

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG CƠ SỞ TẠI TP. HỒ CHÍ MINH



MÔN HỌC

MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY (WIRELESS SENSOR NETWORK – WSN)

Giảng viên: TS. Bùi Văn Trí

Posts and Telecommunications
Institute of Technology



Nội dung – lý thuyết












CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG CẢM BIẾN

CHƯƠNG 2. KIẾN TRÚC NÚT ĐƠN

CHƯƠNG 3. KIẾN TRÚC MẠNG

CHƯƠNG 4. KIẾN TRÚC KHUNG CƠ BẢN

Nội dung – thực hành

-  Ngày 1 - IoT Basic-Raspberry Pi
-  Ngày 2 - Làm quen với lập trình Arduino trên module ESP8266
-  Ngày 3 - Lập trình Python nâng cao Làm việc với hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu Mysql
-  Ngày 4 - Lập trình web cơ bản với HTML, CSS và tìm hiểu về NodeJS
-  Ngày 5 - Xây dựng hoàn thiện hệ thống IoT
-  PTIT_IoT_Chapter 1. Introduction to IoT_v1.0
-  PTIT_IoT_Chapter 2. Basic Circuit _ Raspberrypi configuration_v1.0 - Copy.pptx
-  PTIT_IoT_Chapter 3. Version Control with Git _ GitHub_v1.0
-  PTIT_IoT_Chapter 4. Raspberry Pi with Python_v1.0
-  PTIT_IoT_Chapter 5. Linux101_v1.0
-  PTIT_IoT_Chapter 6. Network_Communication_Network_Programming_v1.0

Tài liệu tham khảo

- **Tài liệu chính:**
- Slide bài giảng
- Bài giảng *Mạng cảm biến không dây*, Vũ Anh Đào, Trần Thục Linh, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.
- Giáo trình *Mạng cảm biến*, PGS.TS Trần Công Hùng, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.
- **Tài liệu tham khảo:**
- 1. Holger Karl và Andreas Willig, *Các giao thức và các kiến trúc cho các mạng cảm biến không dây*, Nhà xuất bản Wiley, ISBN: 978-0-470-09510-2, 6/2005.
- 2. Holger Karl, Slide “*Mạng Ad hoc và mạng cảm biến*”.
- 3. Satya Sanket Sahoo, Slide “*Mạng cảm biến*”, tài liệu tham khảo: MOBICOM 2002, Hướng dẫn T5 về *Mạng cảm biến không dây* (CSCI 6760).

Tài liệu tham khảo

1. H. Dai và R. Han. Đồng bộ thời gian: Một dịch vụ đồng bộ thời gian hai hướng trọng số nhẹ đối với các mạng cảm biến không dây. *Tạp chí truyền thông và tính toán di động ACM SIGMOBILE*, 8(1): 125–139, 2004.
2. B. Das và V. Bharghavan. Định tuyến trong các mạng Ad-Hoc sử dụng các tập hợp chi phối được kết nối nhỏ nhất. Trong *Các kỹ yếu của Hội nghị quốc tế về truyền thông (ICC)*, Montreal, Canada, 6/1997.
3. L. Doherty, L. El Ghaoui, và K. S. J. Pister. Ước lượng vị trí lỗi trong các mạng cảm biến không dây. Trong *Các kỹ yếu của IEEE INFOCOM*, trang 1655–1663, Anchorage, AK, 4/2001.
4. J. Elson, L. Girod, và D. Estrin. Đồng bộ thời gian mạng tinh – thô sử dụng các quảng bá tham chiếu. Trong *Các kỹ yếu của Hội nghị chuyên đề lần thứ năm về Thiết kế và Thực hiện các hệ điều hành (OSDI 2002)*, Boston, MA, 12/2002.
5. J. Wu và H. Li. Về tính toán tập hợp chi phối được kết nối cho việc định tuyến hiệu quả trong các mạng không dây Ad Hoc. Trong *Các kỹ yếu của Hội thảo quốc tế lần thứ 4 về các thuật toán rời rạc và các phương pháp cho truyền thông và tính toán di động*, Boston, MA, 11/8/ 2000.
6. S. Ganeriwal, R. Kumar, và M. B. Srivastava. Giao thức đồng bộ định thời cho các mạng cảm biến. Trong *Các kỹ yếu của Hội nghị quốc tế ACM lần thứ nhất về các hệ thống cảm biến nổi mạng nhúng*, trang 138–149, Los Angeles, CA, 11/2003.
7.

