

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP GIÁM SÁT (XÂM THỰC MẶN VÙNG VEN BIỂN) MÔI TRƯỜNG THÔNG QUA MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY SỬ DỤNG BỘ MẠCH ARDUINO

Nguyễn Anh Tuấn¹, Nguyễn Đình Chính², Lê Trung Thành¹

Tóm tắt: Trong hơn một thập kỷ nghiên cứu và phát triển chuyên sâu, công nghệ cảm biến không dây được xem như là một giải pháp sáng tạo cho nhiều ứng dụng. Trong bài báo này chúng tôi mô tả một hệ thống cảm biến không dây được phát triển sử dụng các nền tảng phần cứng mã nguồn mở Arduino. Hệ thống có chi phí thấp và khả năng mở rộng cao về cả loại cảm biến và số lượng nút cảm biến, cũng như mức độ phù hợp với nhiều ứng dụng liên quan tới công tác giám sát môi trường. Trong nghiên cứu này chúng tôi trình bày kiến trúc tổng quan và thiết kế phần mềm, phần cứng của hệ thống quan trắc độ xâm nhập mặn ở vùng ven biển.

Từ khóa: Arduino, giám sát môi trường, mạng cảm biến không dây, xâm nhập mặn, zigbee.

Ban Biên tập nhận bài: 12/09/2019 Ngày phản biện xong: 08/11/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

1. Giới thiệu

Trong hơn một thập kỷ nghiên cứu và phát triển chuyên sâu, công nghệ cảm biến không dây được xem như là một giải pháp sáng tạo cho nhiều ứng dụng [1]. Các nghiên cứu về mạng cảm biến và hệ thống vật lý không gian mạngban đầu tập trung phát triển các công nghệ đổi mới bằng cách giải quyết vô số các thách thức kỹ thuật như định tuyến đa liên kết, truyền thông trù tượng, các phần mềm trung gian, hệ điều hành, ngôn ngữ trù tượng và chia sẻ dữ liệu. Gần đây do sự phát triển của công nghệ vi cơ điện tử (MEMS), công nghệ truyền thông vô tuyến và lĩnh vực vi xử lý, xử lý tín hiệu và hệ điều hành nhúng cho phép phát triển các nút cảm biến đa chức năng có giá thành thấp, tiêu tốn ít năng lượng, kích thước nhỏ, truyền thông vô tuyến và rất linh hoạt. Các nút cảm biến nhỏ này gồm có thành phần cảm biến, bộ xử lý dữ liệu và bộ thu phát vô tuyến. Hoạt động của mạng cảm biến dựa trên sự kết hợp tương tác của một số lượng lớn các nút với phân bố mật độ nút cao nên mạng có thể triển khai rộng khắp trong một

vùng diện tích rộng lớn với mật độ cao hay thấp tùy vào từng ứng dụng cụ thể.

Hầu hết hiện nay các mạng cảm biến không dây sử dụng theo chuẩn ZigBee (một chuẩn của IEEE được sử dụng rộng rãi hiện nay). Mạng cảm biến bao gồm các nút mạng (*End Device* và *Router*) có nhiệm vụ thu thập và gửi dữ liệu thu được về nút điều phối (*Coordinator*). Nút điều phối sẽ gửi dữ liệu này về một server trên mạng Internet, tại đây dữ liệu sẽ được lưu trữ trên cơ sở dữ liệu, xử lý, cập nhật và đưa ra quyết định thi hành cụ thể theo từng trường hợp. Tần số hoạt động của mạng cảm biến vô tuyến ở các dải tần số công nghiệp 868 MHz, 915 MHz và 2,4 GHz. Pin sử dụng cho nút mạng kéo dài trung bình từ 1 đến 2 năm, để truyền dữ liệu đi xa có thể đặt thêm nút *End Device* và *Router* trong mạng. Mỗi nút mạng với chức năng cảm biến có khả năng tự cấu hình một mạng vô tuyến, các nút cảm biến đọc dữ liệu đã được xử lý, đóng gói và truyền về nút điều phối, nút điều phối sẽ truyền dữ liệu nhận được về cơ sở dữ liệu trên Internet. Các hoạt động chính diễn ra tại đơn vị này: Giao tiếp

