

GIẢI MÃ SÁNG CHẾ VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY ỨNG DỤNG IOT TRONG NUÔI TÔM NƯỚC LỢ Ở VIỆT NAM

DECODING THE PATENT OF WIRELESS SENSOR NETWORKS (IoT) TO BE APPLIED IN BRACKISH SHRIMP FARMING IN VIETNAM

Nguyễn Hữu Phát¹, Trần Quang Vinh¹, Phạm Ngọc Hiếu², Nguyễn Trọng Hiếu², Nguyễn Đức Trung¹

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; phat.nguyenhuu@hust.edu.vn, vinhtq@hust.edu.vn, dactrung18@yahoo.de

²Viện Nghiên cứu sáng chế và Khai thác công nghệ - MOST; hieupn@most.gov.vn, nthieu@most.gov.vn

Tóm tắt - Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ đặc biệt hướng tới cách mạng 4.0 việc nghiên cứu giải mã các công nghệ là điều tất yếu. Trong những năm gần đây việc ứng dụng công nghệ thông minh trong nuôi trồng thủy hải sản đang được áp dụng rộng rãi. Do đó, nhóm tác giả tập trung vào giải mã các công nghệ thông minh ứng dụng trong nuôi tôm, đặc biệt là tôm chân trắng một trong những loại hải sản được nuôi trồng trên cả nước. Bài báo tập trung tổng hợp việc giải mã các công nghệ thông minh trong nuôi trồng thủy hải sản và đề ra một giải pháp tổng thể gồm cả phần cứng và phần mềm cho một hệ thống hoàn chỉnh. Trong bài báo, nhóm tác giả đặc biệt đề xuất việc giải mã công nghệ LoRa (Long Range Radio) một công nghệ mới trong truyền thông. Các kết quả thử nghiệm chứng minh công nghệ này hoàn toàn có khả năng thay thế và áp dụng cho truyền thông trong mạng cảm biến không dây.

Từ khóa - mạng cảm biến không dây; giải mã công nghệ; tôm chân trắng; công nghệ LoRa; năng lượng tiêu tốn.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay mạng cảm biến không dây đang được triển khai rộng khắp trong nông nghiệp cũng như thủy sản công nghệ cao trên cả nước. Việc đo đạc các thông số môi trường trong nuôi cá tra sử dụng các thiết bị trong phòng thí nghiệm đã được thử nghiệm trong [1]. Trên cơ sở đó tác giả đề xuất các giải pháp nhằm cải tạo nguồn nước để nâng cao chất lượng cá tra. Trong [2], [3], các tác giả đã xây dựng một hệ thống các cảm biến đo nồng độ pH và nhiệt độ cho nông nghiệp nhằm quản lý nguồn đất. Tuy nhiên hạn chế của hệ thống còn đơn giản và độ chính xác chưa cao. Để kiểm soát nguồn nước dinh hoạt hàng ngày một hệ thống ở Malawi được đề xuất [4]. Đánh giá trên các thiết bị đơn lẻ hệ thống đã tiết kiệm năng lượng và có độ chính xác cao. Tuy nhiên nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở mức thử nghiệm. Bên cạnh đó một hệ thống mạng cảm biến giám sát nguồn nước tại bãi biển Kuwait cũng được triển khai dựa trên việc đo nồng độ pH và ôxi [5].

Trong khi hoạt động quan trắc thông thường hiện tại chưa đáp ứng được yêu cầu cấp bách quản lý môi trường nuôi tôm chân trắng thực tế, thì việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ thông tin hệ cảm biến không dây giám sát môi trường ao nuôi tôm chân trắng khắc phục một số những hạn chế trong công tác quan trắc thực tại là một công việc hết sức có ý nghĩa đối với cộng đồng nuôi tôm thương phẩm công nghiệp.

