

THIẾT KẾ HỆ THỐNG GIÁM SÁT CÔNG TÁC TUẦN TRA, BẢO VỆ DỰA TRÊN CẤU TRÚC MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

Nguyễn Tăng Khả Duy¹, Lý Hoàng Duy¹, Huỳnh Phú Châu¹ và Lương Vinh Quốc Danh¹

¹ Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 19/09/2015

Ngày chấp nhận: 10/10/2015

Title:

Design of a wireless-sensor-network-based guard patrol management system

Từ khóa:

Arduino, giám sát, mạng cảm biến không dây, MSP430, tuần tra

Keywords:

Arduino, guard patrol, monitoring, MSP430, wireless sensor networks

ABSTRACT

This paper presents the design of a wireless-sensor-network based system for monitoring and managing on guard patrols. The aim of the project is to build an electronic system for managing guard patrols and assisting guardians in their works. The designed system is built based on MSP430G2553 chips, an Arduino Mega 2560 board, and 433-MHz wireless RF transceiver modules. By using the wireless sensor network architecture, the designed system has the ability to automatically monitor the present of guardians within a pre-defined area. The system also allows guardians to send alarm messages to the central processing unit in order to get assistances in handling urgent situations. The recorded data on guard patrols is gathered and stored on Google Spreadsheets. This allows managers to gain access to the system database from anywhere on any platform with Internet connections. The designed system is expected to be suitable for use in companies and factories.

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày việc thiết kế một hệ thống giám sát, quản lý công tác tuần tra, bảo vệ dựa trên ứng dụng công nghệ mạng cảm biến không dây. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xây dựng một hệ thống hỗ trợ việc quản lý, chăm công và trợ giúp nhân viên bảo vệ trong công tác tuần tra. Hệ thống được thiết kế trên nền tảng bộ vi điều khiển MSP430G2553, board Arduino Mega 2560 và mô-đun thu phát vô tuyến tần số 433 MHz. Bằng việc sử dụng cấu trúc mạng cảm biến không dây, hệ thống có khả năng tự động ghi nhận sự hiện diện của nhân viên bảo vệ trong một khu vực được xác định trước. Hệ thống còn cho phép nhân viên bảo vệ gửi cảnh báo về trung tâm để nhận được sự trợ giúp nhanh nhất trong tình huống khẩn cấp. Dữ liệu ghi nhận việc tuần tra của nhân viên bảo vệ được thu thập và lưu trữ trên Google Spreadsheets. Điều này cho phép người quản lý có thể truy cập để xem dữ liệu ở bất cứ nơi nào có mạng Internet. Hệ thống có triển vọng được ứng dụng để phục vụ việc chăm công nhân viên bảo vệ tại các công ty, nhà máy.

1 GIỚI THIỆU

Hoạt động tuần tra, bảo vệ là một công tác quan trọng nhằm đảm bảo an ninh trật tự, giữ gìn tài sản, và góp phần duy trì sự ổn định và liên tục của hoạt

động lao động sản xuất tại các cơ quan, công ty. Để việc đánh giá hoạt động tuần tra, bảo vệ được chính xác, cần phải có một hệ thống giám sát và chăm công hiệu quả và phù hợp với đặc thù công

việc của các nhân viên bảo vệ. Hiện tại, đã có nhiều sản phẩm thương mại phục vụ việc chăm công hoạt động tuần tra, bảo vệ được giới thiệu trên thị trường như: thiết bị chăm công GS-8100C của hãng Ronald Jack (GS-8100C, Ronald Jack, 2015), QR-Patrol của hãng Terracom Informatics (QR-Patrol, Terracom Informatics, 2015), TagtronicsPatrol của hãng Tagtronics (TagtronicsPatrol, 2015). Phần lớn các thiết bị chăm công được bán trên thị trường hoạt động dựa trên nguyên lý quét thẻ cảm ứng RFID/NFC đòi hỏi nhân viên bảo vệ phải đến thật gần nơi đặt thẻ RFID/NFC (khoảng cách vài cm) ở địa điểm kiểm tra để quét thẻ. Điều này cũng gây ra sự bất tiện cho hoạt động tuần tra và có thể làm cho nhân viên bảo vệ mất sự tập trung vào công việc chính. Ngoài việc sử dụng công nghệ RFID/NFC, giải pháp truyền hình ảnh tại điểm tuần tra về trung tâm theo thời gian thực qua mạng thông tin di động cũng được đề xuất (Guo Xin Li, Jian Wei Lu, 2013). Tuy nhiên, giải pháp này có chi phí đầu tư hạ tầng cao nên khó phù hợp với điều kiện thực tế ở Việt Nam.