Kiến thức yêu cầu

1. Kỹ thuật cảm biến
2. Mạng máy tính
3. Điều khiển tự động
4.

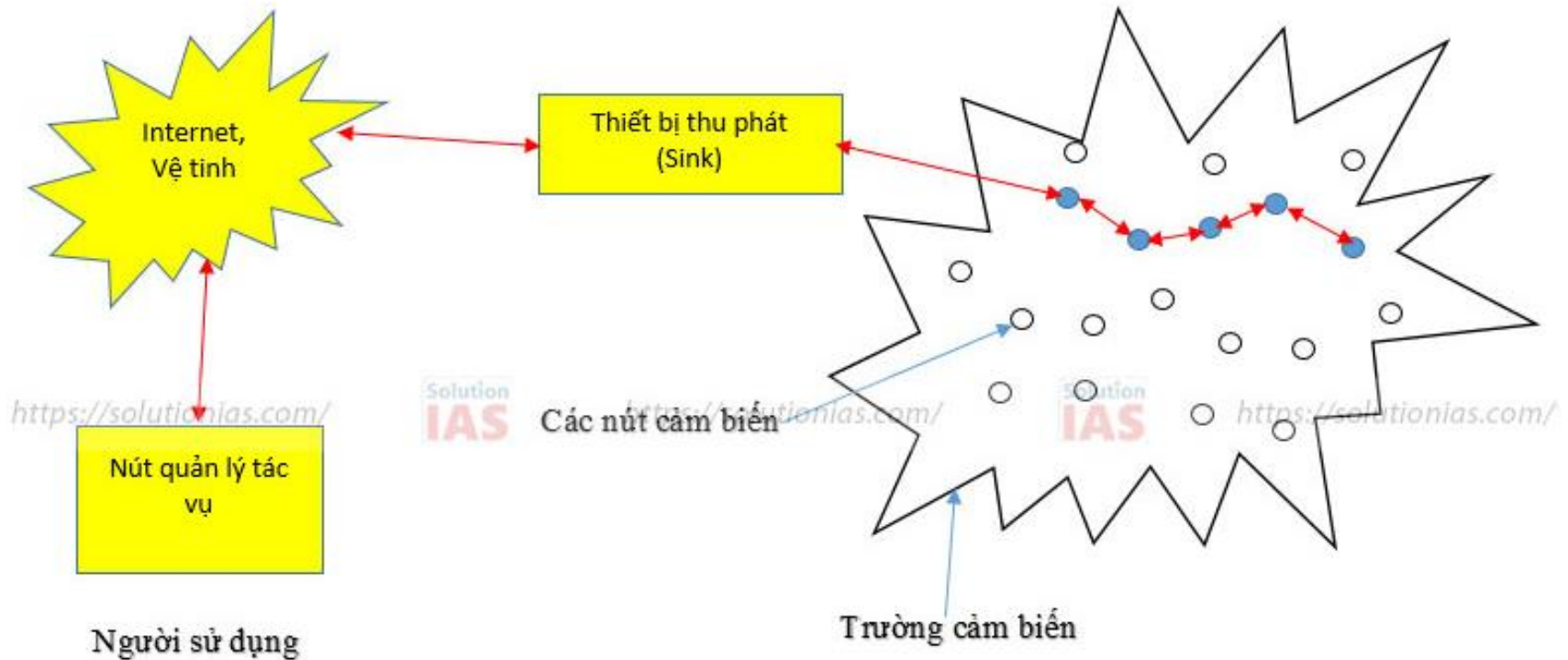
Mạng cảm biến không dây là gì? Và ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong thực tế hiện nay ra sao?



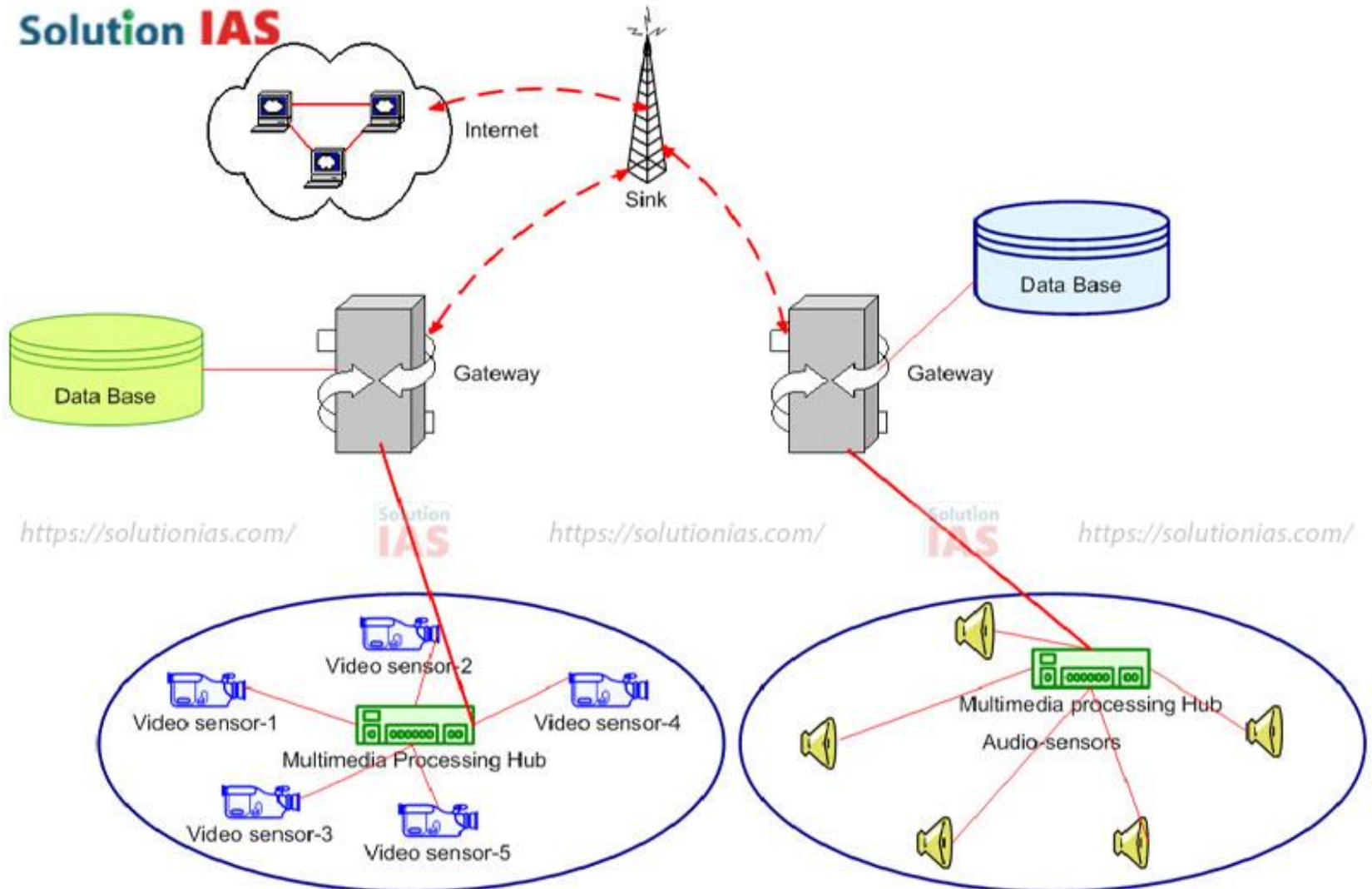
Mạng cảm biến không dây là gì? Và ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong thực tế hiện nay ra sao?