Nhìn chung, các sản phẩm trên thị trường giá thành vẫn còn rất cao do chưa làm chủ hoàn toàn công nghệ, các hệ thống trong các trung tâm nghiên cứu và các phòng thí nghiệm đưa ra mới còn mang tính thử nghiệm, các nghiên cứu còn mang tính cục bộ riêng lẻ tùy theo từng điều kiện

Abstract - With the rapid development of science and technology, especially in orientation towards the 4.0 revolution, the conduct of researches into decoding new technologies is a matter-of-course. In recent years, the application of smart technologies in aquaculture has been widely applied. Therefore, we focus on decoding smart technologies used in farming shrimp, especially white shrimp, one of the marine species raised throughout the country. This paper focuses on the synthesis of smart technologies in aquaculture and provides a solution that includes both hardware and software to be implemented in a completed system. In this paper, we specially propose the decoding of the LoRa technology - a new technology in communications. Results from experiments demonstrate that this technology is completely substitutable and applicable to communications in wireless sensor networks.

Key words - wireless sensor network; decoding technology; White shrimp; LoRa technology; energy consumption.

môi trường mà đưa ra các giải pháp khác nhau. Nhược điểm cơ bản của các hệ thống hiện có là:

- Các thiết bị tương đối đắt tiền, không linh hoạt do thiết bị cồng kềnh khó khăn trong việc di chuyển cũng như xử lý.
- Các thiết bị còn rời rạc đơn lẻ nên dữ liệu thu thập được chưa có tính thống kê cao và độ chính xác không cao. Điều này gây khó khăn trong việc tổng hợp báo cáo.
- Chưa tự động hóa việc lấy dữ liệu còn cần sự can thiệp từ phía con người nên kinh phí tốn kém. Dữ liệu không được cập nhật một cách liên tục.
- Các hệ thống đề xuất cũng chưa chú ý tới sự phát triển của các dòng điện thoại thông minh một trong các định hướng phát triển công nghệ cao vào nuôi trồng thủy sản.
- Chưa có bộ cơ sở dữ liệu chuẩn để có thể triển khai đại trà trên các sông hồ nuôi trồng thủy sản.

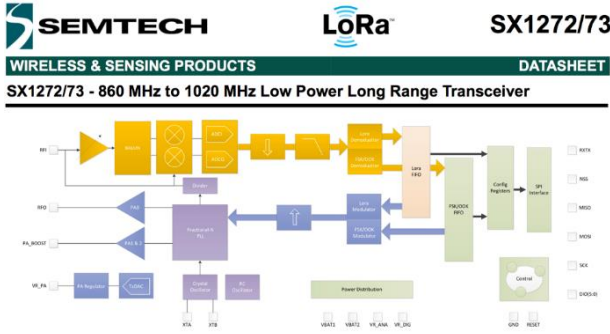
Trên cơ sở đó các đóng góp chính của bài báo gồm:

- Giải mã được sáng chế về công nghệ xử lý tín hiệu và công nghệ truyền thông không dây LoRa trong mạng cảm biến không dây;
- Nghiên cứu phát triển ứng dụng công nghệ mạng cảm biến không dây phù hợp trong truyền thông dữ liệu;
- Xây dựng một bộ cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc nuôi tôm nước lợ ở Việt Nam;
- Ứng dụng chuyển giao công nghệ cho doanh nghiệp trong lĩnh vực nuôi tôm nước lợ ở Việt Nam.

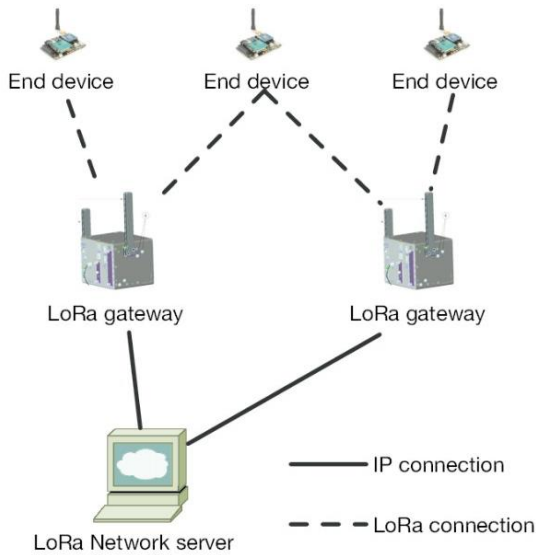
2. Phương pháp thực hiện

Trong bài báo này, công nghệ truyền thông mới LoRa sẽ lần đầu tiên được nhóm nghiên cứu triển khai cho hệ thống mạng cảm biến không dây. Với lợi thế truyền bằng

sóng vô tuyến theo phương thức P2P (peer to peer – mạng ngang hàng) không phụ thuộc vào các yêu cầu về cơ sở hạ tầng của nhà cung cấp dịch vụ, LoRa là công nghệ truyền thông không dây mới, được xây dựng để thiết lập kết nối vô tuyến ở khoảng cách rất xa (đến 10 km, trong tầm nhìn thẳng) cho các thiết bị thông minh trong bối cảnh phát triển ứng dụng IoT (Internet of Things) cho các thiết bị dùng nguồn pin, yêu cầu tiêu thụ năng lượng thấp như Hình 1.