Bài báo này trình bày việc thiết kế một hệ thống giám sát, quản lý công tác tuần tra, bảo vệ dựa trên ứng dụng công nghệ mạng cảm biến không dây. Hệ thống có chi phí đầu tư thấp và có khả năng tự động ghi nhận sự hiện diện của nhân viên bảo vệ trong một khu vực được xác định trước mà không đòi hỏi nhân viên bảo vệ phải thực hiện việc quét thẻ. Hệ thống còn cho phép nhân viên bảo vệ gửi cảnh báo về trung tâm để nhận được sự trợ giúp nhanh nhất trong tình huống khẩn cấp. Dữ liệu ghi nhận việc tuần tra của nhân viên bảo vệ được thu thập và lưu trữ trên Google Spreadsheets. Điều này cho phép người quản lý có thể truy cập để xem dữ liệu ở bất cứ nơi nào có kết nối Internet.

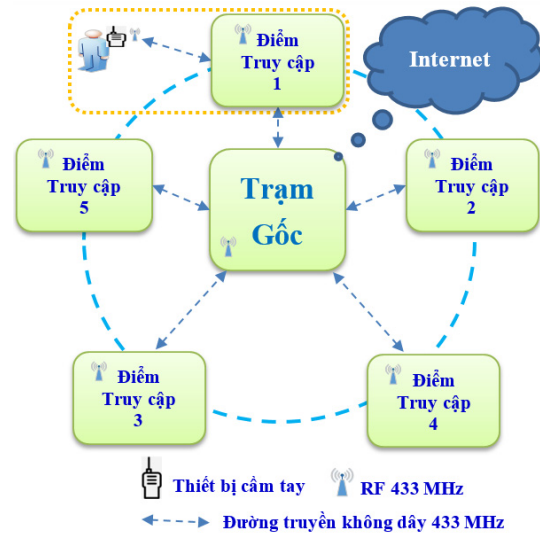
2 CẤU TẠO & NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG

2.1 Tổng quan hệ thống

Hình 1 mô tả sơ đồ tổng quan của hệ thống gồm một bộ xử lý trung tâm, 05 điểm truy cập (phụ thuộc vào số lượng điểm cần giám sát tại nơi hệ thống được lắp đặt), và một thiết bị cầm tay cho nhân viên bảo vệ mang theo khi đi tuần. Việc kết nối trong mạng được thực hiện thông qua giao thức truyền nhận không dây ở tần số 433 MHz (Luật tần số vô tuyến điện, 2009) thay vì tần số 2.4 GHz để đạt được tầm thu/phát tín hiệu xa hơn với cùng một điều kiện môi trường.

Thiết bị cầm tay: phát tín hiệu tuần tra đến điểm truy cập gần nhất để xác định vị trí nhân viên

bảo vệ đang tuần tra hoặc tín hiệu báo động khi cần thiết.



Hình 1: Cấu trúc tổng quan của hệ thống chăm công nhân viên bảo vệ

Điểm truy cập: nhận tín hiệu từ thiết bị cầm tay, sau đó phát tín hiệu thông báo với bộ xử lý trung tâm (trạm gốc) về tình trạng tuần tra của nhân viên bảo vệ. Việc gửi tín hiệu về trạm gốc được thực hiện tức thời nhằm đảm bảo việc ghi nhận thời gian tuần tra được chính xác.

Trạm gốc: nhận tín hiệu truyền về từ các điểm truy cập để xác định tình trạng tuần tra của nhân viên bảo vệ bao gồm vị trí và thời gian tuần tra. Các thông tin tuần tra sau đó được ghi nhận vào thẻ nhớ; đồng thời, các thông tin này sẽ được cập nhật lên mạng Internet thông qua Google Spreadsheets (Google Spreadsheets, 2015) để tạo thuận tiện cho việc truy xuất dữ liệu tại bất cứ nơi nào có kết nối mạng Internet.

Nguyên lý hoạt động cũng như thiết kế của từng khối sẽ được mô tả chi tiết trong phần sau.

2.2 Thiết kế phần cứng

Bộ xử lý trung tâm của hệ thống được thiết kế dựa trên nền tảng phần cứng nguồn mở Arduino (Arduino, 2015), do đó hệ thống có khả năng kiểm tra lỗi nhanh chóng. Tuy nhiên, đối với các điểm truy cập và thiết bị cầm tay, yếu tố tiết kiệm năng lượng và tối ưu hóa về phần cứng được cân nhắc cẩn thận trong quá trình thiết kế. Theo đó, dòng vi điều khiển tiết kiệm năng lượng MSP430 của hãng Texas Instruments được sử dụng để thiết kế bộ xử lý của các điểm truy cập và thiết bị cầm tay.