- Mạng cảm biến không dây trong tiếng Anh còn được gọi là **Wireless Sensor Networks – WSN**. Đây là một mạng tập hợp các thiết bị giao tiếp thông tin thu thập được từ hiện trường được giám sát thông qua các liên kết không dây (vô tuyến, hồng ngoại, quang học) và phân tán với quy mô lớn
- Mạng cảm biến không dây bao gồm các trạm gốc và các nút, mạng cảm biến không dây có thể liên kết trực tiếp với nút quản lý giám sát trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua một điểm thu phát và môi trường mạng công cộng như Internet hay vệ tinh.
- Lợi thế chủ yếu của mạng cảm biến không dây là khả năng xử lý tốc độ cao, triển khai hầu như trong bất kì loại hình địa lý nào kể cả các môi trường nguy hiểm không thể sử dụng mạng cảm biến có dây truyền thống.

Mạng cảm biến không dây là gì? Và ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong thực tế hiện nay ra sao?



Mạng cảm biến không dây là gì? Và ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong thực tế hiện nay ra sao?



Mạng cảm biến không dây là gì? Và ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong thực tế hiện nay ra sao?

- Các nút cảm biến có thể giao tiếp với nhau bằng tín hiệu vô tuyến. Một nút cảm biến được tạo thành từ 4 thành phần cơ bản là: bộ phận cảm biến, bộ xử lý, bộ thu phát vô tuyến và nguồn cấp.
- Tùy theo ứng dụng cụ thể, nút cảm biến còn có thêm nhiều các thành phần bổ sung khác. Ví dụ như: hệ thống định vị GPS, bộ phát điện và thiết bị di động,...
- Các đơn vị cảm biến thường bao gồm hai đơn vị con: cảm biến và bộ chuyển đổi tương tự sang kỹ thuật số. Các tín hiệu tương tự do cảm biến tạo ra được ADC chuyển đổi thành tín hiệu kỹ thuật số, sau đó được đưa vào bộ xử lý.

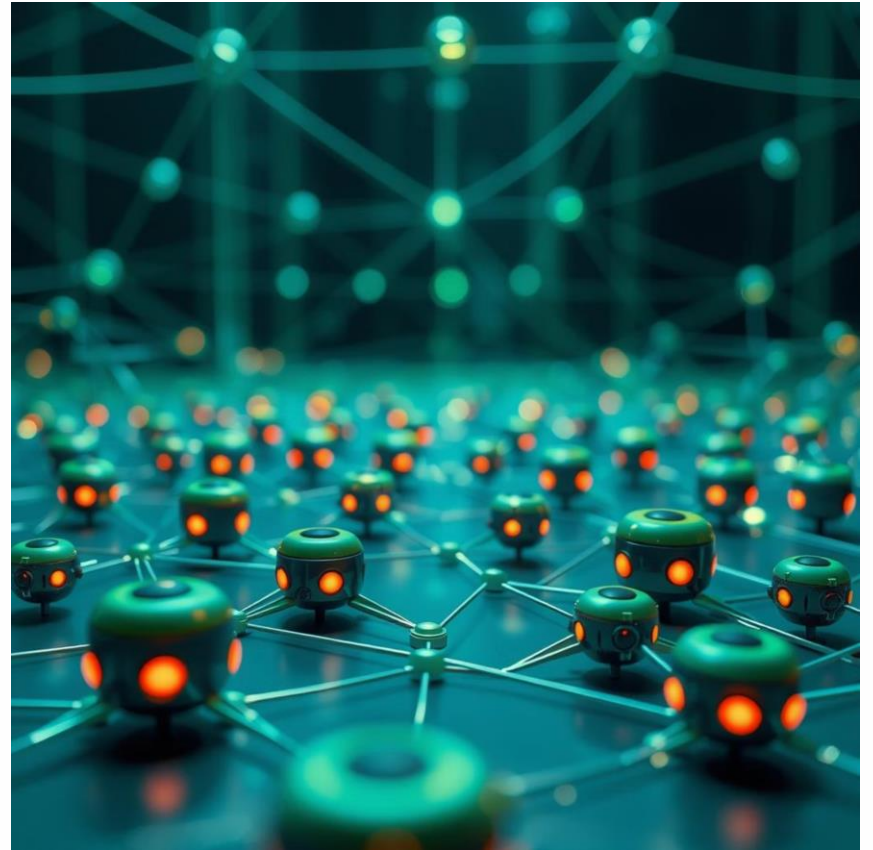
Mạng cảm biến không dây là gì? Và ứng dụng của mạng cảm biến không dây trong thực tế hiện nay ra sao?

- Đơn vị xử lý thường được liên kết với một đơn vị lưu trữ nhỏ và nó có thể quản lý các thủ tục làm cho nút cảm biến cộng tác với các nút khác để thực hiện các nhiệm vụ cảm biến được giao.
- Bộ thu phát kết nối nút với mạng. Một trong những thành phần quan trọng nhất của nút cảm biến là khối nguồn.

Cấu Trúc Và Nguyên Lý Hoạt Động Của WSN

[illegible]

FÙN ÒÿP N?Ö NÒ?Ö NX ÔO? Ô?ÖN
P? NÓ?N QÚ ÖO?O O?Ö Q?Ö ÖOMPB
ìOMŘ QV N?Ö N? ÖO?P POÿE NÓÖN
PO?N ÖO?Ö R? Öfi N?N N? QÚ NÓ?
R?PŘ?Ö N? ÖO?P ?Ü ØPM MOO PÖÜÖE
P?Ö ?P OXM N?ÖN POÿÖN QÚ Ö?ÖN
Ö?Ö ÖN



CHƯƠNG 1

Các Ứng Dụng Đa Dạng của WSN

Mạng Cảm Biến Không Dây không chỉ là một công nghệ, mà là một nền tảng linh hoạt với vô vàn ứng dụng thực tiễn, từ giám sát môi trường đến cứu trợ thiên tai và y tế.