Hình 1. Kiến trúc LoRa SX12xx [7]



Hình 2. Mô hình hệ thống IoT có sử dụng công nghệ LoRa

Hình 2, hệ thống IoT tích hợp LoRa gồm GateWay thu thập dữ liệu từ các thiết bị cảm biến sau đó truyền dữ liệu đến máy tính hoặc server kết nối mạng qua giao thức TCP/IP để lưu trữ và quản lý số liệu. Do vậy có 2 khối cơ bản cần phải giải mã:

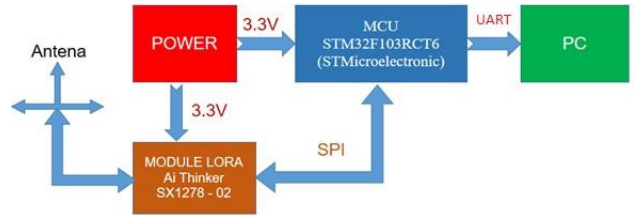
- Thiết bị gate way
- Thiết bị đầu cuối chứa đầu đo cảm biến tích hợp LoRa

Sử dụng công nghệ tiên tiến như LoRa là một nền tảng công nghệ không dây có công suất thấp và phạm vi xa, sử dụng giải tần miễn phí (unlicensed radio spectrum), phổ tần này được sử dụng trong các công nghiệp, khoa học và y tế (ISM band). Mục đích của tạo ra công nghệ LoRa là nhằm loại bỏ bộ lập, giảm giá thành thiết bị, tăng cường thời gian hoạt động, tăng cường năng lực của mạng và hỗ trợ cho số lượng lớn các thiết bị. Nó là một lớp vật lý, được sử dụng cho giao tiếp với khoảng cách lớn. Để tiết kiệm năng lượng, hầu hết công nghệ không dây sử dụng kỹ thuật điều chế tần số chuyển phím (FSK– Frequency Shift Key). LoRa là một kỹ thuật điều chế dựa trên kỹ thuật trải phổ và biến thể của

CSS (Chirp Spread Spectrum), được nghiên cứu và phát triển bởi Cycleo và được mua lại bởi công ty Semtech vào năm 2012. Công nghệ này giúp chúng ta có thể truyền dữ liệu với khoảng cách lên đến hàng km mà không cần các loại khuếch đại công suất và công nghệ. LoRa cung cấp một giải pháp tối ưu trong việc tạo ra đường truyền không dây an toàn, tiêu thụ năng lượng ít hơn và tiết kiệm năng lượng hơn so với công nghệ không dây khác. Mạng không dây sử dụng công nghệ LoRa sẽ cung cấp phạm vi phủ sóng rộng hơn so với mạng di động hiện có, là một phù hợp với thiết bị sử dụng pin.

2.1. Thiết kế thiết bị Gateway

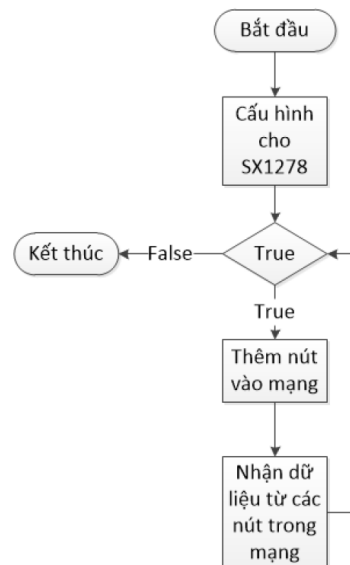
Hình 3 mô tả một cách khái quát về mối liên kết giữa các thành phần của hệ thống, chúng được tách ra làm 3 phần riêng biệt:



Hình 3. Sơ đồ các khối trong một Gateway

- Phần cung cấp năng lượng cho thiết bị làm nhiệm vụ cung cấp năng lượng, đảm bảo cho hệ thống hoạt động ổn định, giảm thiểu những ảnh hưởng đến từ nguồn nuôi bên ngoài làm hỏng thiết bị.
- Phần xử lý trung tâm: khối vi xử lý trung tâm thực hiện chức năng điều khiển module truyền thông LoRa hoạt động thông qua giao tiếp SPI, đưa dữ liệu nhận được từ module LoRa vào trong máy tính qua cổng USB.
- Phần truyền dữ liệu: bao gồm module LoRa và ăng ten qua điều khiển của vi xử lý nhận nhiệm vụ truyền nhận dữ liệu từ thiết bị có tích hợp LoRa. Từ các thông tin có trên sơ đồ khối của thiết bị, có thể đưa ra các phương án cụ thể để thiết kế, chế tạo thiết bị thực hiện đúng những yêu cầu.

Các phần này giao tiếp với nhau dựa trên lưu đồ thuật toán như Hình 4.

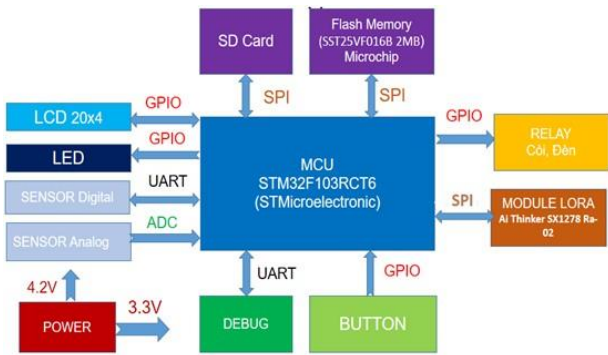


Hình 4. Lưu đồ thuật toán quá trình xử lý của Gateway

2.2. Thiết bị đầu cuối tích hợp Module LoRa

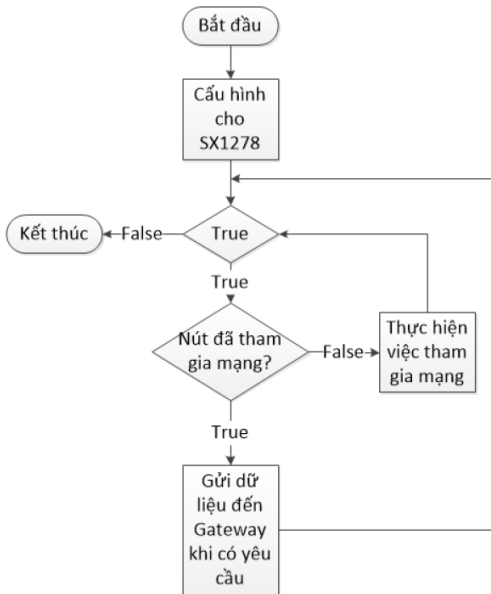
Hình 5, mô tả một cách khái quát về mối liên kết giữa các thành phần của hệ thống, chúng được tách ra làm 4 phần riêng biệt:

- Phần chi phối toàn bộ hệ thống: khối nguồn, khối xử lý trung tâm. Làm nhiệm vụ cung cấp năng lượng, điều phối các hoạt động nhằm đảm bảo cho hệ thống hoạt động đúng yêu cầu chức năng.
- Phần đầu vào khối cảm biến, thực hiện chức năng cung cấp dữ liệu từ cảm biến đưa vào cho khối xử lý trung tâm, làm điều kiện cho khối xử lý đưa ra các hoạt động điều khiển.
- Phần đầu ra khối truyền thông, cảnh báo, hiển thị làm nhiệm vụ truyền dữ liệu về máy chủ, cũng như đưa ra các tín hiệu điều khiển cho các phần ngoại vi thực hiện.
- Phần lưu trữ, làm nhiệm vụ lưu trữ dữ liệu cho cả hệ thống.



Hình 5. Sơ đồ các khối trong một thiết bị Node

Các phần này giao tiếp với nhau theo lưu đồ thuật toán Hình 6.



