

CÔNG NGHỆ LORA VÀ ỨNG DỤNG TRONG NÔNG NGHIỆP CÔNG NGHỆ CAO

LORA TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN HIGH-TECH AGRICULTURE

Nguyễn Văn Đưa*, Nguyễn Hoàng Long, Phạm Đình Kha,
Trịnh Thị Thương, Nguyễn Việt Cảnh, Đỗ Trọng Tấn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày về thiết kế, xây dựng mạng cảm biến không dây sử dụng công nghệ truyền thông LORA cho bài toán giám sát và điều khiển trong nông nghiệp công nghệ cao. Các dữ liệu thu thập bao gồm: Nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất, ánh sáng. Dữ liệu thu thập được lưu trữ và truyền tải lên server trung tâm phục vụ việc giám sát và quản lý từ xa thông qua phần mềm được cài đặt trên điện thoại. Hệ thống thiết bị gồm các nút cảm biến, nút điều khiển cơ cấu chấp hành và bộ điều khiển trung tâm.

Từ khóa: Lora, nông nghiệp công nghệ cao, CSS.

ABSTRACT

This article presents about designing and establishing a wireless network using Lora technology for monitoring and controlling solutions in high-tech agriculture. Collected data consists of temperature, air humidity, soil humidity and light. The data is collected and transmitted to center server for remote monitoring and managing from a mobile application. The device system consists of sensor nodes, actuator controlling nodes and central control unit.

Keywords: Lora, high-tech agriculture, CSS.

Trung tâm Công nghệ vi điện tử và tin học, Viện Ứng dụng công nghệ

*Email: nguyenduabka@gmail.com

Ngày nhận bài: 10/12/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/02/2019

Ngày chấp nhận đăng: 25/02/2019

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nông nghiệp công nghệ cao là nền nông nghiệp được áp dụng các công nghệ tiên tiến nhằm mục đích cải thiện chất lượng, năng suất nông sản. Điều này có thể đạt được bằng cách giám sát các thông số liên quan đến sinh trưởng, phát triển của cây trồng như: ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm... Từ các thông số thu thập, có thể điều chỉnh lượng nước tưới, độ ẩm không khí hay cường độ ánh sáng phù hợp theo nhu cầu phát triển của cây trồng [1,2].

Hiện nay, các hướng nghiên cứu về ứng dụng công nghệ cao trong giám sát từ xa các thông số môi trường trong nông nghiệp thường sử dụng các công nghệ truyền thông truyền thống như: Zigbee, Wifi, GSM/GPRS, Bluetooth...[3,4,5]. Trong những công nghệ truyền thông

kể trên, công nghệ Wifi, Zigbee, Bluetooth có phạm vi hoạt động không cao từ 10 đến 100m. Với phạm vi hoạt động như vậy, các chuẩn truyền thông trên chỉ phù hợp cho việc giám sát trong một khu vực nhỏ. Khi khu vực giám sát lớn hoặc có nhiều khu vực, thì việc xây dựng mạng cảm biến trở lên phức tạp và tốn kém chi phí hơn. Bên cạnh đó, việc tiêu thụ nhiều năng lượng cũng dẫn đến thời lượng sử dụng pin của nút cảm biến bị giảm xuống.