2.2.1 Trạm gốc

Trạm gốc có chức năng thu thập thông tin tuần tra của nhân viên bảo vệ từ các điểm truy cập truyền về, đồng thời, lưu trữ dữ liệu vào thẻ nhớ và truyền tải dữ liệu lên mạng Internet. Thông tin tuần tra được lưu trữ vào thẻ nhớ một cách tức thời khi nhân viên bảo vệ đi tuần qua các điểm truy cập và đồng thời được cập nhật trên Google Spreadsheets vào một thời điểm được định trước trong ngày. Nếu vào thời điểm cập nhật dữ liệu hệ thống không thể kết nối với mạng Internet thì thông tin vẫn có thể được cập nhật vào các thời điểm gửi dữ liệu tiếp sau đó. Nếu có thông tin cảnh báo từ các điểm truy cập truyền về (do nhân viên bảo vệ phát hiện có điều bất thường), bộ xử lý trung tâm cũng sẽ phát chuông báo động. Hình 2 mô tả sơ đồ khối các thành phần chính của Trạm gốc, bao gồm bộ xử lý trung tâm và các phần ngoại vi khác như sau:

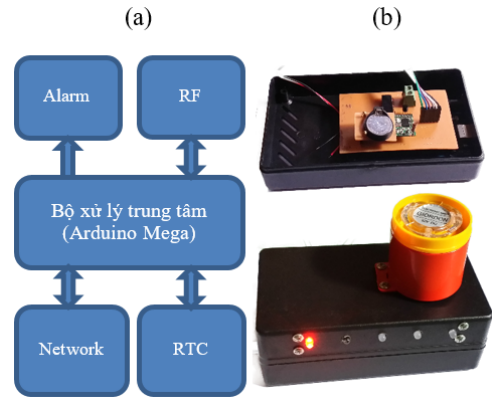
- Bộ xử lý trung tâm: sử dụng board Arduino Mega 2560 R3. Nhiệm vụ chính của khối này là chờ nhận tín hiệu từ các điểm truy cập thông qua mô-đun thu/phát RF, thực hiện việc ghi dữ liệu vào thẻ nhớ cũng như kết nối với mạng Internet qua module Ethernet Shield theo một chu kỳ xác định để lưu trữ thông tin tuần tra của nhân viên bảo vệ.

- Mô-đun thu/phát RF: mô-đun HM-TRP-433S-TTL (HM-TRP-433S-TTL module, 2015) được sử dụng để tạo mạng cục bộ thực hiện việc truyền nhận dữ liệu không dây từ các điểm truy cập.

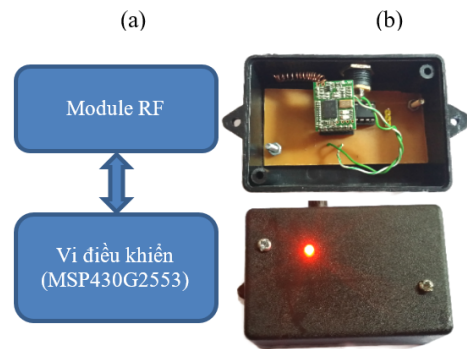
- Mô-đun thời gian thực: mô-đun DS1307 được sử dụng để tạo thời gian chuẩn cho hệ thống. Hệ thống có khả năng tự động điều chỉnh độ sai lệch của mô-đun thời gian thực (nếu có) bằng cách tham chiếu với thời gian thực qua mạng Internet.

- Mô-đun giao tiếp mạng Internet: bằng việc sử dụng bộ mô-đun Arduino Ethernet Shield (Arduino Ethernet Shield, 2015), hệ thống có khả năng giao tiếp qua mạng Internet và thực hiện việc tự động cập nhật thông tin tuần tra của nhân viên bảo vệ lên Google Spreadsheets theo một thời gian biểu định trước.

- Mô-đun báo động: sử dụng một chuông điện DC để phát tín hiệu cảnh báo. Vị trí có cảnh báo (điểm truy cập phát tín hiệu báo động) được hiển thị thông qua các đèn LED báo hiệu ứng với tên vị trí báo động để lực lượng bảo vệ còn lại thực hiện việc ứng cứu nhằm đảm bảo an toàn cho nhân viên bảo vệ đang thực hiện tuần tra.



