

ỨNG DỤNG MẠNG CẢM BIẾN XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG LIÊN TỤC MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG TẠI VNPT THANH HOÁ

Nguyễn Thế Cường¹, Vũ Hải Nam², Nguyễn Thu Hương³

TÓM TẮT

Quan trắc môi trường lao động là yêu cầu cần thiết cho các đơn vị có sử dụng lao động nhằm đảm bảo chất lượng môi trường làm việc cho người lao động. Để đánh giá được chất lượng môi trường làm việc cần sử dụng những thiết bị thu nhận thông tin về các yếu tố liên quan đến môi trường. Sự phát triển của điện tử và công nghệ thông tin - truyền thông tạo nên những thiết bị cảm biến cho phép người sử dụng thu nhận thông tin về thế giới thực. Việc ứng dụng các mạng cảm biến để giám sát môi trường lao động là một giải pháp có chi phí thấp nhưng vẫn đảm bảo được độ chính xác trong quá trình thu nhận thông tin. Bên cạnh đó, các mạng cảm biến còn cho phép giám sát tự động, liên tục trong một khoảng thời gian dài. Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu một hệ thống mạng cảm biến được sử dụng để quan trắc môi trường lao động tại Viễn thông Thanh Hoá (VNPT Thanh Hóa). Lần đầu tiên chất lượng môi trường làm việc tại các trạm viễn thông được đánh giá và giám sát. Kết quả nghiên cứu sẽ tạo điều kiện để mở rộng ứng dụng cho các môi trường làm việc tại các đơn vị khác.

Từ khóa: *Quan trắc môi trường, mạng cảm biến, môi trường lao động, quan trắc tự động.*

1. TỔNG QUAN VỀ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG VÀ MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG

Điều 18 Luật An toàn vệ sinh lao động quy định rõ việc đảm bảo điều kiện an toàn cho người lao động kể cả có hay không có hợp đồng lao động. Người lao động phải được cung cấp một cách đầy đủ và chính xác thông tin nếu có về các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại tại nơi làm việc để chủ động hoặc tự nguyện làm việc trong môi trường đó. Quan trắc môi trường lao động là việc theo dõi thường xuyên chất lượng môi trường làm việc của người lao động với mục đích đánh giá mức độ phù hợp của môi trường lao động với các yếu tố liên quan đến sức khỏe con người. Việc quan trắc môi trường lao động được thực hiện bằng việc sử dụng các thiết bị để đo các chỉ số liên quan đến môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, độ ồn, chất lượng không khí và các yếu tố khác có thể làm ảnh hưởng đến sức khỏe và khả năng lao động của con người.

Theo quan sát của chúng tôi, hiện nay tại Việt Nam chưa có một đề tài nào nghiên cứu đầy đủ và cụ thể về quan trắc môi trường lao động tự động, liên tục. Các nghiên cứu

¹ Khoa Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức

² Công ty Cổ phần ThinkLABs

³ Trường Cao đẳng Y Thanh Hóa

đa phần tập trung vào xây dựng các trạm quan trắc môi trường ngoài trời, có kích thước lớn, chi phí cao, không thể áp dụng cho các doanh nghiệp, các khu công nghiệp và đặc biệt không phù hợp với các trạm viễn thông. Một số giải pháp quan trắc môi trường lao động tập trung vào việc sử dụng các thiết bị cầm tay, có khả năng lưu động cao nhưng không thể thực hiện tự động, thường xuyên và liên tục.

Trạm viễn thông là nơi được thiết kế để các thiết bị thu/phát các tín hiệu viễn thông cung cấp cho người dùng trong một khoảng cách địa lý phù hợp. Môi trường làm việc của các trạm viễn thông thường là các môi trường làm việc đóng, có phạm vi hẹp với số lượng thiết bị nhiều và là một môi trường lao động điển hình có nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động về lâu dài (Hình 1). Bài báo tập trung trình bày về việc áp dụng mạng cảm biến không dây xây dựng hệ thống thu nhận thông tin về các yếu tố chất lượng môi trường trong các trạm viễn thông thuộc quản lý của Viễn thông Thanh Hóa (VNPT Thanh Hóa).