Cứu trợ Thiên tai

Phát hiện cháy rừng: Các nút cảm biến với nhiệt kế giúp xác định vị trí và lập bản đồ nhiệt độ khu vực cháy, hỗ trợ phản ứng nhanh chóng.

Kiểm soát tai nạn nhà máy hóa chất: Giám sát sự cố trong môi trường nguy hiểm, đảm bảo an toàn.

Ứng dụng quân sự: Cảm biến giá thành rẻ, thời gian tồn tại ngắn được dùng để phát hiện quân địch.



Tòa nhà Thông minh

Giám sát năng lượng: Theo dõi nhiệt độ, độ ẩm để tiết kiệm năng lượng và tăng tiện nghi.

Giám sát chịu đựng cơ học: Theo dõi mức độ ổn định của tòa nhà sau các sự kiện như động đất.



Giám sát Môi trường & Đa dạng Sinh học

Giám sát ô nhiễm: WSN theo dõi các chất ô nhiễm tại các bãi rác.

Đa dạng sinh học: Giám sát động thực vật trong môi trường tự nhiên với cảm biến nhỏ, không gây ảnh hưởng.



Quản lý Thiết bị & Bảo dưỡng

Quản lý truy cập: Kiểm soát ra vào, phát hiện xâm nhập.

Phát hiện rò rỉ hóa chất: Giám sát sự cố trong nhà máy hóa chất.

Bảo dưỡng máy: Gắn cảm biến vào máy móc khó tiếp cận để phát hiện chấn động, yêu cầu bảo trì.

CHƯƠNG 1 (tiếp theo)

Các Ứng Dụng Khác của WSN

Ngoài các ứng dụng đã nêu, WSN còn có tiềm năng lớn trong nhiều lĩnh vực khác, từ nông nghiệp thông minh đến y tế và quản lý giao thông.

1

Nông nghiệp Thông minh

Thụ phấn & Tưới tiêu chính xác: Cảm biến giám sát độ ẩm và thành phần đất, tối ưu hóa quá trình trồng trọt.

Giám sát sức khỏe động vật: Cảm biến gắn vào động vật để kiểm tra sức khỏe và hành vi.

2

Chăm sóc Sức khỏe & Y tế

Giám sát bệnh nhân: WSN theo dõi bệnh nhân, đặc biệt là người cao tuổi, và quản lý thuốc tự động, đảm bảo an toàn và tiện lợi.

1

Thông tin Giao thông

Cảm biến giám sát giao thông để cung cấp thông tin về điều kiện đường xá, ách tắc và cảnh báo nguy hiểm, giúp tối ưu hóa luồng giao thông.

2

Ứng dụng Đa ngành

WSN còn được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực khác như máy bay, nhà máy xử lý nước thải, đường hầm gió, nhà trẻ thông minh và phát hiện lũ lụt, chứng tỏ tính linh hoạt cao của công nghệ.

CHƯƠNG 1 - GIỚI THIỆU CHUNG

Mục đích, Cơ sở hạ tầng và Ứng dụng
của Mạng Cảm Biến Không Dây
(WSN)

Cơ sở hạ tầng cho mạng cảm biến không dây

- Một mạng cảm biến bao gồm số lượng lớn các nút cảm biến
- Vị trí của các nút cảm biến không cần phải thiết kế hoặc xác định trước, phân bố ngẫu nhiên trong các địa hình phức tạp hoặc các hoạt động trợ giúp thảm họa.
- Điều này cũng có nghĩa là các giao thức của mạng cảm biến và các thuật toán phải có khả năng tự tổ chức.
- Một đặc điểm quan trọng khác của các mạng cảm biến là khả năng phối hợp giữa các nút cảm biến.

Các Đặc điểm của Mạng Cảm Biến Không Dây

- Các nút cảm biến được gắn một bộ xử lý bên trong, khả năng xử lý để thực hiện các tính toán đơn giản và chỉ truyền số liệu đã được xử lý theo yêu cầu.
- Khả năng phối hợp giữa các nút cảm biến giúp chúng thực hiện các phép tính và truyền thông tin hiệu quả.

Vấn đề trong việc chọn đường trong WSN

- Số lượng nút cảm biến lớn làm cho việc thiết lập quy tắc địa chỉ toàn cục khó khăn.
- Hầu hết các ứng dụng mạng cảm biến yêu cầu truyền số liệu từ nhiều nguồn tới một nút gốc.
- Các nút cảm biến bị hạn chế về công suất, khả năng xử lý và dung lượng nhớ.

Khó khăn trong việc chọn đường trong WSN

- Các nút cảm biến thường có vị trí cố định, nhưng trong một số trường hợp, chúng có thể di chuyển và thay đổi vị trí.
- Việc sử dụng GPS để xác định vị trí nút cảm biến không phải là giải pháp phù hợp.
- Các giao thức chọn đường phải khắc phục được độ dư thừa và sử dụng hiệu quả băng thông.

Các yêu cầu về giao thức chọn đường

- Các giao thức phải phù hợp với các đặc tính riêng của WSN và yêu cầu ứng dụng.
- Chúng phải giảm thiểu độ dư thừa và sử dụng băng thông hiệu quả.
- Cần một phương pháp chọn đường có thể đáp ứng các yêu cầu về năng lượng và hiệu quả truyền tải.

Các vấn đề về phần cứng của hệ thống

- Các nút cảm biến cần phải có khả năng tính toán, giao tiếp và cảm biến.
- Các yêu cầu về tiết kiệm năng lượng và chi phí thấp là rất quan trọng trong thiết kế phần cứng.
- Công nghệ cảm biến ngày càng được cải thiện, giúp xây dựng mạng cảm biến linh hoạt hơn.