Hình 6. Lưu đồ thuật toán xử lý cho Node

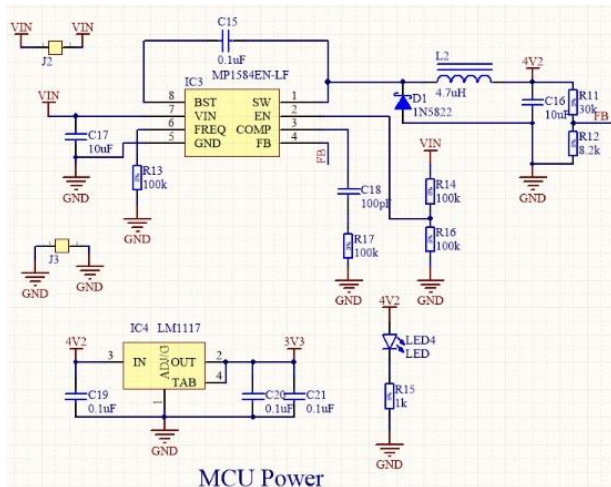
3. Giải mã module truyền thông

Trên cơ sở phân tích ở Mục 2, chúng ta lần lượt giải mã

các khối sau khi thiết kế hệ thống truyền thông không dây sử dụng công nghệ LoRa gồm:

- Khối nguồn

Làm nhiệm vụ cung cấp năng lượng cho toàn bộ hệ thống có sơ đồ nguyên lý như Hình 7.



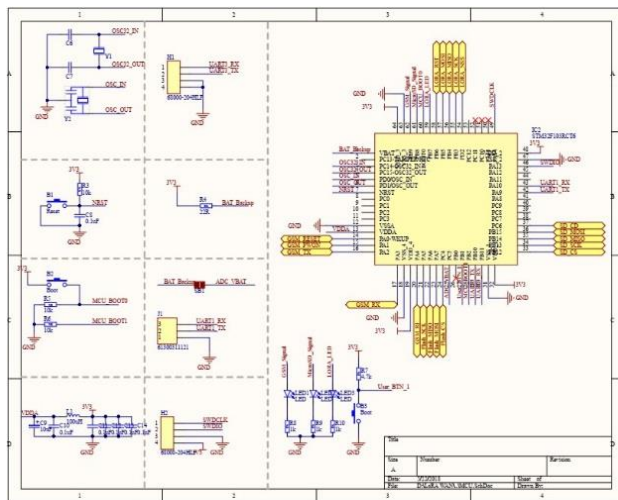
Hình 7. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn

- Khối xử lý trung tâm

Dùng ARM Cortex là một bộ xử lý thế hệ mới đưa ra một kiến trúc chuẩn cho nhu cầu đa dạng về công nghệ. Không giống như các chip ARM khác, dòng Cortex là một lõi xử lý hoàn thiện, đưa ra một chuẩn CPU và kiến trúc hệ thống chung. Sơ đồ nguyên lý như Hình 8.

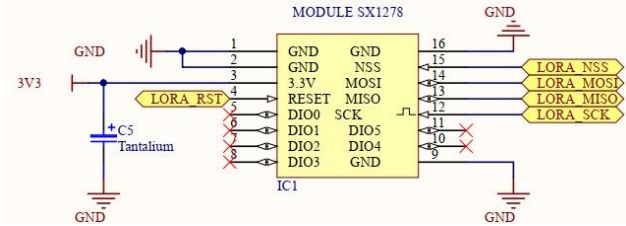
- Khối truyền thông

Khối truyền thông trên Hình 9 là khối đóng vai trò quan trọng nhất trong việc truyền tải dữ liệu giữa thiết bị và máy chủ. Phần truyền thông bao gồm module LoRa SX1278 kết nối với vi điều khiển qua giao tiếp SPI. Module LoRa Ai Thinker SX1278 kết nối với vi điều khiển qua giao tiếp SPI. Ở đây nguồn nuôi điện áp thấp 3.3V là một yếu tố góp phần tiết kiệm năng lượng cho module truyền thông.



Hình 8. Sơ đồ nguyên lý khối xử lý trung tâm STM32F103CT6

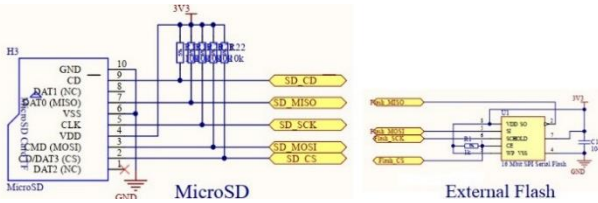
Trên cơ sở đó chúng tôi đã thiết kế xong mạch in và mạch thi công thật của hệ thống như Hình 13.