¹Khoa Quốc tế, Đại học Quốc gia Hà Nội, Nhà G7, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy Hà Nội

²Trường Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy Hà Nội
Email: tuanna@isvnu.vn

với mạng cảm biến, thu thập tham số cần quan trắc vào cơ sở dữ liệu, điều khiển và giao tiếp thiết bị ngoại vi, đóng gói dữ liệu thu được từ mạng cảm biến và truyền lên Internet. Nghiên cứu này tập trung đề xuất một cấu trúc mạng cảm biến không dây phục vụ giám sát các tai biến thiên nhiên sử dụng bo mạch Arduino nhằm giúp giảm chi phí, tăng tốc độ truyền dữ liệu, dễ dàng mở rộng phạm vi quan trắc.

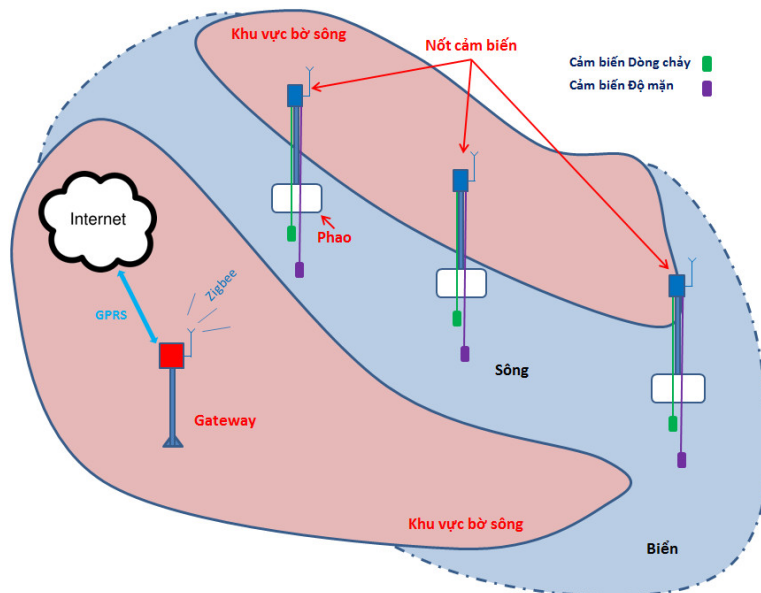
2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp để xây dựng một hệ thống mạng cảm biến không dây (WSN) yêu cầu cần phải phát triển và tích hợp gồm nhiều các phần mềm và phần cứng. Hình 1 mô tả kiến trúc tổng thể của một hệ thống giám sát môi trường đã được nhóm nghiên cứu đề xuất.

Hệ thống bao gồm phần cứng được thiết kế dựa trên bộ vi xử lý AVR để nhận và chuyển tải các nút dữ liệu mạng cảm biến không dây thông qua việc mở rộng các mô đun Zigbee và GPRS. Trong hệ thống WSN các nút và các cổng được

đặt tại các khu vực không thể tiếp cận, do đó việc bảo tồn năng lượng là một chỉ số quan trọng. Các cổng sử dụng công nghệ Zigbee cho bảo toàn năng lượng như giao thức IEEE 802.11.15.4. Các dữ liệu thông qua mạng Zigbee được tải lên trung tâm giám sát thông qua mạng GPRS.