Thách thức trong các ứng dụng WSN

- Quản lý năng lượng: Đảm bảo tuổi thọ của mạng với nguồn năng lượng hạn chế.
- Đảm bảo chất lượng dịch vụ: Xử lý dữ liệu đúng thời gian thực và độ tin cậy cao.
- Tối ưu hóa mạng: Điều chỉnh mạng sao cho phù hợp với môi trường thực tế và các ứng dụng cụ thể.

Các yêu cầu kỹ thuật trong WSN

- Chất lượng dịch vụ: Cung cấp thông tin có ý nghĩa và hành động kịp thời.
- Mức chịu lỗi: Hệ thống phải có khả năng chịu lỗi và tự khôi phục.
- Thời gian sử dụng và tuổi thọ mạng: Sử dụng năng lượng hiệu quả.

Các kỹ thuật yêu cầu trong WSN

- Giao tiếp vô tuyến đa bước nhảy.
- Sử dụng năng lượng hiệu quả.
- Tự cấu hình và xử lý thông tin phi tập trung.

Các Kiểu Mạng Cảm Biến Cơ Bản



Điểm – Điểm (Point-to-Point)

Kết nối đơn giản nhất giữa hai nút, sử dụng anten định hướng.

Ưu điểm: Bảo mật cao, dễ nâng cấp với host dự phòng.

Nhược điểm: Độ tin cậy thấp trong môi trường nhiễu, cần bảo trì chú đáo.



Điểm – Đa Điểm (Point-to-Multipoint)

Kết nối từ một nút trung tâm (nút tải lên) đến nhiều nút khác (tải xuống/lắp).

Ưu điểm: Dễ triển khai thuê bao mới.

Nhược điểm: Cần đường nhìn thẳng, dễ bị cản trở bởi vật lý.



Đa Điểm – Đa Điểm (Multipoint-to-Multipoint)

Mỗi nút không chỉ là điểm truy nhập mà còn là điểm chuyển tiếp dữ liệu.

Ưu điểm: Độ tin cậy mạng cao nhất do liên thông.

Nhược điểm: Giao thức tìm đường phức tạp hơn.

Cấu trúc mạng điểm – điểm

- Là kiểu kết nối đơn giản nhất, hai nút truyền thông qua hai anten thu phát công suất cao hướng trực tiếp với nhau.
- Kiểu mạng này an toàn nhất, nhưng yêu cầu cài đặt dây nối giữa hai host.
- Cấu trúc này hỗ trợ tín hiệu điều biến tần cho dây dẫn.

Mạng điểm – đa điểm (Point-to-Multipoint)

- Kết nối được chia sẻ giữa nút tải lên và các nút tải xuống hoặc nút lặp với anten thu công suất cao.
- Cấu hình mạng dễ triển khai hơn mạng điểm – điểm, tuy nhiên, các trạm thu phải nằm trong phạm vi phủ sóng và có đường nhìn thẳng với trạm phát sóng gốc.

Mạng đa điểm – đa điểm (Multipoint-to-Multipoint)

- Mỗi nút có vai trò không chỉ là điểm truy nhập mà còn làm nhiệm vụ chuyển tiếp dữ liệu.
- Cấu hình này có độ tin cậy mạng cao nhất vì các nút liên thông với nhau, một nút chỉ cần kết nối với một nút bất kỳ.



Ưu điểm của WSN trong các ứng dụng thực tế

- Mạng cảm biến không dây (WSN) hữu dụng trong các ứng dụng thực tế: cứu trợ thiên tai, giám sát môi trường, quản lý tòa nhà thông minh, và nhiều ứng dụng khác.
- Giảm chi phí, tăng hiệu quả so với các mạng có dây và mạng có cơ sở hạ tầng cố định.

WSN trong các ứng dụng thực tế

Giám sát và điều khiển công nghiệp

Mạng cảm biến không dây phục vụ cho việc thu thập thông tin, giám sát trạng thái hoạt động của hệ thống. Như các van, trạng thái thiết bị, nhiệt độ và áp suất của nguyên liệu được lưu trữ, hệ thống điều khiển không dây ánh sáng quảng cáo.

Tự động hóa gia đình và điện dân dụng

Mạng cảm biến không dây hỗ trợ các dịch vụ gia đình trên ô tô, ổ khoá không dây, các cảm biến cửa ra vào và cửa sổ, và các bộ điều khiển bóng đèn không dây, chủ nhà có một thiết bị tương tự như một key-fob (điều khiển xa).

Ứng dụng cứu trợ thiên tai

- Các cảm biến được thả vào đám cháy hoặc khu vực thảm họa để thu thập thông tin về nhiệt độ và tình trạng môi trường.
- Ứng dụng trong giám sát cháy rừng hoặc tai nạn tại nhà máy hóa chất.

Giám sát môi trường và lập bản đồ đa dạng sinh học

- WSN giúp giám sát các chất ô nhiễm hóa học, giám sát loài động thực vật sống trong môi trường.
- Các cảm biến có thể được thiết kế nhỏ gọn để không làm phiền động vật hoang dã.

Tòa nhà thông minh và WSN

- Giám sát các tham số vật lý như nhiệt độ, độ ẩm, luồng không khí giúp cải thiện hiệu suất năng lượng.
- Ứng dụng trong điều hòa nhiệt độ (HVAC), giảm lượng tiêu thụ năng lượng và tăng độ thoải mái cho người sử dụng.

Quản lý thiết bị trong tòa nhà

- WSN có thể giúp quản lý thiết bị trong các khu vực như kiểm tra quyền truy cập mà không cần chìa khóa.
- Giám sát an ninh, phát hiện xâm nhập hoặc kiểm tra rò rỉ hóa chất trong các nhà máy công nghiệp.

Giám sát máy móc và bảo dưỡng

- Cảm biến có thể được gắn vào máy móc khó tiếp cận để phát hiện các chấn động hoặc sự thay đổi trạng thái cần bảo trì.
- Ứng dụng trong các robot công nghiệp và các hệ thống phóng xạ trong nhà máy.