Hình 9. Sơ đồ kết nối module LoRa Ai Thinker SX1278 với VĐK STM32RCT6

• **Khối lưu trữ**

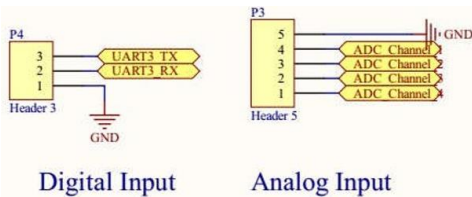
Phần truyền thông là khá quan trọng trong các thiết bị IoT hiện nay nhằm tạo ra một mạng lưới thu thập dữ liệu rộng lớn, tuy nhiên cũng không thể bỏ quên phần lưu trữ những dữ liệu đã thu được như trên Hình 10.



Hình 10. Sơ đồ nguyên lý khối lưu trữ

• **Khối giao tiếp ngoại vi (cảm biến)**

Gồm kết nối phần cứng và chuẩn giao tiếp (Protocol) giữa hai khối như Hình 11.



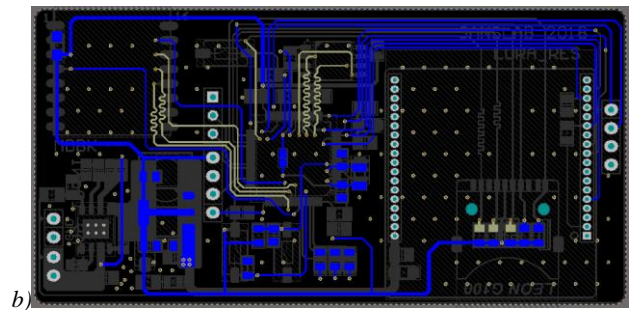
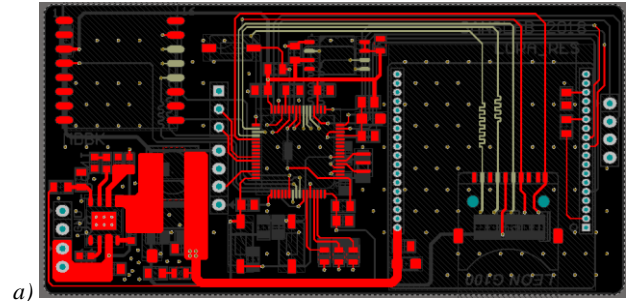
Hình 11. Sơ đồ nguyên lý đầu vào dữ liệu của các cảm biến

Chuẩn giao tiếp gồm các thông tin liên quan đến khung truyền gồm dấu hiệu bắt đầu khung truyền, loại khung truyền, kích thước khung truyền, số trường dữ liệu, kích thước mỗi trường dữ liệu, dấu hiệu kết thúc khung truyền.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Thiết kế mạch in

Sơ đồ nguyên lý tổng thể của mạch như Hình 12.

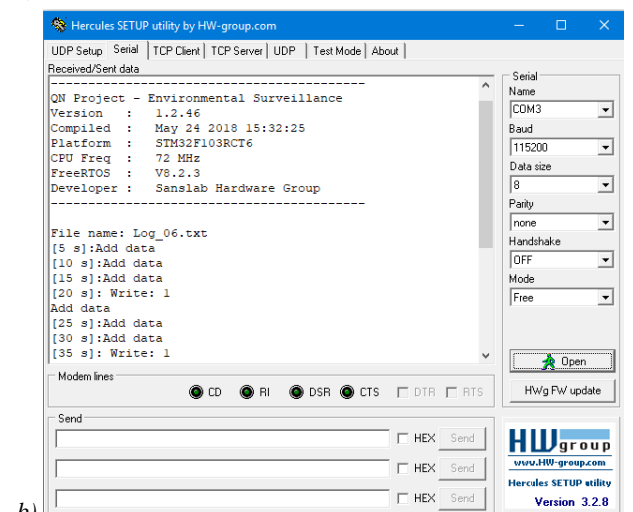
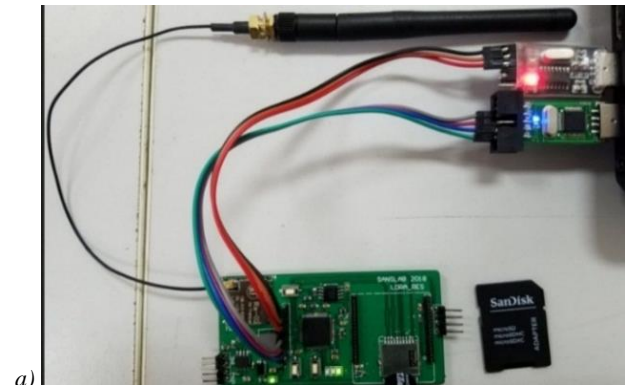