Các dữ liệu quan trắc thu được từ các nút cảm biến sẽ được căn chỉnh và tiền xử lý sau đó được đóng gói, truyền về Gateway thông qua giao thức ZigBee để dữ liệu có thể truyền đi xa thông qua một mạng lưới các thiết bị trung gian, tiêu tốn điện năng và công suất thấp; các dữ liệu này được xử lý bởi Data Logger (chuyển đổi tín hiệu ADC, SPI, I2C...). Dữ liệu sau khi được xử lý sẽ được lưu trữ và quản lý bởi một hệ cơ sở dữ liệu quan hệ MySQL. Người dùng sẽ truy cập vào dữ liệu và nút cảm biến thông qua các dịch vụ Web Service và các ứng dụng di động bởi giao thức API để đưa ra các quyết định cảnh báo nguy cơ tai biến thiên nhiên [3-4].



Hình 1. Kiến trúc tổng quan của hệ thống

Mô hình này bao gồm các nút mạng cảm biến và nút điều phối (Gateway) được kết nối không dây với nhau. Các nút cảm biến được thiết kế để đo 2 thông số lưu lượng dòng chảy và độ mặn đó của môi trường. Nút mạng được lắp trên một đế phao nổi trên sông và kết nối không dây với nút điều phối được đặt trên bờ. Kết nối mạng

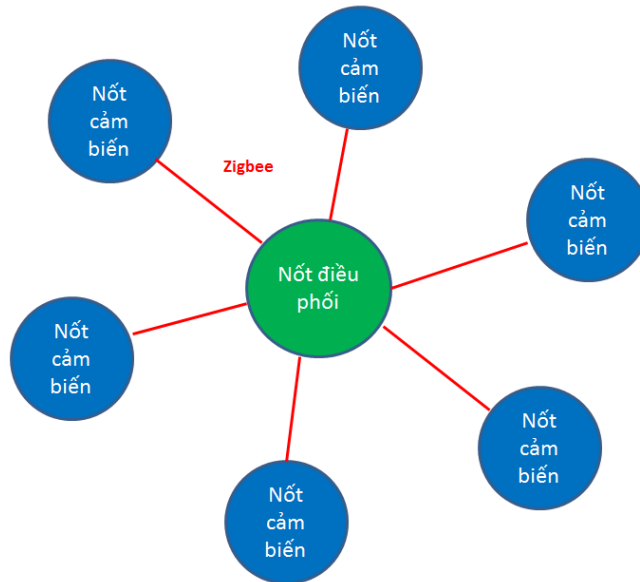
không dây được sử dụng trong nghiên cứu này là chuẩn truyền thông không dây Zigbee và được thiết lập theo mô hình mạng hình sao như trình bày trong Hình 2.

Các thông tin chi tiết của mạng được trình bày sau đây: Zigbee là một tiêu chuẩn mạng lưới không dây chi phí thấp, năng lượng thấp, nhằm

vào các thiết bị chạy bằng pin trong các ứng dụng điều khiển và giám sát không dây. Zigbee cung cấp thông tin liên lạc có độ trễ thấp thường được tích hợp với radio vavi điều khiển. Zigbee hoạt động trong các băng tần vô tuyến công nghiệp, khoa học và y tế (ISM): 2,4 GHz trong hầu hết các khu vực pháp lý trên toàn thế giới; mặc dù một số thiết bị cũng sử dụng 784 MHz ở Trung Quốc, 868 MHz ở châu Âu và 915 MHz ở Mỹ và Úc, tuy nhiên ngay cả những khu vực và quốc gia đó vẫn sử dụng 2,4 GHz cho hầu hết các thiết bị Zigbee thương mại để sử dụng tại nhà. Tốc độ dữ liệu thay đổi từ 20 kb/s (băng tần 868 MHz) đến 250 kb/s (băng tần 2,4 GHz). Zigbee xây dựng trên lớp vật lý và điều khiển truy cập phương tiện được xác định trong chuẩn 802.11.15.4 của IEEE cho các mạng khu vực cá nhân không dây tốc độ thấp (WPANs). Thông số kỹ thuật bao gồm bốn thành phần chính bổ sung:

lớp mạng, lớp ứng dụng, đối tượng thiết bị Zigbee (ZDOs) và các đối tượng ứng dụng do nhà sản xuất xác định. ZDO chịu trách nhiệm cho một số nhiệm vụ, bao gồm theo dõi vai trò của thiết bị, quản lý các yêu cầu tham gia mạng, cũng như khám phá và bảo mật thiết bị.