Hình 2: (a) sơ đồ khối và (b) hình ảnh thực tế của Trạm gốc



Hình 3: (a) sơ đồ khối và (b) hình ảnh thực tế của các điểm truy cập

2.2.2 Điểm truy cập

Hình 3 mô tả sơ đồ khối của một điểm truy cập trong hệ thống. Các điểm truy cập này đều được xây dựng giống nhau và có thể thay thế cho nhau; việc xác định điểm truy cập có thể được lập trình lại một cách dễ dàng. Cấu tạo của 01 điểm truy cập bao gồm một mô-đun thu/phát RF HM-TRP-433S-TTL để phát hiện tín hiệu khi nhân viên bảo vệ đi đến khu vực đặt điểm truy cập và 01 bộ vi điều khiển MSP430G2553 (Texas Instruments MSP430G2553, 2015) được sử dụng để điều khiển mô-đun thu/phát RF. Điểm truy cập cũng có nhiệm vụ gửi thông tin về tình trạng đi tuần của nhân viên bảo vệ (không có cảnh báo hoặc có cảnh báo). Số lượng điểm truy cập phụ thuộc vào nhu cầu thực tế của từng cơ quan. Với ứng dụng hiện tại ở Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ, hệ thống có tất cả 5 điểm truy cập như sau: khu xưởng thiết bị trường học, khu xưởng cơ khí, trung tâm kiểm định xây dựng, phòng thí nghiệm nhiệt, xưởng ô tô-máy kéo.

2.2.3 Thiết bị cầm tay

– Hình 4 mô tả sơ đồ các khối và hình ảnh thực tế của thiết bị cầm tay của hệ thống. Thiết bị này được nhân viên bảo vệ mang theo trong suốt quá trình đi tuần tra, và thiết bị sẽ tự động kết nối đến hệ thống khi đi tuần ở trong phạm vi cho phép. Phạm vi này được thiết lập tùy theo đặc điểm của địa hình nơi lắp đặt. Thiết bị cầm tay có cấu tạo bao gồm 3 bộ phận sau:

– Vi điều khiển: sử dụng MSP430G2553 và được thiết kế cho hoạt động ở chế độ tiết kiệm năng lượng để đạt được thời gian sử dụng pin lâu nhất có thể.

– Mô-đun thu/phát RF HM-TRP-433S-TTL: Chức năng của mô-đun này cũng giống như tại điểm truy cập nhưng được lập trình để hạn chế công suất phát sóng trong phạm vi bán kính vài mét để việc ghi nhận sự hiện diện của nhân viên bảo vệ tại điểm truy cập được chính xác.

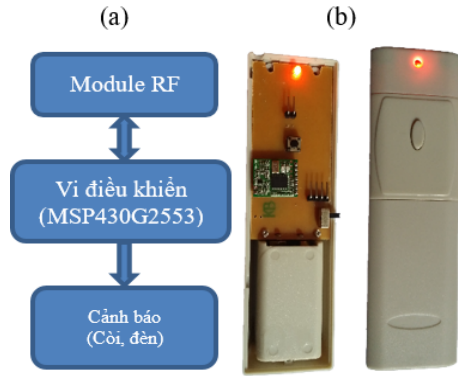
– Hệ thống báo hiệu: Sử dụng đèn và 01 loa nhỏ để người đi tuần tra biết được họ đã ở trong phạm vi nhận sóng của điểm truy cập để đảm bảo việc đi tuần được ghi nhận chính xác và đầy đủ.

2.3 Thiết kế phần mềm

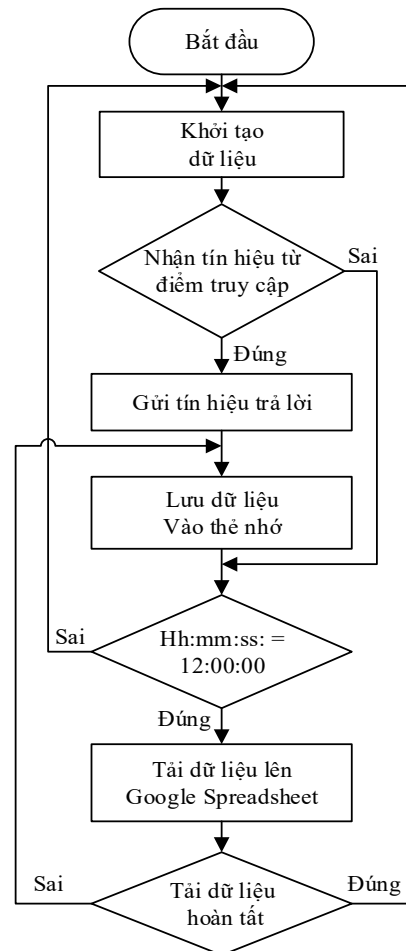
Các lưu đồ giải thuật điều khiển hoạt động của các khối Trạm gốc, điểm truy cập và thiết bị cầm tay được trình bày cụ thể ở phần bên dưới.