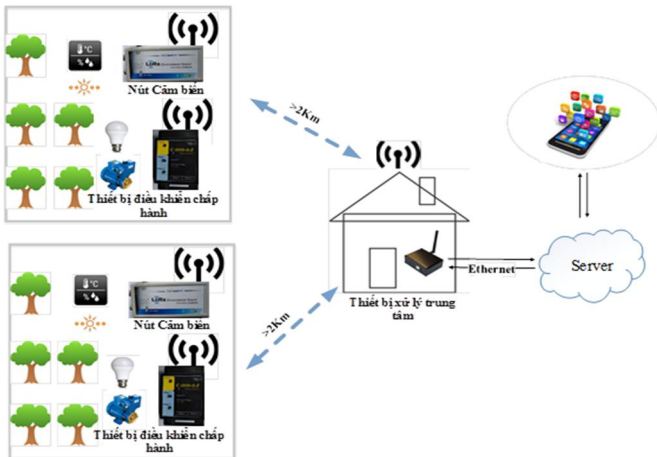
Nhằm mở rộng nhu cầu kết nối số lượng lớn cảm biến trên phạm vi rộng và tiêu thụ ít năng lượng phục vụ cho nhu cầu vận hành bảo trì, chuẩn truyền thông LORA đã ra đời với nhiều ưu điểm vượt trội so với các công nghệ sẵn có [6]. Công nghệ truyền thông LORA được phát triển bởi công ty STEMTECH từ năm 2013. Lora dựa trên phương pháp điều chế CSS (Chirp Spread Spectrum) với mục đích chính là tiết kiệm năng lượng tiêu thụ và tăng khoảng cách truyền thông. Kỹ thuật CSS đã được sử dụng trong quân sự và lĩnh vực hàng không vũ trụ trong nhiều thập kỷ trước bởi khoảng cách truyền thông lớn mà nó có thể đạt được [7]. Khoảng cách truyền thông có thể lên tới 2 - 20km và có thể hoạt động trên băng tần không phải cấp phép với tốc độ thấp từ 0,3 kbps đến 50kbps. Thời gian có thể duy trì kết nối và chia sẻ dữ liệu lên đến 10 năm với năng lượng pin [8]. Hiện nay, trong nước hướng nghiên cứu về công nghệ Lora còn khá mới mẻ. Điều này được thể hiện qua những bài báo, công trình nghiên cứu về công nghệ Lora và ứng dụng còn rất ít. Tiêu biểu trong đó có nhóm sinh viên Nguyễn Phú Cường và các bạn trường Đại học CNTT (Đại học Quốc gia HCM) đã có công trình ứng dụng công nghệ Lora trong việc chế tạo thiết bị đeo hỗ trợ tìm kiếm người bị nạn [9]. Do đó, việc xây dựng, thử nghiệm hệ thống LORA, đánh giá khả năng ứng dụng trong bài toán nông nghiệp công nghệ cao là rất cần thiết.

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công hệ thống mạng cảm biến và điều khiển không dây sử dụng chuẩn truyền thông LORA. Module LORA RA-02 (433MHz) được lựa chọn sử dụng. Kết quả thử nghiệm cho thấy, tốc độ truyền lớn nhất đạt được khi truyền 10 byte dữ liệu là 10,37s đạt được khi cấu hình hệ số trải phổ SF = 7 và độ rộng băng thông BW = 500kHz. Khoảng cách truyền lớn nhất đạt được là 3,5km trong môi trường đô thị

với thông số cấu hình SF = 12, BW = 62,5KHz. Thử nghiệm hoạt động của hệ thống tại vườn ươm học viện nông nghiệp cho thấy hệ thống hoạt động ổn định.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế phần cứng

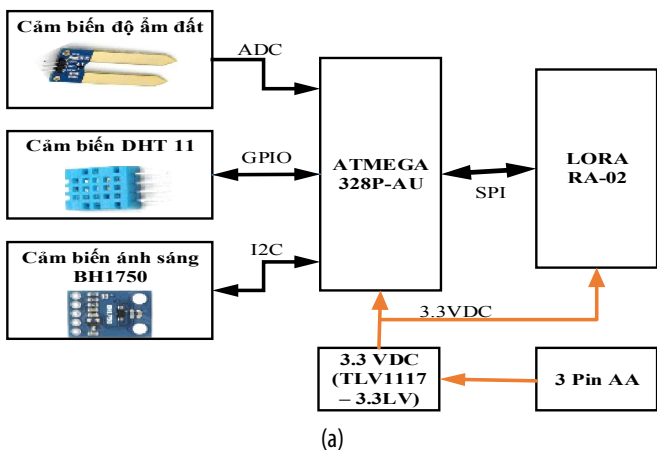


Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống thu thập và điều khiển các thông số môi trường