Lớp mạng Zigbee vốn hỗ trợ cả mạng sao và mạng cây và mạng lưới chung. Mỗi mạng phải có một thiết bị điều phối. Trong các mạng sao, điều phối viên phải là nút trung tâm. Cả cây và mạng lưới đều cho phép sử dụng bộ định tuyến Zigbee để mở rộng giao tiếp ở cấp độ mạng. Một tính năng xác định khác của Zigbee là các phương tiện để thực hiện liên lạc an toàn, bảo vệ việc thiết lập và vận chuyển các khóa mật mã, khung mã hóa và thiết bị điều khiển. Nó được xây dựng trên khung bảo mật cơ bản được xác định trong IEEE 802.15.4 [5].



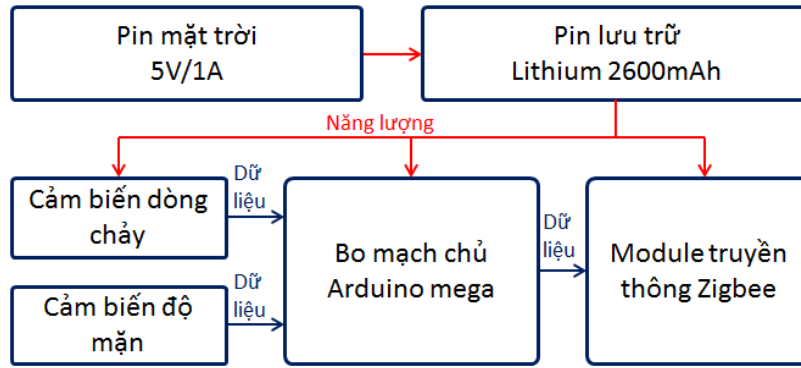
Hình 2. Mô hình mạng Zigbee dạng hình sao

3. Kết quả

3.1 Thiết kế node cảm biến

Trong nghiên cứu này nhóm phát triển mạng cảm biến sử dụng bo mạch chủ Arduino được thiết kế như sơ đồ trong Hình 3. Nút cảm biến bao gồm các thành phần: Bo mạch chủ Arduino

Mega giống như trên nút điều phối, Module truyền thông Zigbee được cấu hình với vai trò là End Device, 2 cảm biến gồm cảm biến lưu lượng dòng chảy và cảm biến độ mặn, nguồn cấp gồm Pin lưu trữ và Pin năng lượng mặt trời (Hình 4) [2].