Ứng dụng trong nông nghiệp

- WSN giúp tối ưu hóa thụ phấn, tưới tiêu và giám sát sâu bọ.
- Cảm biến đo độ ẩm và thành phần đất giúp canh tác chính xác hơn.
- Giám sát tình trạng sức khỏe động vật nuôi bằng cảm biến nhiệt độ và đếm bước.



Ứng dụng trong nông nghiệp

- Theo dõi sự di chuyển của các loài chim, loài thú nhỏ, côn trùng. Kiểm tra các điều kiện môi trường ảnh hưởng tới mùa màng và vật nuôi.
- Tình trạng nước tưới cho cây trồng, tính toán trong nông nghiệp, phát hiện ra các hóa học, sinh học,...
- Kiểm tra môi trường không khí, đất trồng, biển, rừng,...
- Phát hiện cháy rừng, nghiên cứu khí tượng và địa lý, phát hiện lũ lụt, vẽ bản đồ sinh học phức tạp của môi trường và nghiên cứu ô nhiễm môi trường.
- Người chăn nuôi lợn hoặc gà có các đàn trong các chuồng nuôi. Mạng cảm biến không dây có thể được sử dụng cho việc giám sát nhiệt độ khắp chuồng nuôi, đảm bảo an toàn cho đàn.

Chăm sóc sức khỏe và y tế

- WSN giúp theo dõi bệnh nhân sau phẫu thuật, theo dõi bệnh nhân người cao tuổi và quản lý thuốc tự động.
- Các hệ thống giám sát bệnh nhân tiết kiệm thời gian và chi phí cho bệnh viện.

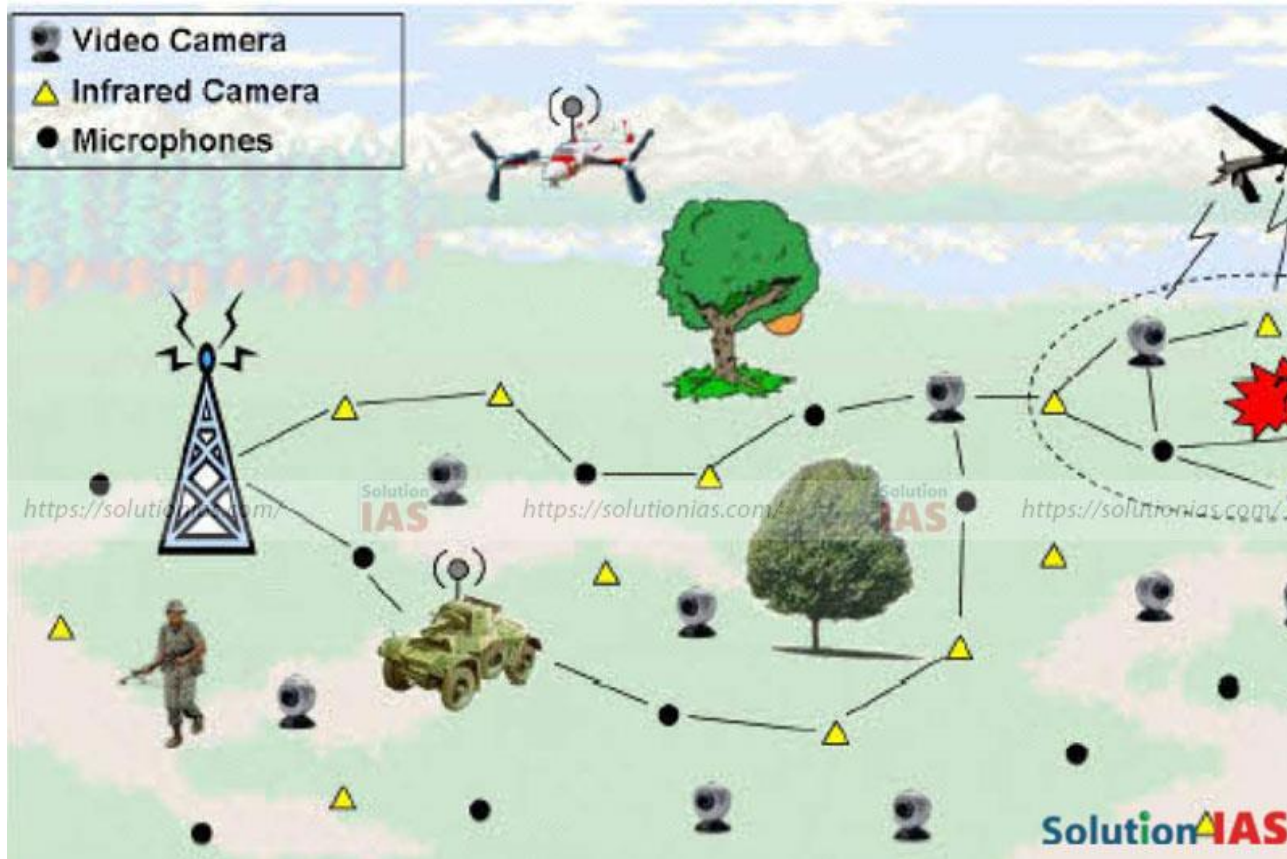
Các ứng dụng giao thông thông minh

- Giám sát điều kiện giao thông, cảnh báo tai nạn, điều tiết giao thông công cộng.
- Hệ thống thông minh có thể giao tiếp giữa biển báo và phương tiện giao thông.

Gia đình thông minh

- WSN giúp quản lý các thiết bị trong nhà thông minh, như điều khiển các thiết bị điện tử từ xa.
- Giám sát và điều khiển các thiết bị như điều hòa, đèn chiếu sáng và hệ thống an ninh.

Mạng cảm biến không dây trong quân sự



kiểm tra lực lượng, trang bị, đạn dược, giám sát chiến trường, trinh sát vùng và lực lượng địch, tìm mục tiêu, đánh giá thiệt hại trận đánh, trinh sát và phát hiện các vũ khí hóa học – sinh học – hạt nhân (Nga – Ucraina)

Các mô hình tương tác trong WSN

- WSN giúp thu thập và xử lý thông tin từ các cảm biến, sau đó báo cáo kết quả về bộ lưu trữ.
- Có thể sử dụng cho phát hiện sự kiện, theo dõi và phát hiện biên, theo dõi và cập nhật vị trí.