Hình 1 thể hiện sơ đồ khối hệ thống thu thập và điều khiển các thông số môi trường được nhóm nghiên cứu xây dựng. Dữ liệu môi trường bao gồm nhiệt độ, độ ẩm không khí, độ ẩm đất, cường độ ánh sáng được thu thập qua nút cảm biến và truyền về thiết bị xử lý trung tâm. Sau đó dữ liệu được truyền lên server qua kết nối Ethernet sử dụng phương thức giao tiếp MQTT. Người dùng có thể theo dõi các thông số môi trường qua ứng dụng được cài đặt trên điện thoại android và ra lệnh điều khiển bật tắt các thiết bị, cơ cấu chấp hành như bơm, đèn, quạt thông gió... Giao tiếp giữa nút cảm biến, nút điều khiển chấp hành với thiết bị xử lý trung tâm sử dụng công nghệ truyền thông LORA. Module truyền thông LORA RA-02 được sử dụng trong hệ thống.

❖ Thông số kỹ thuật nút cảm biến

Hình 2a thể hiện sơ đồ khối nút cảm biến được chế tạo. Trong thiết kế này, vi điều khiển ATMEGA 328P-AU được lựa chọn làm vi xử lý trung tâm cho thiết bị. Dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm không khí được thu thập thông qua cảm biến độ ẩm DHT11. Cảm biến giao tiếp với MCU qua chuẩn giao tiếp 1 dây. Dải đo độ ẩm: 20 - 95% (sai số ±5%);



(a)

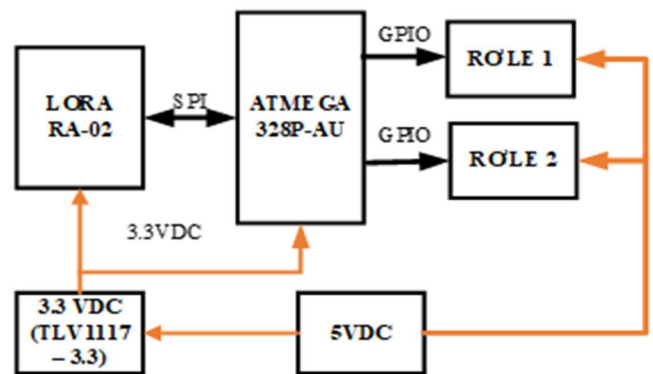


(b)

Hình 2. a) sơ đồ khối nút cảm biến; b) hình ảnh sản phẩm nút cảm biến

Dải đo nhiệt độ: 0 - 50°C (sai số ±2°C). Cường độ ánh sáng được đo bởi cảm biến BH1750 với dải đo từ 0 đến 65535 lux. Giao tiếp giữa BH1750 với MCU thông qua giao thức I2C. Cảm biến độ ẩm đất được sử dụng hoạt động theo nguyên lý điện dẫn. Khi độ ẩm đất thay đổi, dẫn đến điện trở đầu ra của cảm biến thay đổi. Hình 2b thể hiện hình ảnh sản phẩm nút cảm biến sau khi chế tạo.

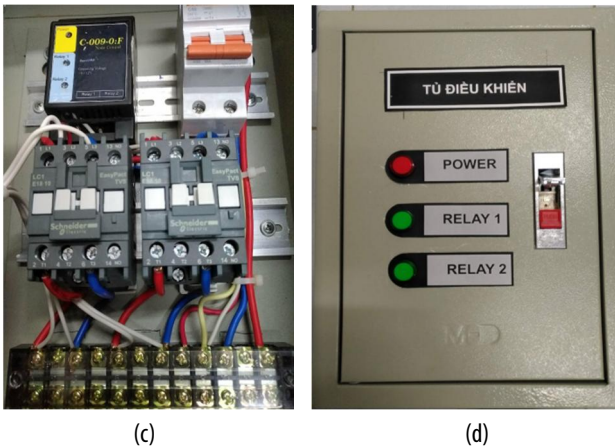
❖ Thông số kỹ thuật nút điều khiển thiết bị chấp hành