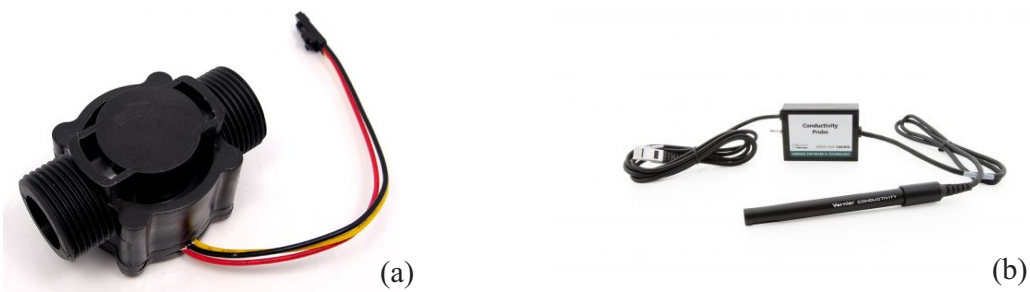


Hình 3. Kiến trúc nút cảm biến

Nghiên cứu này sử dụng cảm biến lưu lượng dòng chảy YF-S201. Trong khi có dòng chảy đi qua cảm biến sẽ làm quay động cơ từ tính trong cảm biến, tốc độ quay của động cơ sẽ tỉ lệ với tốc độ dòng chảy. Hiệu ứng trường của động cơ sẽ đưa ra các xung tín hiệu từ đó sẽ xác định được lưu lượng dòng chảy. Cảm biến lưu lượng dòng chảy có các đặc điểm sau: đường kính nội: 11mm; đường kính bên ngoài: 20mm; kháng áp lực nước: <math><1.75\text{ MPa}</math>; dải đo: 1-30L/min; dải điện áp hoạt động: 3.5~12V; dòng cung cấp: 15 mA (DC 5V); độ chính xác: $\pm 5\%$ (2~30L/min); công thức quy đổi: 1L = 450 sóng xung vuông.

Cảm biến độ mặn nghiên cứu sử dụng thiết bị đầu dò độ dẫn điện (Conductivity Probe) để xác định độ dẫn dung dịch và tổng nồng độ ion trong một phạm vi quan trắc. Đầu dò độ dẫn điện xác

định hàm lượng ion của dung dịch nước bằng cách đo độ dẫn của nó. Các đặc điểm của thiết bị đầu dò gồm dải đo và độ phân giải. Trong đo dải đo gồm: dải thấp: 0 đến 200SS/cm (0 đến 100mg/L TDS); dải trung: 0 đến 2000SS/cm (0 đến 1000mg/L TDS); dải cao: 0 đến 20.000 S/cm (0 đến 10.000 mg/L TDS). Độ phân giải: dải thấp: 0,1 μ S/cm (0,05 mg/L TDS); dải trung: 1 μ S/cm (0,5 mg/L TDS); dải cao 10 μ S/cm (5 mg/L TDS). Đối với thiết bị đầu dò độ dẫn điện này thì thời gian phản hồi nhanh: đạt 98% giá trị đầy đủ trong vòng chưa đầy 5 giây; hiệu chuẩn nhanh chóng và dễ dàng sử dụng; bù nhiệt độ tích hợp cho phép hiệu chỉnh đầu dò trong phòng thí nghiệm, sau đó thực hiện các phép đo ngoài trời mà thay đổi nhiệt độ không ảnh hưởng đến dữ liệu.

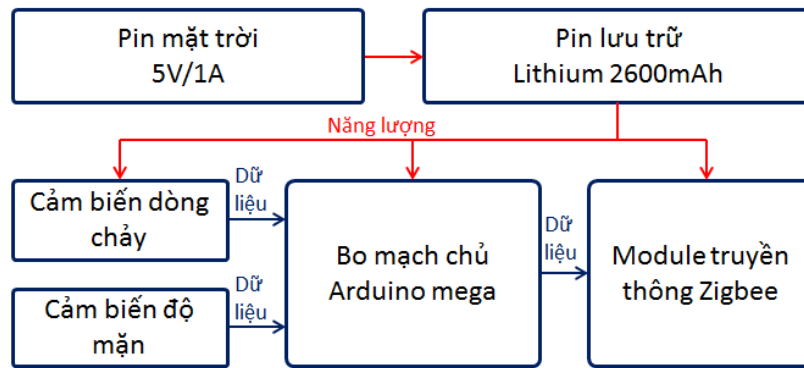


Hình 4. (a) cảm biến dòng chảy; (b) cảm biến độ mặn

3.2 Thiết kế nút điều phối (Gateway)

Trong nghiên cứu này nút gateway được thiết kế gồm các thành phần: Bo mạch chủ Arduino Mega, Module truyền thông Zigbee, Module