Các phương pháp đo lường và báo cáo trong WSN

- Các cảm biến báo cáo thông tin khi phát hiện sự kiện hoặc đo các thông số định kỳ.
- Chức năng xấp xỉ và phát hiện biên có thể được sử dụng để xác định các khu vực có giá trị giống nhau (ví dụ: đám cháy, ô nhiễm).

Theo dõi sự kiện và di chuyển của nguồn

- Các cảm biến trong WSN có thể di chuyển hoặc cập nhật vị trí của sự kiện hoặc đối tượng cần theo dõi.
- Điều này áp dụng trong các tình huống như phát hiện kẻ xâm nhập hoặc theo dõi đối tượng di chuyển.

Các kiểu nút cảm biến trong WSN

- Có nhiều loại nút cảm biến với chức năng cảm nhận và điều khiển: cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, âm thanh, rung động, hóa học, và nhiều loại cảm biến khác.
- Chúng có thể sử dụng năng lượng từ pin hoặc năng lượng mặt trời.

Phân loại cảm biến và ví dụ ứng dụng

Phân loại cảm biến	Ví dụ ứng dụng
Nhiệt độ	Nhiệt điện trở, cặp nhiệt điện
Áp suất	Đồng hồ đo áp suất, khí áp kế, đồng hồ đo ion hóa
Quang học	Điốt quang, bóng bán dẫn quang, cảm biến hồng ngoại, cảm biến CCD
Âm thanh	Bộ cộng hưởng áp điện, micro
Cơ khí	Đồng hồ đo sức căng, cảm biến xúc giác, màng ngăn điện dung, tế bào phản ứng áp
Chuyển động, rung	Gia tốc kế, con quay hồi chuyển, cảm biến ảnh
Lưu lượng	Máy đo gió, cảm biến lưu lượng không khí
Vị trí	GPS, cảm biến dựa trên siêu âm, cảm biến dựa trên hồng ngoại, máy đo độ nghiêng
Điện từ	Cảm biến hiệu ứng Hall, từ kế
Hóa chất	Cảm biến pH, cảm biến điện hóa, cảm biến khí hồng ngoại
Độ ẩm	Cảm biến điện dung và điện trở, máy đo độ ẩm, cảm biến độ ẩm dựa trên MEMS
Bức xạ	Máy dò ion hóa, máy đếm Geiger–Mueller

Giải quyết các vấn đề bảo trì trong WSN

- Bảo trì mạng cảm biến là một vấn đề quan trọng khi các nút cảm biến có thể hỏng hoặc hết pin.
- Các giải pháp bao gồm sử dụng cảm biến có thể thay thế hoặc tự bảo dưỡng.

Giải pháp nâng cao tuổi thọ mạng cảm biến

- Sử dụng các nguồn năng lượng như pin mặt trời hoặc năng lượng tái tạo để kéo dài tuổi thọ của mạng cảm biến.
- Các nút cảm biến có thể được thiết kế để hoạt động lâu dài mà không cần thay thế nguồn năng lượng thường xuyên.

Các giao thức trong WSN

- Các giao thức truyền thông trong WSN bao gồm giao thức MAC, giao thức định tuyến và giao thức bảo mật.
- Những giao thức này giúp tăng cường hiệu suất, bảo mật và tiết kiệm năng lượng cho mạng.

Chất lượng dịch vụ và hiệu suất trong WSN

- Chất lượng dịch vụ trong WSN yêu cầu mạng có thể hoạt động hiệu quả với mức độ trễ thấp và độ tin cậy cao.
- Đặc biệt quan trọng trong các ứng dụng thời gian thực và các ứng dụng cảm biến đòi hỏi độ chính xác cao.

Tính di động trong WSN

- WSN có thể yêu cầu các nút cảm biến di chuyển để điều chỉnh vị trí hoặc thay đổi nhiệm vụ.
- Điều này tạo ra những thách thức mới trong việc lựa chọn giao thức và phương pháp xử lý.

Kỹ thuật bảo mật trong WSN

- Bảo mật trong WSN bao gồm mã hóa, xác thực và các phương pháp bảo vệ dữ liệu khi truyền tải.
- Đảm bảo rằng dữ liệu không bị giả mạo hoặc bị xâm nhập bởi các đối tượng không hợp lệ.



Các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế WSN

- Các yếu tố như khả năng mở rộng, mức tiêu thụ năng lượng và độ tin cậy mạng ảnh hưởng đến thiết kế của WSN.
- Các ứng dụng khác nhau yêu cầu các yêu cầu thiết kế khác nhau.

Định vị trong WSN

- Vị trí của các nút cảm biến trong WSN là rất quan trọng, đặc biệt là trong các ứng dụng giám sát môi trường hoặc phát hiện sự kiện.
- Phương pháp xác định vị trí có thể sử dụng các tín hiệu vô tuyến từ các điểm cố định.

Tính mở rộng trong WSN

- WSN phải có khả năng mở rộng để đáp ứng với số lượng nút cảm biến ngày càng tăng.
- Các giao thức và kiến trúc mạng phải có khả năng xử lý hiệu quả số lượng nút lớn.

Sự phát triển và xu hướng trong WSN

- Với sự phát triển của công nghệ, WSN đang được cải tiến để đáp ứng với các yêu cầu mới như kết nối IoT, sử dụng AI để phân tích dữ liệu cảm biến – AIoT.
- Các ứng dụng ngày càng trở nên đa dạng và phức tạp hơn.

Tính tương thích và sự phát triển của WSN

- Các mạng cảm biến không dây cần phải tương thích với các hệ thống hiện có và có thể hỗ trợ các ứng dụng từ các lĩnh vực khác nhau.
- Sự phát triển của các tiêu chuẩn và giao thức mới là rất quan trọng trong việc thúc đẩy sự phát triển của WSN.