(a)



(b)

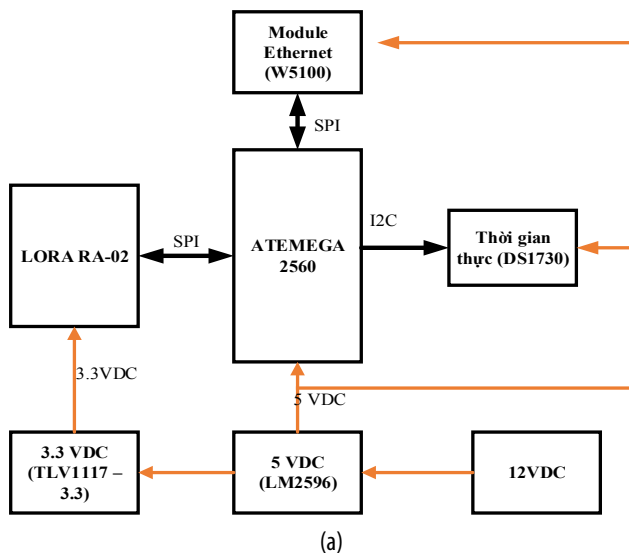


Hình 3. a) sơ đồ khối nút điều khiển thiết bị chấp hành; b) hình ảnh sản phẩm sau khi hoàn thành; c) hình ảnh lắp đặt thiết bị chấp hành trong tủ điều khiển; d) hình ảnh hoàn thiện tủ điều khiển

Trong nhà lưới, chúng ta thường sử dụng các hệ thống đèn chiếu sáng kích thích sinh trưởng, hệ thống bơm tưới để duy trì độ ẩm cần thiết cho cây. Từ nhu cầu đó, hình 3a thể hiện sơ đồ khối 01 nút điều khiển cơ cấu chấp hành. Thiết bị nhận tín hiệu điều khiển từ bộ điều khiển trung tâm thông qua truyền thông LORA RA-02. Vi xử lý ATMEGA 328P-AU được lựa chọn làm vi xử lý trung tâm cho thiết bị. Rơ le SRD-05VDC 10A được sử dụng để làm tín hiệu điều khiển cho hệ thống khởi động từ điều khiển bơm, quạt, đèn... Kết quả chế tạo thiết bị điều khiển chấp hành và đấu nối trong tủ điều khiển được thể hiện ở hình 3b, 3c, 3d

❖ Thông số kỹ thuật bộ điều khiển trung tâm

Trong hệ thống thu thập và điều khiển các thông số môi trường trong nhà lưới, bộ điều khiển trung tâm có vai trò quan trọng. Bộ điều khiển trung tâm có chức năng điều khiển hoạt động của hệ thống mạng (cho phép kết nối, gia nhập mạng; quản lý kết nối trong mạng); thu nhận dữ liệu từ các nút cảm biến, nút điều khiển. Bộ điều khiển truyền dữ liệu lên server và nhận lệnh điều khiển từ ứng dụng cài trên điện thoại thông qua chuẩn giao thức MQTT. Hình 4a thể hiện sơ đồ khối bộ điều khiển trung tâm.



Hình 4. a) Sơ đồ khối bộ điều khiển trung tâm; b) hình ảnh bộ điều khiển trung tâm sau khi chế tạo

