của một WS?

RF

Khối nguồn cung cấp



Ví dụ: IC CC2650

Có những giao tiếp gì?

1. RF (công nghệ không dây)

2. Mạng và định tuyến
Chương 3

1.2 Giao tiếp trong WSN

1.2.1 Các công nghệ truyền tin không dây:
Bluetooth, ZigBee, LowPAN/SigFox, LoRa/NB-IoT
(sẽ học ở chương 2)

1.2.2 Các kiến trúc mạng và giao thức định tuyến
trong mạng (sẽ học ở chương 3)

1.2 Giao tiếp trong WSN

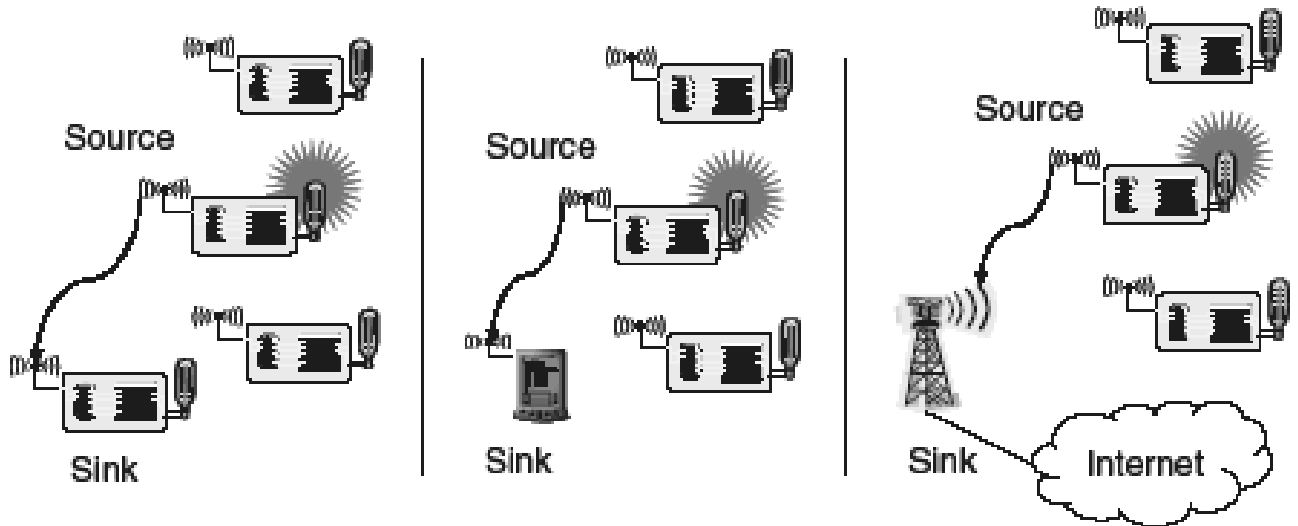
1.2.1 Các công nghệ truyền tin không dây (sẽ học ở chương 2):

- 1) Bluetooth
- 2) ZigBee
- 3) Wi-Fi
- 4) LoRa/NB-IoT
- 5) LowPAN/SigFox
- 6) BAN/PAN

1.2 Giao tiếp trong WSN

1.2.2 Các kiến trúc mạng và giao thức định tuyến trong mạng (sẽ học ở chương 3)

1) Kiến trúc đơn bước (single-hop)



a) Source/Sink là nút cảm biến

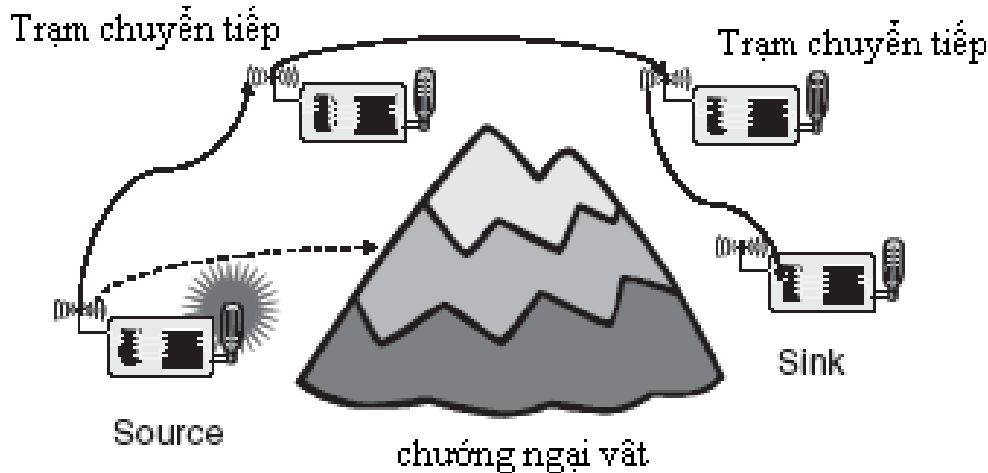
b) Source là nút cảm biến
Sink là PDA

c) Source là nút cảm biến
Sink là gateway

1.2 Giao tiếp trong WSN

- Các kiến trúc mạng và giao thức định tuyến trong mạng (sẽ học ở chương 3)