Hình 13. Mạch in của hệ thống: a) Top và b) Bottom.

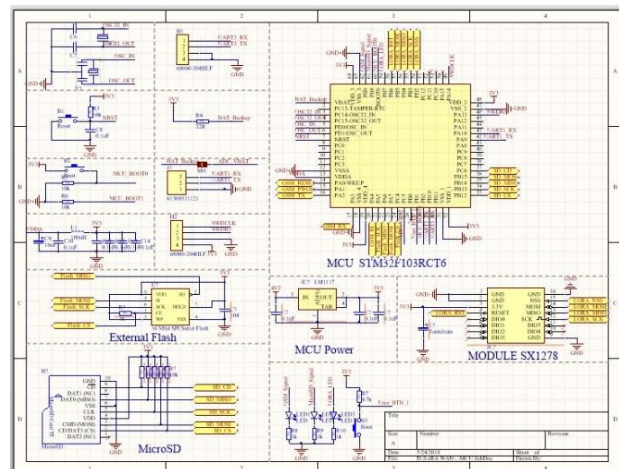
4.2. Kết quả thử nghiệm

Sau khi thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và thực tế ngoài trời chúng tôi đã đạt được một số kết quả như sau:

4.2.1. Kịch bản 1: Thử nghiệm với Firmware như Hình 14



b)



Hình 12. Sơ đồ nguyên lý tổng thể của mạch

| Time | Oxy | PH | Salt | Temp | NH3 | H2S |
|-----------------------|------|----|------|------|-----|------|
| [24/05/2018 05:17:28] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:17:33] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:17:38] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:17:43] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:17:48] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:17:53] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:17:58] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:03] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:08] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:13] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:18] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:23] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:28] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:33] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:38] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:43] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:48] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:53] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:18:58] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:04] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:09] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:14] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:19] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:24] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:29] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:34] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:39] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:44] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:49] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:54] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |
| [24/05/2018 05:19:59] | 7592 | 63 | 962 | 280 | 156 | 6423 |

Hình 14. Sơ mạch hoàn thiện: a) thử nghiệm Firmware, b) kết quả đạt được, và c) lưu trữ vào thẻ nhớ

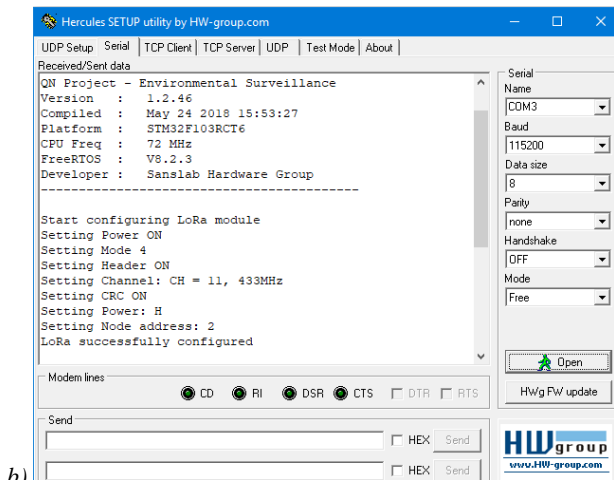
4.2.2. Kịch bản 2: Thử nghiệm với module truyền thông LoRa

Kết quả thể hiện như trên Hình 15. Đây là quá trình giao tiếp với module truyền thông LoRa AI Thinker SX1278 thành công, hiển thị thông báo các tham số cấu hình thành công và sẵn sàng gửi dữ liệu từ Node đến Gateway khi nhận lệnh.