2.2. Phần mềm android

Đóng vai trò giao tiếp giữa người dùng và phần cứng của hệ thống, ứng dụng di động phải đáp ứng được yêu cầu tiếp cận được với nhiều người dùng, dễ dàng sử dụng, có khả năng giao tiếp với phần cứng theo thời gian thực và có độ tin cậy cao. Nền tảng hệ điều hành Android được lựa chọn làm nền tảng xây dựng phiên bản đầu tiên của ứng dụng nhờ việc chiếm thị phần tới 88% thị trường hệ điều hành di động (tính tới cuối quý 2 - 2018) và dễ dàng tiếp cận với lập trình viên. Dữ liệu được lưu trữ trên cơ sở dữ liệu MongoDB thông qua một webserver được viết bằng Node.js. Điều này cho phép khả năng mở rộng điều chỉnh cấu trúc cơ sở dữ liệu dễ dàng hơn nhờ tính linh hoạt của hệ cơ sở dữ liệu MongoDB, đồng thời webserver Node.js cũng cho phép rất nhiều truy cập cùng lúc nhờ bản chất đơn luồng bất đồng bộ. Webserver được kết nối với ứng dụng qua giao thức TCP Socket, đóng vai trò như chiếc cầu nối tiếp nhận tất cả các bản tin được gửi thông qua giao thức MQTT từ gateway tới ứng dụng hoặc ngược lại. Theo đó, nội dung các bản tin được phân tách thành các thành phần dữ liệu tương ứng được webserver xử lý sau đó mới gửi lệnh hiển thị cho ứng dụng. Điều này giúp cập nhật cơ sở dữ liệu ngay cả khi ứng dụng không hoạt động.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

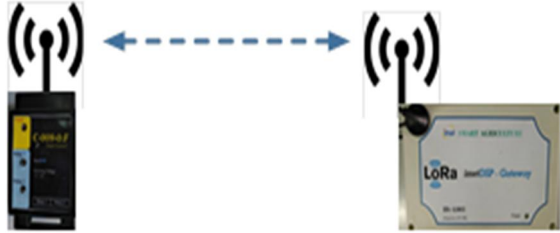
Nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công phần cứng và phần mềm cho hệ thống thu thập và điều khiển các thông số môi trường (hình 2b, 3b, 4b). Nhóm đã tiến hành xây dựng kịch bản thử nghiệm, đánh giá hoạt động của hệ thống về các thông số thời gian truyền, khoảng cách hoạt động và tính ổn định.

3.1. Ảnh hưởng của băng thông, hệ số trải phổ tới thời gian truyền bản tin

❖ Kịch bản thử nghiệm

Thời gian truyền bản tin là tham số quan trọng để đánh giá và thiết lập hệ thống cảm biến không dây. Trong thử nghiệm này, nhóm xây dựng mô hình thử nghiệm như Hình 5. Tiến hành khảo sát thời gian truyền bản tin có kích thước 5bytes và 10byte khi thay đổi độ rộng băng thông ở

các giá trị: 62,5kHz, 125kHz, 250kHz, 500kHz và cố định hệ số SF = 7. Sau đó, giữ nguyên BW = 250kHz và thay đổi các tham số SF lần lượt từ 7 đến 12



Hình 5. Mô hình thử nghiệm thời gian truyền bản tin

❖ Kết quả

Bảng 1 và 2 lần lượt thể hiện ảnh hưởng của băng thông và hệ số trải phổ đến thời gian truyền bản tin trong hệ thống LORA. Qua kết quả đo bảng 1 ta thấy, thời gian truyền tỉ lệ nghịch với độ rộng băng thông. Khi băng thông càng lớn, thời gian truyền càng ngắn. Ngược lại, khi tăng hệ số trải phổ, thì thời gian truyền bản tin càng tăng (bảng 2). Điều này phù hợp với lý thuyết về thời gian truyền được [10]

Bảng 1. Ảnh hưởng của băng thông tới tốc độ truyền

Độ rộng băng thông BW (kHz)	Hệ số trải phổ (SF)	5 bytes	10 bytes
		Thời gian truyền (ms)	Thời gian truyền (ms)
62.5	7	63,13	73,48
125	7	32,11	37,36
250	7	16,63	19,37
500	7	8,92	10,37