2.3.1 Trạm gốc

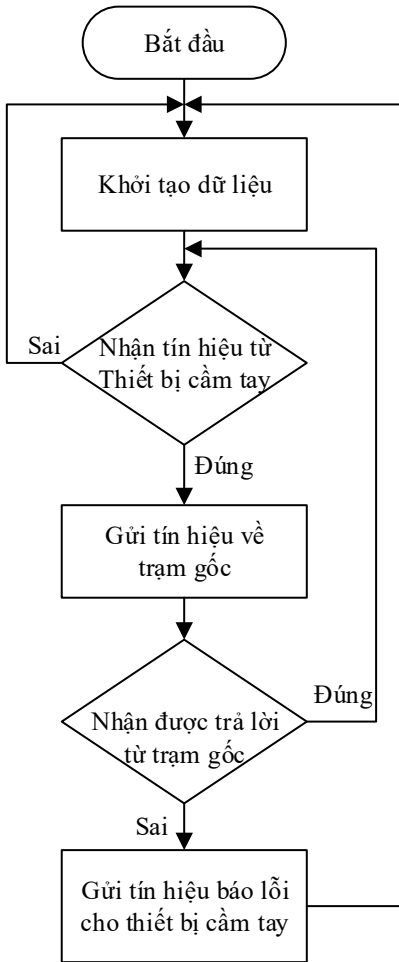
Trước tiên, hệ thống khởi tạo dữ liệu cho chương trình. Khi nhận được tín hiệu báo về từ các điểm truy cập, bộ xử lý sẽ giải mã dữ liệu và lưu dữ liệu cần thiết vào thẻ nhớ. Hệ thống tự động cập nhật dữ liệu từ thẻ nhớ SD card lên Google Spreadsheets vào lúc 12g00 mỗi ngày. Nếu có sự cố về kết nối mạng Internet, hệ thống sẽ lưu dữ liệu lại và việc đưa dữ liệu lên Google Spreadsheets sẽ được tiến hành vào ngày hôm sau. Trong trường hợp việc truyền dữ liệu lên Internet bị gián đoạn trong 2 ngày liên tục, hệ thống sẽ báo hiệu bằng đèn để người sử dụng có thể kịp thời khắc phục sự cố.



Hình 4: Sơ đồ khối (a) và hình ảnh thực tế của thiết bị cầm tay (b)



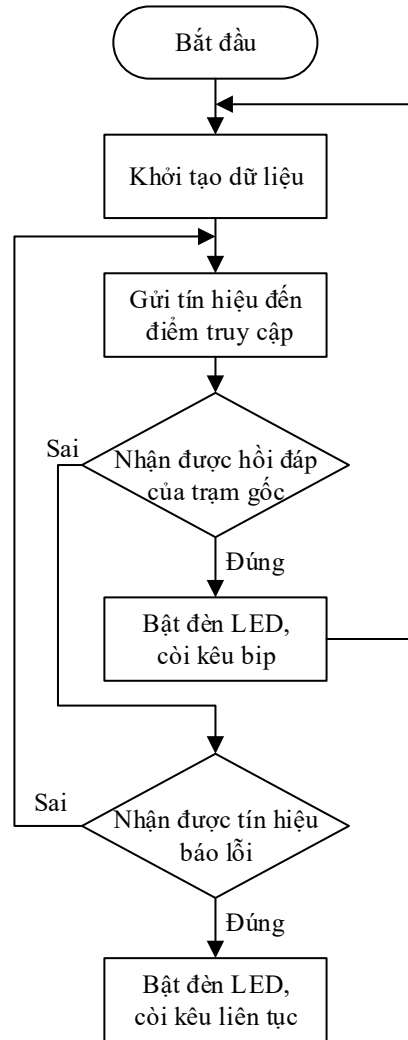
Hình 5: Lưu đồ giải thuật của trạm gốc



Hình 6: Lưu đồ giải thuật của điểm truy cập

2.3.2 Điểm truy cập

Ở chế độ hoạt động thường trực, điểm truy cập sẽ chờ nhận tín hiệu phát ra từ thiết bị cầm tay. Khi nhận đúng tín hiệu từ thiết bị cầm tay, điểm truy cập sẽ gửi dữ liệu báo cáo về Trạm gốc. Trong trường hợp không nhận được tín hiệu trả lời từ Trạm gốc, điểm truy cập sẽ gửi tín hiệu báo lỗi cho thiết bị cầm tay để nhân viên bảo vệ biết và kịp thời khắc phục sự cố.