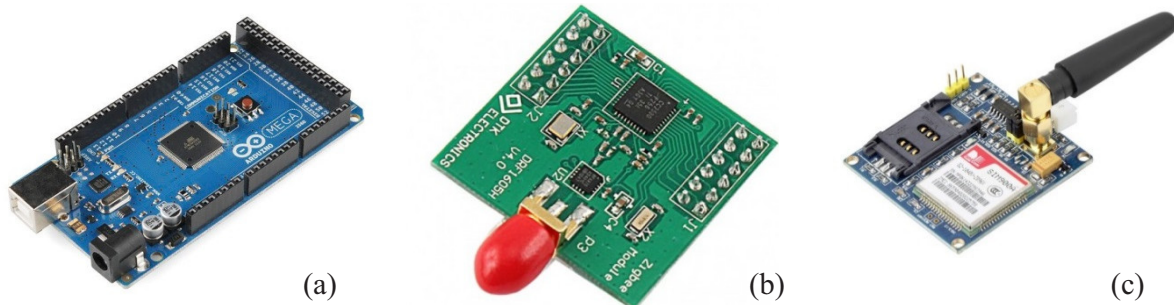
SIM - GPRS, và bộ cấp năng lượng gồm pin lưu trữ và pin mặt trời (Hình 6). Sơ đồ thiết kế của nút gateway được trình bày như trong hình 5.



Hình 5. Kiến trúc nút gateway

Trong đó bo mạch chủ Arduino Mega gồm chip xử lý ATmega2560 cung cấp đầy đủ các kết nối cơ bản cho các thiết bị ngoại vi như: Digital, Analog, UART, SPI, I2C, USB. Bo mạch hoạt động tại tần số thạch anh 16Mhz. Mô đun truyền thông Zigbee DRF1605 gồm chip CC2530; hoạt động tại tần số 2.4 GHz; nguồn cấp 3.3V; sử dụng giao tiếp UART với vi điều khiển; có thể cấu hình với các vai trò: Coordinator, Router và

End device; khoảng cách truyền line-of-sight là 1000m. Mô đun SIM 900A được sử dụng để truyền thông dữ liệu từ cảm biến được truyền về từ các nút cảm biến lên trên mạng Internet nhằm mục đích giám sát dữ liệu từ xa. Mô đun hoạt động ở 2 băng tần 900/1900 MHz, xây dựng dựa trên Sim900A của hãng SIMCOM; nguồn cấp 5V; sử dụng giao tiếp UART với vi điều khiển.



Hình 6. (a) Bo mạch chủ Arduino Mega; (b) Module Zigbee DRF1605; (c) Module SIM 900A

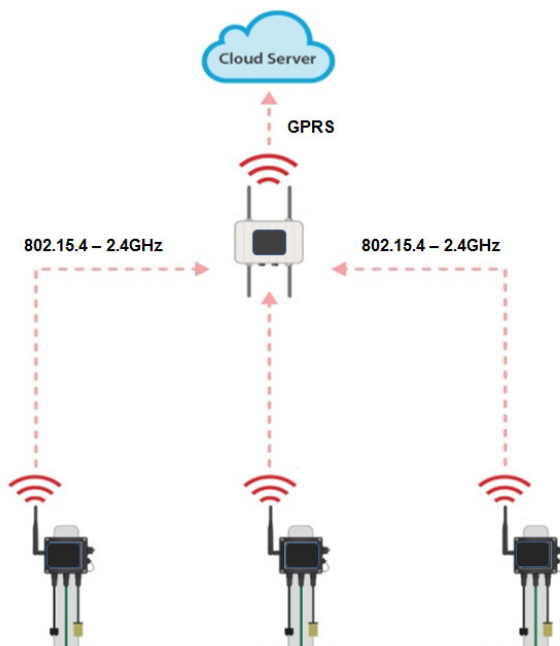
3.3 Giải pháp truyền dữ liệu quan trắc lên Internet

Nghiên cứu này đề xuất xây dựng một mô hình mạng cảm biến sử dụng các công nghệ như đã đề cập ở phần trên kết hợp với phần mềm theo dõi và cảnh báo ngưỡng các chỉ số đo được cài đặt tại trung tâm giám sát tập trung.