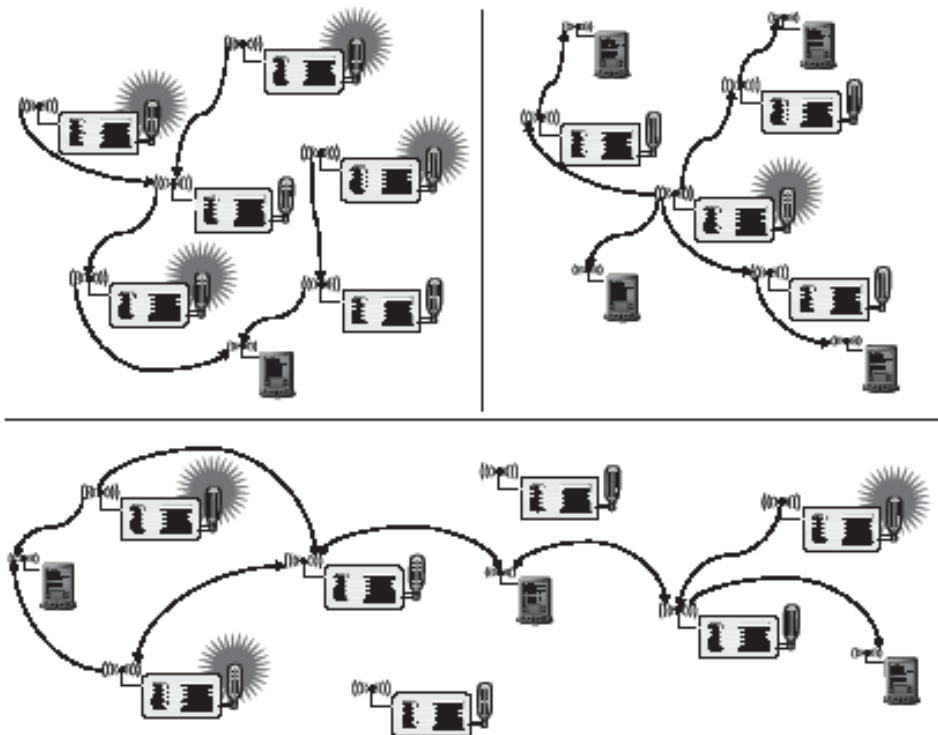
2) Kiến trúc đa bước (multi-hop)



- Hướng đi mong muốn của bản tin
- Hướng đi thực tế của bản tin

1.2 Giao tiếp trong WSN

3) Kiến trúc mạng hỗn hợp



Mạng sử dụng nhiều thiết bị nguồn (Source) và nhiều thiết bị đích₁ (Sink)

Chương 1: Giới thiệu chung về WSN



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.2 Giao tiếp trong mạng cảm biến không dây

1.3 Các vấn đề chính trong mạng cảm biến không dây (*vấn đề năng lượng, vấn đề định tuyến tự quản lý, tự tái cấu hình mạng, quản lý phân tán, bảo mật*)

1.4 Các ứng dụng của WNS

1.3 Các vấn đề chính trong WSN

- Đối với các mạng cảm biến không dây, yêu cầu bắt buộc là việc quản lý và giám sát năng lượng hoạt động của các cảm biến để đảm bảo sao cho **mạng thu thập thông tin ổn định, có thời gian sống vĩnh viễn**.
- Hầu hết các hệ thống WSN được thiết kế cần phải đảm bảo các yêu cầu đặc tính sau:
 - ❑ Chất lượng dịch vụ
 - ❑ Khả năng tránh lỗi
 - ❑ Tuổi thọ
 - ❑ Tính thương mại hoá
 - ❑ Mật độ phân bố các nút cảm biến lớn trong một phạm vi.
 - ❑ Có thể lập trình được
 - ❑ Có khả năng phục hồi lại

1.3 Các vấn đề chính trong WSN

1.3.1 Cấu trúc của mạng cảm biến

1. Lớp vật lý
2. Lớp MAC
3. Lớp mạng và định tuyến
4. Đồng bộ thời gian
5. Định vị
6. Bảo mật

1.3 Các vấn đề chính trong WSN

- Phân loại các giao thức định tuyến, Các giao thức định tuyến tập trung dữ liệu:
 - ❑ Flooding.
 - ❑ Gossiping.
 - ❑ Sensor protocols for information via negotiation (SPIN).
 - ❑ Directed diffusion
- Các giao thức định tuyến phân cấp
 - ❑ Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH).
 - ❑ Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems (PEGASIS).
 - ❑ Threshold Sensitive Energy Efficient Sensor Network (TEEN).
- Các giao thức định tuyến dựa trên vị trí địa lí
 - ❑ Geographic Adaptive Fidelity (GAF).
 - ❑ Geographic and Energy Aware Routing (GEAR).

Chương 1: Giới thiệu chung về WSN



1.1 Giới thiệu về cảm biến không dây và mạng cảm biến không dây

1.2 Giao tiếp trong mạng cảm biến không dây

1.3 Các vấn đề chính trong mạng cảm biến không dây (*vấn đề năng lượng, vấn đề định tuyến tự quản lý, tự tái cấu hình mạng, quản lý phân tán, bảo mật*)

1.4 Các ứng dụng của WNS

1.4 Các ứng dụng của WNS

➤ Mạng cảm biến không dây - WSN (Wireless sensor network):

- ✓ Gồm các **nút cảm biến** giao tiếp với nhau thông qua các kênh truyền không dây (*)
- ✓ WSN không có hạ tầng mạng, kiến trúc mạng thường xuyên thay đổi và có thể tự cấu hình lại được.

➤ WSN là giải pháp cho nhiều ứng dụng:

- ✓ Quân sự: hệ thống phát hiện mìn, [xác định vị trí của địch](#)...
- ✓ Đo và giám sát các thông số của môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, [báo cháy](#)...
- ✓ Theo dõi bệnh nhân (y tế), đo và điều khiển các hệ tự động (Smart home)...

1.4 Các ứng dụng của WNS

Ví dụ 1: Thiết kế hệ thống đo nhiệt độ của các kho hàng đông lạnh

Phân tích: kho hàng đóng kín, nhưng để gần nhau.



Lựa chọn công nghệ truyền tin gì?

Lựa chọn mô hình mạng kiểu gì?