Hình 7: Lưu đồ giải thuật của thiết bị cầm tay

2.3.3 Thiết bị cầm tay

Trong quá trình tuần tra, thiết bị cầm tay sẽ phát tín hiệu đến các điểm truy cập. Trạng thái của việc truyền nhận dữ liệu giữa điểm truy cập và trạm gốc sẽ được chỉ thị bằng đèn và âm thanh.

Thông qua các âm hiệu khác nhau do còi trên thiết bị phát ra, nhân viên bảo vệ có thể biết được việc tuần tra tại một điểm truy cập nào đó đã được hệ thống ghi nhận hay chưa. Thiết bị cũng được thiết kế chức năng nhắc nhở người sử dụng thay pin mới bằng tín hiệu đèn LED khi nguồn pin yếu. Ngoài ra, trên thiết bị cầm tay cũng được bố trí 01 nút ấn cho phép nhân viên bảo vệ gửi cảnh báo về trung tâm để báo động và gọi hỗ trợ khi có tình huống khẩn cấp.

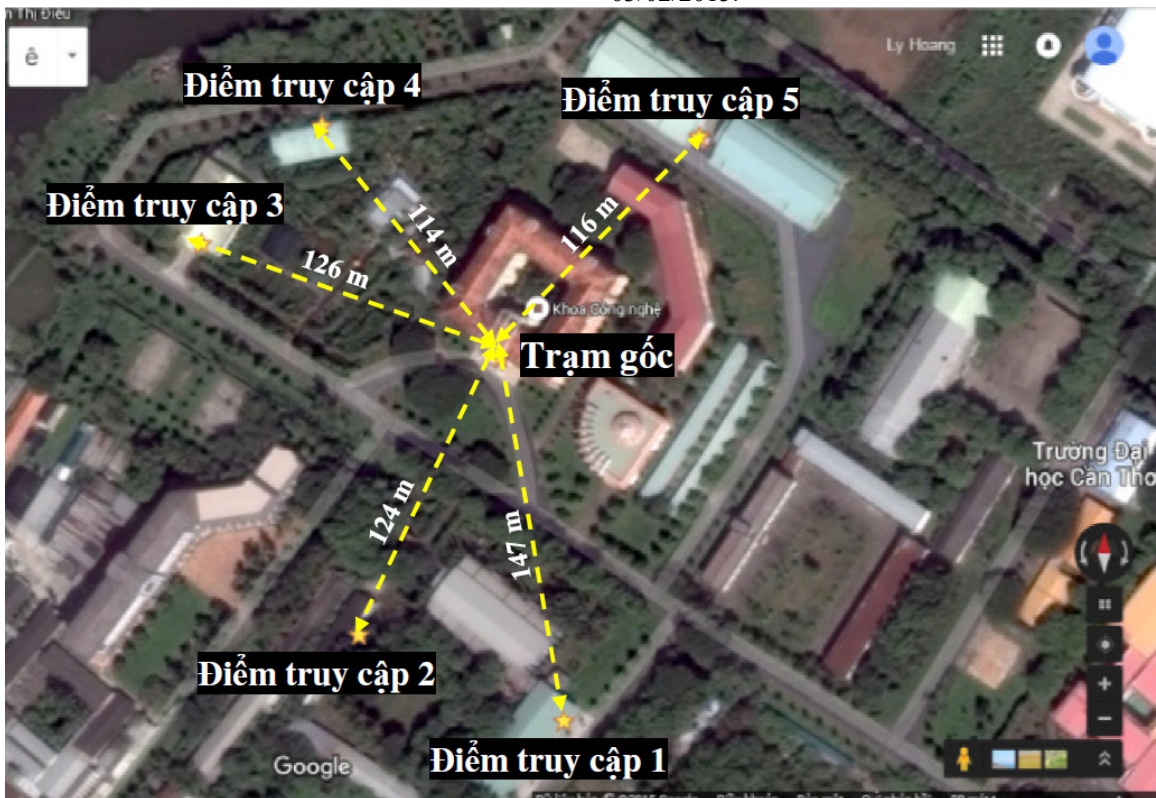
3 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Để đánh giá khả năng hoạt động thực tế của hệ thống đề xuất, chúng tôi đã cho triển khai sử dụng hệ thống tại Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ, từ tháng 11/2014 đến nay. Xuất phát từ nhu cầu thực tế là Khoa Công Nghệ có 05 khu nhà xưởng và phòng thí nghiệm ngoại vi cần được bảo vệ để tránh mất mát tài sản, 05 điểm truy cập đã được lắp đặt tại các vị trí như mô tả trên bản đồ ở Hình 8.