Hệ thống sẽ gồm hai thành phần chính về mặt phần cứng là các thiết bị nút cảm biến và Gateway. Các nút cảm biến được trang bị cảm biến đo lưu lượng dòng chảy và cảm biến độ mặn. Các nút cảm biến sẽ thu thập dữ liệu từ các cảm biến, sau đó sẽ truyền dữ liệu đo được về thiết bị

trung tâm gọi là Gateway thông qua chuẩn truyền thông Zigbee; từ đây, dữ liệu sẽ được truyền lên Cloud Server thông qua chuẩn truyền thông GPRS. Cloud Server có chức năng lưu trữ như một hệ CSDL đo.

Trong nghiên cứu này trình bày về cách giao tiếp, như mô tả trong Hình 7, nghiên cứu sẽ triển khai chủ yếu sử dụng giao thức truyền 802.15.4 (hoặc Zigbee) để kết nối giữa nút cảm biến và Gateway và một giao thức GPRS giữa Gateway và Cloud Server. Dữ liệu từ Cloud Server có thể được khai thác thông qua Web Server và các API trên nền tảng di động.



Hình 7. Sơ đồ đầu nối dùng giao thức truyền 802.15.4/Zigbee tại nốt cảm biến và GPRS tại đầu Gateway

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã trình bày đề xuất giải pháp xây dựng mạng cảm biến không dây đa chặng giám sát xâm nhập mặn vùng ven biển với bo mạch Arduino và một số phần mềm mã nguồn

mở. Hệ thống có khả năng mở rộng kiến trúc với nhiều cảm biến, làm cơ sở để xây dựng một hệ thống cảnh báo IoT hoàn chỉnh hỗ trợ công tác dự báo tai biến thiên nhiên.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Văn phòng Chương trình KH&CN cấp Quốc gia về TNMT&BĐKH - Bộ Tài nguyên và Môi trường, Khoa Quốc tế-ĐHQGHN đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu thiết kế mạng thông tin cảm biến không dây đa chặng và xây dựng cổng thông tin tích hợp hệ thống quan trắc môi trường và một số yếu tố khí tượng thủy văn phục vụ giám sát môi trường và cảnh báo thiên tai” mã số BĐKH.30/16-20.

Tài liệu tham khảo

1. Ferdoush, S., Li, X., (2014), *Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications*. *Procedia Computer Science*, 34, 103-110.
2. Ammari, Habib, M., (2014), *The Art of Wireless Sensor Networks*. *Signals and Communication Technology*, Springer, 1, Fundamentals.
3. Hussain, S., Schofield, N., Matin, A.W., (2006), *Design of a Web-based Application for Wireless Sensor Networks*. *The 17th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, 319-326.
4. Wei, X., Liu, J., Zhang, G., (2010), *Applications of web technology in wireless sensor network*. *The 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT)*, 227-230.
5. <http://www.zigbee.org/>

WIRELESS SENSOR NETWORK SYSTEM SOLUTION STUDY FOR MONITORING SALINE INTRUSION USING ARDUINO

Nguyen Anh Tuan¹, Nguyen Dinh Chinh², Le Trung Thanh¹

¹Vietnam National University - International School

²Vietnam National University - University of Engineering and Technology

Abstract: *In the more than a decade of intensive research and development, wireless sensor network technology was a best solution to many innovative applications. In this paper, we suggest a wireless sensor network system using open-source hardware platform Arduino. The system is low cost and high ability of extension both in terms of the type of sensors and the number of sensor nodes, also the suite ability for applications related to environmental monitoring. In this research we present the overall architecture and design of software and hardware components of the salinity monitoring system in the coast areas.*

Keywords: *Arduino, environmental monitoring, wireless sensor network, salinity intrusion, zig-bee.*