Bảng 2. Ảnh hưởng của hệ số trải phổ đến thời gian truyền

Độ rộng băng thông BW (kHz)	Hệ số trải phổ (SF)	5 bytes	10 bytes
		Thời gian truyền (ms)	Thời gian truyền (ms)
250	7	16,63	19,37
250	8	32,10	37,34
250	9	53,85	63,19
250	10	104,56	125,18
250	11	158,27	249,05
250	12	414,83	496,89

3.2. Thử nghiệm khoảng cách truyền nhận trong đô thị

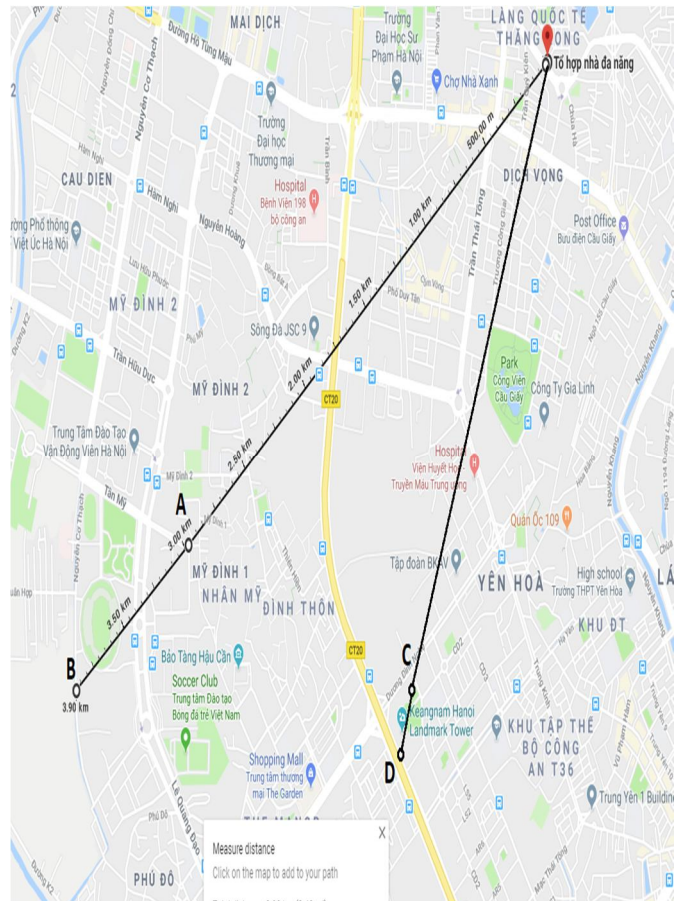
❖ Kịch bản thử nghiệm

Trong kịch bản này, bộ điều khiển trung tâm được đặt tại tầng 14 tòa A4 Trần Đăng Ninh. Anten sử dụng cho bộ điều khiển trung tâm là anten dây, có độ lợi 3,5 dBi và được gắn ra ngoài lan can phòng. Nút cảm biến sử dụng anten có độ lợi 3,5 dBi và di chuyển đến các địa điểm định sẵn để thử nghiệm.

❖ Kết quả

Hình 6 thể hiện kết quả thử nghiệm khoảng cách truyền được nhóm nghiên cứu thu thập lại. Kết quả cho thấy khoảng cách truyền xa nhất (3,9km) đạt được ở vị trí B khi

cấu hình tham số SF = 12, BW = 250kHz. Khi giảm hệ số trải phổ xuống SF = 10, khoảng cách truyền giảm xuống còn 3,5km. Khi gặp môi trường thử nghiệm có vật cản lớn (trong thử nghiệm này là tòa nhà Keangnam Hanoi) thì nhận thấy, ở vị trí điểm C dữ liệu vẫn nhận được bình thường tuy nhiên khi đến vị trí điểm D thì dữ liệu không còn ổn định.