Hệ thống đã chứng minh được tính khả thi và độ ổn định khi dữ liệu tuần tra được ghi vào thẻ nhớ một cách đều đặn và phù hợp với thời gian nhân viên bảo vệ tuần tra qua các điểm truy cập. Đồng thời việc cập nhật dữ liệu lưu trữ trên đám

mây (Cloud) giúp cho người quản lý dễ dàng nắm được tình hình tuần tra của đội ngũ bảo vệ trong Khoa. Hình 9 mô tả 01 trang của Google Spreadsheets lưu trữ dữ liệu tuần tra của nhân viên bảo vệ trong một vài ngày tiêu biểu thuộc tháng 02/2015. Các cột trong bảng tính có ý nghĩa như sau: Thời gian tuần tra của nhân viên bảo vệ được lưu trữ riêng biệt thành các cột *Năm, Tháng, Ngày, Giờ, Phút, Giây*, đồng bộ với thời gian đi tuần của nhân viên bảo vệ. Cột dữ liệu *Vị trí* để đánh dấu điểm truy cập mà nhân viên bảo vệ đã đi qua trong quá trình tuần tra. Cột *Cảnh báo* để ghi lại trạng thái của điểm truy cập trong quá trình tuần tra với 02 trạng thái được thiết lập là có báo động và không có báo động tương ứng với ký tự “C” hoặc “K” được hiển thị.

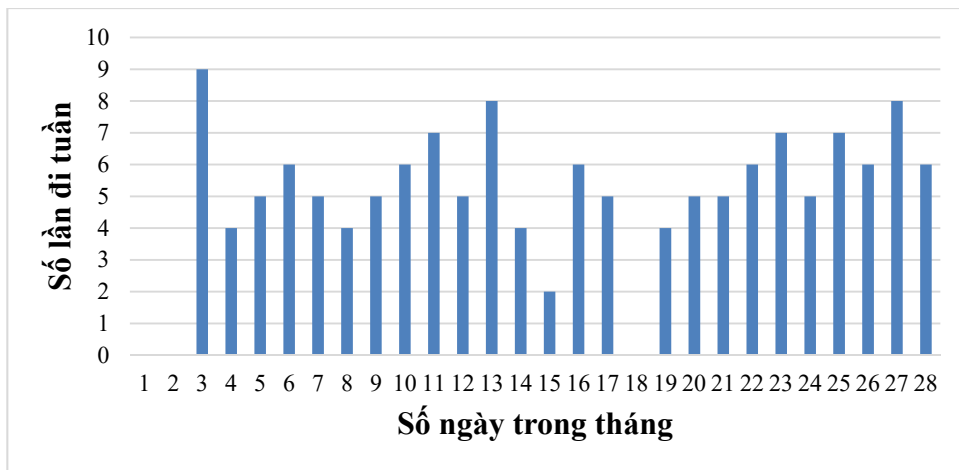
Do dữ liệu được lưu trữ trên Google Spreadsheets, người quản lý có thể xem trực tiếp dữ liệu dưới định dạng bảng tính hoặc có thể xem một cách trực quan hơn dưới dạng biểu đồ bằng ứng dụng Google Chart. Ví dụ, biểu đồ ở Hình 10 cho phép đánh giá tần suất tuần tra của nhân viên bảo vệ trong tháng 02/2015. Biểu đồ ở Hình 11 cung cấp thông tin chi tiết về thời điểm và khu vực tuần tra của nhân viên bảo vệ trong ngày 03/02/2015.