Tính cộng tác trong WSN

- Các nút cảm biến trong WSN cần phải có khả năng cộng tác để thực hiện nhiệm vụ giám sát và phân tích dữ liệu.
- Sự cộng tác giữa các nút giúp giảm thiểu việc truyền tải dữ liệu không cần thiết, tiết kiệm năng lượng.

Các thách thức đối với WSN

- Một trong những thách thức lớn đối với WSN là tối ưu hóa sử dụng năng lượng trong các ứng dụng yêu cầu thời gian thực.
- Các giao thức, kỹ thuật bảo mật, và khả năng mở rộng đều cần phải được tối ưu để đáp ứng các yêu cầu.
- WSN có một số chuẩn là ISO 18000 – 7, 6 lowpan và WirelessHART. Một số chuẩn khác đang được nghiên cứu bởi các nhà nghiên cứu như ZigBee, Wibree.

Các yêu cầu của mạng cảm biến không dây

- Mạng cảm biến không dây (WSN) phải đáp ứng các yêu cầu như:
 - **Giá thành rẻ**, vì mạng này sẽ thường xuyên được triển khai ở những khu vực rộng lớn, nhiều thiết bị.
 - **Dễ lập trình và cấu hình**, giúp người dùng có thể dễ dàng cài đặt và duy trì mạng.
 - **Tuổi thọ lâu dài** của các nút cảm biến, vì các nút này hoạt động chủ yếu bằng **pin** và không thể thay pin thường xuyên.
 - **Cảm nhận chính xác và thực hiện tốt các chức năng**: Các nút cảm biến phải có khả năng thu thập thông tin và cảm nhận các **tham số vật lý** như:

So sánh giữa Mạng MANET và Mạng WSN

Đặc điểm	Mạng MANET	Mạng WSN
Ứng dụng và thiết bị	Thiết bị mạnh (máy tính xách tay, PDA) với nguồn pin lớn, hỗ trợ truyền thông thoại, truy cập từ xa.	Sử dụng nhiều nút cảm biến nhỏ, có thể hoạt động trong nhiều điều kiện mật độ mạng khác nhau.
Tương tác với môi trường	Không có thay đổi đột biến trong lưu lượng mạng; sử dụng cho các ứng dụng thông thường.	Lưu lượng thay đổi đột ngột, ví dụ: tăng cao khi có sự kiện như mưa, bão.
Quy mô mạng	Thường dùng trong phạm vi nhỏ với số lượng nút ít hơn.	Sử dụng cho giám sát số lượng thực thể lớn, lên đến hàng nghìn, hàng trăm nghìn nút.
Năng lượng	Quan tâm đến hiệu quả năng lượng, nhưng ít nghiêm ngặt hơn so với WSN.	Năng lượng là yếu tố quan trọng, cần tối ưu để duy trì thời gian hoạt động dài lâu.

So sánh giữa Mạng MANET và Mạng WSN

Đặc điểm	Mạng MANET	Mạng WSN
Tự cấu hình	Mạng tự cấu hình, nhưng có thể đòi hỏi giải pháp khác nhau vì lưu lượng và năng lượng.	Cũng yêu cầu tự cấu hình, nhưng yêu cầu giải pháp đặc biệt cho các đặc tính như lưu lượng và năng lượng.
Độ tin cậy và chất lượng dịch vụ	Độ tin cậy cao trong mỗi nút; chất lượng dịch vụ phụ thuộc vào ứng dụng truyền thống.	Nút đơn không quan trọng; chất lượng dịch vụ là yêu cầu mới và tiêu tốn năng lượng.
Trung tâm dữ liệu	Không liên quan đến MANET.	Cần các giao thức trung tâm dữ liệu dự phòng cho các nút cảm biến
Dịch chuyển	Các nút di chuyển và thay đổi có thể gây khó khăn trong quản lý.	có thể di chuyển của nút cảm biến, nhưng chủ yếu được thiết kế để giám sát

So sánh giữa Mạng FIELDBUS và Mạng WSN

Đặc điểm	Mạng Fieldbus	Mạng WSN
Mục đích sử dụng	Dùng trong các ứng dụng điều khiển, đặc biệt trong tự động hóa nhà máy, mạng onboard trong xe hơi.	Dùng để giám sát và thu thập dữ liệu từ môi trường vật lý.
Thời gian thực	Yêu cầu rất nghiêm ngặt về thời gian thực và dung sai lỗi định sẵn.	Không chú trọng vào thời gian thực, có thể chịu được độ trễ.
Loại mạng	Hữu tuyến, chủ yếu sử dụng các lớp vật lý,	Thường là mạng vô tuyến,
Giao tiếp qua các nút trung gian	Tránh giao tiếp qua nhiều bước, hạn chế trễ khi đi qua các nút trung gian.	Có thể có nhiều bước giao tiếp và trễ khi dữ liệu qua nút trung gian.

So sánh giữa Mạng FIELDBUS và Mạng WSN

Đặc điểm	Mạng Fieldbus	Mạng WSN
Tiêu thụ năng lượng	Không chú trọng đến việc tiết kiệm năng lượng.	Tập trung vào việc tối ưu hóa năng lượng, bảo tồn năng lượng cho các nút cảm biến.
Giao thức	Không có chuẩn bị để bảo vệ năng lượng; giao thức thường không tối ưu tiết kiệm năng lượng.	Các giao thức được thiết kế để giảm thiểu việc sử dụng năng lượng.
Môi trường hoạt động	Thường hoạt động trong các môi trường có yêu cầu điều khiển nghiêm ngặt	Có thể hoạt động trong các môi trường không gian rộng, cần giám sát và thu thập dữ liệu từ xa.
Sử dụng dữ liệu cảm biến	Thu thập dữ liệu cảm biến và sử dụng trực tiếp trong vòng điều khiển.	Thu thập dữ liệu cảm biến và sử dụng cho các ứng dụng giám sát hoặc phân tích.