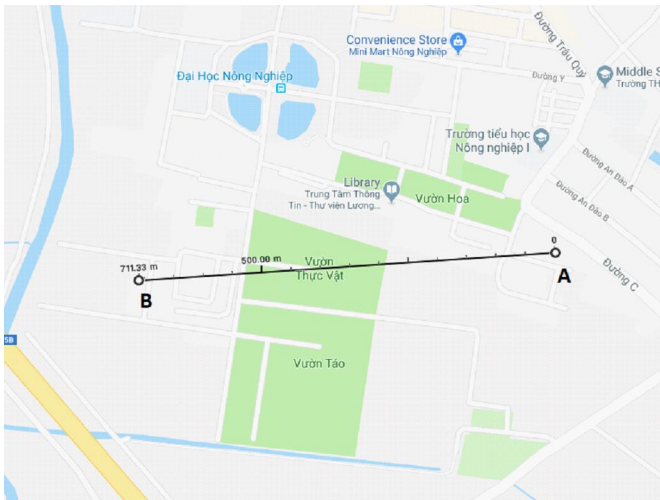
Hình 6. Hình ảnh googlemap các địa điểm di chuyển nút cảm biến trong quá trình thử nghiệm

3.3. Thử nghiệm hoạt động của hệ thống tại vườn ươm học viện nông nghiệp

❖ Kịch bản thử nghiệm

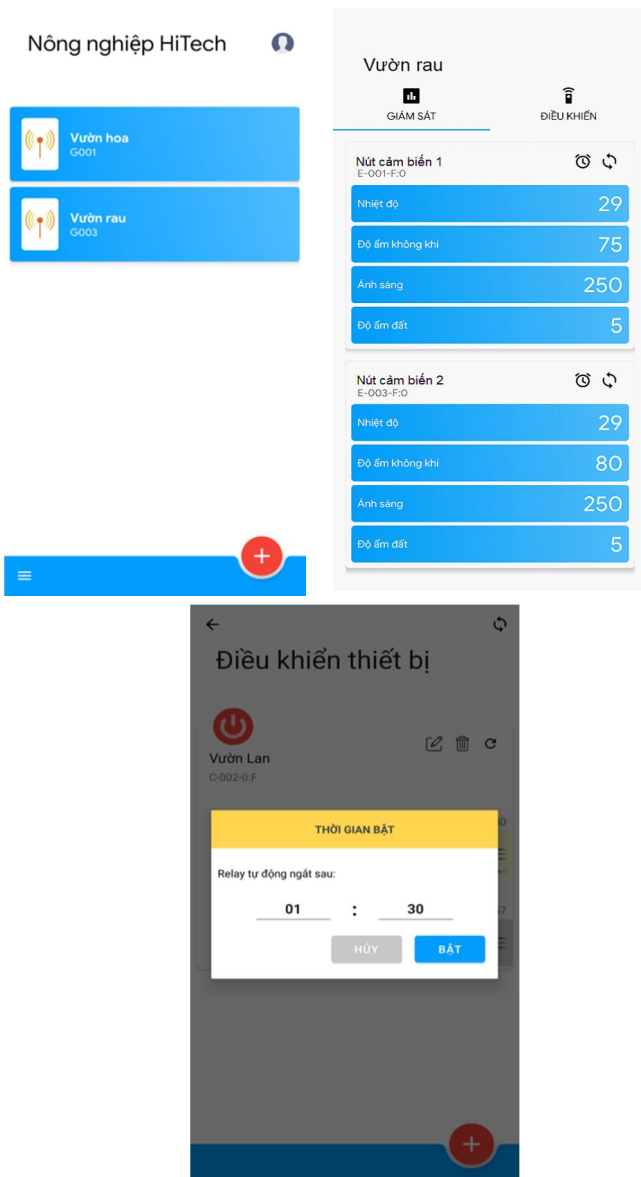
Nhóm tiến hành lắp đặt hệ thống thử nghiệm tại khu vườn ươm Học viện Nông nghiệp (hình 7). Bộ trung tâm được đặt tại tầng 4 khu ký túc xá C2. Tiến hành thử nghiệm thu thập các thông số môi trường và điều khiển đóng cắt thiết bị thông qua phần mềm được cài đặt trên điện thoại Android.