Hình 8: Vị trí lắp đặt thiết bị tại Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nam	Thang	Ngày	Gio	Phut	Giay	Vị Trí	Canh Bao
2	2015	1	30	18	8	17	Xuong CNC	K
3	2015	1	30	18	9	7	Khu Thiet Bi Truong Hoc	K
4	2015	1	30	18	9	52	Trung Tam Kiem Dinh Chat Luong	K
5	2015	1	30	18	10	19	Phong TN Nhiệt	K
6	2015	1	30	18	10	53	Xuong Oto May Keo	K
7	2015	1	30	18	10	56	Xuong Oto May Keo	C
8	2015	2	3	18	51	46	Khu Thiet Bi Truong Hoc	K
9	2015	2	3	18	54	16	Khu Thiet Bi Truong Hoc	K
10	2015	2	3	18	54	22	Khu Thiet Bi Truong Hoc	C
11	2015	2	3	19	13	48	Xuong CNC	K
12	2015	2	3	19	13	56	Xuong CNC	C
13	2015	2	3	22	45	1	Xuong CNC	K
14	2015	2	3	22	48	21	Khu Thiet Bi Truong Hoc	K
15	2015	2	3	22	51	50	Trung Tam Kiem Dinh Chat Luong	K
16	2015	2	3	22	52	7	Trung Tam Kiem Dinh Chat Luong	C
17	2015	2	4	15	46	22	Khu Thiet Bi Truong Hoc	K
18	2015	2	4	15	46	27	Khu Thiet Bi Truong Hoc	C
19	2015	2	4	16	25	42	Khu Thiet Bi Truong Hoc	K
20	2015	2	4	16	25	58	Khu Thiet Bi Truong Hoc	C
21	2015	2	5	0	0	25	Trung Tam Kiem Dinh Chat Luong	K

Hình 9: Lưu trữ dữ liệu trên Google Spreadsheets



Hình 10: Biểu đồ quản lý việc tuần tra, bảo vệ trong tháng 02/2015



Hình 11: Biểu đồ quản lý việc tuần tra, bảo vệ ngày 03/02/2015

4 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài viết đã trình bày việc thiết kế và thử nghiệm một hệ thống quản lý có khả năng tự động thu thập dữ liệu tần suất tuần tra nhằm phục vụ việc chăm công nhân viên bảo vệ. Việc chọn giải pháp xây dựng hệ thống dựa trên nền tảng điện tử nguồn mở Arduino mang đến sự thuận lợi và linh hoạt trong quá trình thiết kế cũng như cho phép giảm chi phí đầu tư của hệ thống. Bên cạnh đó, việc chọn sử dụng kết nối không dây tần số 433 MHz cho phép cải thiện tầm thu/phát tín hiệu giữa các điểm truy cập và trạm gốc. Hệ thống cơ bản đáp ứng được các yêu cầu đã đặt ra: theo dõi được thời gian nhân viên bảo vệ đi tuần tra, cho phép nhân viên bảo vệ gửi cảnh báo về trung tâm khi cần thiết. Giải pháp đề xuất có thể được ứng dụng tại các công ty, doanh nghiệp góp phần nâng cao hiệu quả của việc chăm công nhân viên bảo vệ.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài từ Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Chúng tôi cũng xin cảm ơn sự hợp tác chặt chẽ của các nhân viên bảo vệ tại Khoa Công nghệ trong quá trình lắp đặt và thử nghiệm hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arduino, 2015. URL: <https://www.arduino.cc/>. Truy cập ngày 10/9/2015.
2. Arduino Ethernet Shield, 2015. URL: <http://bit.ly/1jh66dB>. Truy cập ngày 10/9/2015.
3. GS-8100C, Ronald Jack, 2015. URL: <http://bit.ly/1VKZV2y>. Truy cập ngày 10/9/2015.
4. Google Spreadsheets, 2015. URL: <https://www.google.com/sheets/about/>. Truy cập ngày 10/9/2015.
5. Guo Xin Li, Jian Wei Lu, 2013. The Design of Patrol System Based on Image Acquisition. *Advanced Materials Research*, Vols. 860-863, pp. 2902-2905.
6. HM-TRP-433S-TTL module, 2015. URL: www.hoperf.com/upload/rf_app/HM-TRP.pdf. Truy cập ngày 10/9/2015.
7. Luật tần số vô tuyến điện, 2009. URL: <http://bit.ly/1ZoaQyB>. Truy cập ngày 10/9/2015.
8. QR-Patrol, Terracom Informatics, 2015. URL: <http://www.qrpatrol.com>. Truy cập ngày 10/9/2015.
9. TagtronicsPatrol, 2015. URL: <http://www.tagtronics.co.uk>. Truy cập ngày 10/9/2015.
10. Texas Instruments MSP430G2553, 2015. URL: <http://bit.ly/1VL0cT4>. Truy cập ngày 10/9/2015.