Sau khi Node nhận dữ liệu và bắt đầu quá trình gửi dữ liệu đến Gateway. Gateway nhận được bản tin sẽ hiển thị lên phần mềm Hercules.



a)



b)

Hình 15. Thử nghiệm các node mạng: a) Thử nghiệm node mạng và b) kết quả đạt được

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày việc giải mã và ứng dụng công nghệ LoRa trong truyền thông. Mục tiêu của bài báo là thiết kế, chế tạo module truyền thông LoRa tích hợp vào thiết bị IoT, xây dựng một số thuật toán cho Node và Gateway để kết nối nhiều thiết bị thành một hệ thống mạng và kết nối với các hệ thống mạng khác để tạo thành một hệ thống IoT hoàn chỉnh. Hệ thống đạt được các kết quả như truyền dữ liệu giữa các thiết bị IoT tích hợp module LoRa với GateWay, xây dựng bản tin truyền và nhận có Protocol đã định sẵn, xây dựng được mạng hình sao sử dụng công nghệ truyền thông LoRa, truyền dữ liệu từ các nút đến gateway theo kết nối mạng hình sao, truyền nhận dữ liệu chính xác, ổn định, phát triển thuật toán đa truy nhập, tìm ra được các nguyên nhân gây mất dữ liệu và khắc phục. Từ kết quả có được trong quá trình kiểm thử, có thể đúc rút ra một số điểm yếu còn tồn tại cũng như phương hướng cải tiến để sản phẩm có độ hoàn thiện cao hơn dựa theo các thuật toán [8], [9].

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ trong đề tài “Nghiên cứu giải mã sáng chế về mạng cảm biến không dây để ứng dụng trong nuôi tôm nước lợ ở Việt Nam”, hợp đồng số 02/2018-VSCCN-ĐTCB.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Huỳnh Trường Giang, Vũ Ngọc Út, và Nguyễn Thanh Phương, “Biến động các yếu tố môi trường trong ao nuôi cá tra (Pangasianodon hypophthalmus) thâm canh ở An Giang”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 2008 (1):1-9.
- [2] Lê Đình Tuấn và Thái Đoàn Ngọc, “Xây dựng mạng cảm biến không dây trong nông nghiệp chính xác”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, số chuyên đề: Công nghệ Thông tin, 2013, 115-122.
- [3] H. Yunbing, “Research water quality monitoring by means of sensor network”, *J. of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 49, no. 1, 2013, pp. 126-130.
- [4] M. Zennaro, A. Floros, G. Dogan, T. Sun, Z. Cao, C. Huang, M. Bahader, and A. Bagula, “On the design of a Water Quality Wireless Sensor Network (WQWSN): an Application to Water Quality Monitoring in Malawi”, *Int’l Conf. Parallel Proc. Workshops*, Sept. 2009, pp. 330 – 336.
- [5] A. Alkandari, M. alnasheet, Y. Alabduljader, and S. M. Moein, “Wireless Sensor Network (WSN) for Water Monitoring System: Case Study of Kuwait Beaches”, *Int’l J. of Digital Infor. and Wireless Comm. (IJDWIC)*, vol. 1, no. 4, 2011, pp. 709-717.
- [6] G. Michael and M. Leonard, “Monitoring and control systems for the agricultural industry”, No. WO 2014/107797 A, July 2017.
- [7] SX1272, “SX1272/73 - 860 MHz to 1020 MHz Low Power Long Range Transceiver”, March 2017, pp. 1-129.
- [8] P. Nguyen Huu, V. Tran-Quang, and T. Miyoshi, “Multi-hop Reed-Solomon encoding scheme for image transmission on wireless sensor networks”, *4th Int’l Conf. Commun. Electron. (ICCE 2012)*, Hue, Vietnam, Aug. 2012, pp. 74-79.
- [9] V. Tran-Quang, P. Nguyen Huu, and T. Miyoshi, “Adaptive transmission range assignment algorithm for in-routing image compression on wireless sensor networks”, *3rd Int’l Conf. Commun. Electron. (ICCE 2010)*, Nha Trang, Vietnam, Aug. 2010.

(BBT nhận bài: 19/9/2018, hoàn tất thủ tục phân biên: 15/10/2018)