Hình 7. Thử nghiệm hệ thống tại khu vực vườn ươm, học viện nông nghiệp

❖ Kết quả



Hình 8. Kết quả hiển thị trên phần mềm

Hình 8 thể hiện thông số thu thập được từ nút cảm biến và hiển thị trên phần mềm. Chức năng điều khiển nút cơ cấu chấp hành cũng hoạt động ổn định. Khi bật rơ le điều khiển thiết bị, người dùng phải cập nhật thời gian tắt để tránh tình trạng quên điều khiển tắt thiết bị hoặc mất kết nối.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày được thiết kế chế tạo, thử nghiệm thành công hệ thống mạng cảm biến và điều khiển không dây LORA sử dụng cho bài toán nông nghiệp. Kết quả thử nghiệm cho thấy, trong điều kiện đô thị, khoảng cách đạt được từ 500m - 3,9km tùy theo các thông số cài đặt và khu vực lắp đặt có nhiều hay ít nhà cao tầng che chắn. Kết quả bài báo cho thấy, công nghệ LORA rất phù hợp cho những bài toán liên quan đến IoT như đô thị thông minh, nông nghiệp thông minh. Tuy nhiên, bài báo còn một số hạn chế như chưa thử nghiệm được nhiều đối với môi trường ngoài đô thị có ít nhà cao tầng; chưa đo và khảo sát được công suất phát thực tế của thiết bị. Trong thời gian tới, nhóm sẽ tiếp tục thực hiện thêm các kịch bản thử nghiệm và hoàn thiện hơn phần ứng dụng để có thể cài đặt trên các điện thoại có hệ điều hành IOS, Windowphone.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài cấp cơ sở "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ truyền thông Lora cho giám sát và hỗ trợ điều khiển tập trung trong trồng trọt" thuộc Trung tâm Công nghệ Vi điện tử và Tin học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mare Srbinovska, Cvetan Gavrovski, Vladimir Dimcev, Aleksandra Krkoleva, Vesna Borozan, 2015. "Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks". Journal of Cleaner Production, Volume 88, pp 297-307
- [2]. J.M. Barcelo-Ordinas, J.P. Chanet, K.M. Hou, J. Garcia-Vidal, 2013. "A survey of wireless sensor technologies applied to precision agriculture, in: Precision Agriculture'13". Wageningen Academic Publishers, pp. 801-808.
- [3]. Phạm Mạnh Toàn, 2016. "Nghiên cứu, thiết kế xây dựng hệ thống giám sát nhiệt độ, độ ẩm trong nhà kính nông nghiệp dựa trên công nghệ mạng không dây wifi". Tạp chí KH-CN Nghệ An, số 8, pp 9-12.
- [4]. Lê Đình Tuấn, Thái Doãn Ngọc, 2013. "Xây dựng mạng cảm biến không dây trong nông nghiệp chính xác". Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, P 115-122.
- [5]. Mare Srbinovska, Cvetan Gavrovski, Vladimir Dimcev, Aleksandra Krkoleva, Vesna Borozan, 2014. "Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks". Journal of Cleaner Production, pp 1-11.
- [6]. Nguyễn Văn Thuật, 2016. "Internet of things và các công nghệ kết nối". Công nghệ Thông tin và Truyền thông, số 10, pp51-56
- [7]. "A technical overview of LoRa® and LoRaWAN™", LoRa® Alliance, 2015.
- [8]. Ly Lan, (2016), "LoRa: Giải pháp cho triển khai mạng IoT", Công nghệ Thông tin và Truyền thông, số 10, pp 57-59
- [9]. [Online]. Available: <https://www.uit.edu.vn/sinh-vien-che-tao-thiet-bi-ho-tro-cuu-nan-ngu-dan>, [Truy cập 16/04/2017]
- [10]. "SX1272/3/6/7/8: LoRa Modem Designer's Guide, AN1200.13", Semtech Corporation, 2013.