Hình 1. Hình mô phỏng một trạm BTS với trạm điều khiển độc lập

Mạng cảm biến không dây sử dụng các cảm biến có kích thước nhỏ, rẻ tiền nhằm tăng số lượng các cảm biến tham gia thu nhận thông tin nhưng vẫn giữ được chi phí thấp [6]. Các thông tin này thường được dùng để hỗ trợ các hệ ra quyết định trong việc cải tiến chất lượng làm việc tại các tòa nhà. Việc quan trắc còn được thực hiện tại các nhà kính, nơi có thể được sử dụng để phát triển các sản phẩm nông nghiệp có giá trị cao nhưng cũng đòi hỏi cao về điều kiện sinh trưởng [1, 7]. Các nghiên cứu này thường được áp dụng trong quá trình xây dựng mô hình nông nghiệp thông minh. Việc triển khai thành công đối với các nhà kính là cơ sở để phát triển các ứng dụng liên quan đến quan trắc chất lượng môi trường làm việc khác.

Với khả năng hoạt động mới mức tiêu thụ năng lượng thấp, mạng cảm biến là giải pháp cho việc quan trắc môi trường liên tục trong đó các thông tin về môi trường được thu nhận bởi các cảm biến và được truyền về trung tâm xử lý và đưa ra các đánh giá về chất lượng. Petros Spachos và cộng sự [8] đã xây dựng một bản mẫu cho phép quan trắc chất lượng không khí trong nhà, tuy nhiên, đây mới dừng lại ở giải pháp bản mẫu dành cho nghiên cứu khoa học. Các nghiên cứu [3, 9] trình bày các giải pháp thiết kế cảm biến và mạng cảm biến để giám sát chất lượng không khí trong nhà nhằm đánh giá chất lượng môi trường sống. Trong nghiên cứu [3] tác giả trình bày giải thuật tích hợp dữ liệu thông qua mạng các cảm biến, giải thuật cho phép nội suy ra các giá trị của các yếu tố cấu thành chất lượng môi trường lao động nhằm đánh giá chính xác hơn về chất lượng làm việc. Tuy nhiên, các nghiên cứu chưa xây dựng được một hệ thống hoàn chỉnh và trực quan về quá trình giám

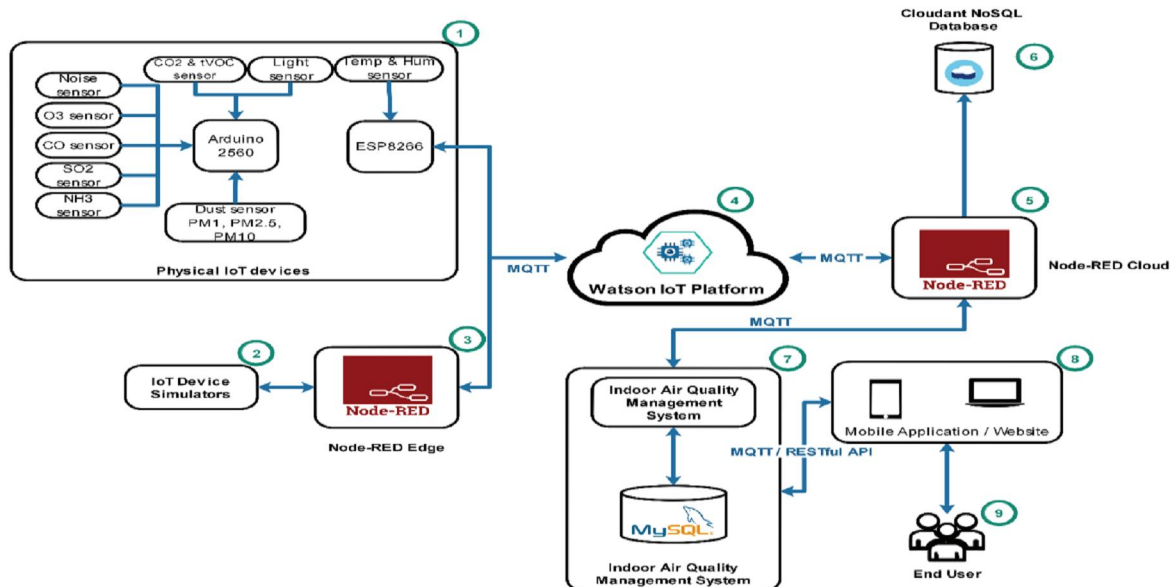
sát chất lượng môi trường lao động hiện nay. Hệ thống mạng cảm biến cũng được sử dụng để thu thập dữ liệu về môi trường nước tại Viện Hải dương học Nha Trang [10].

Thông thường, việc quan trắc môi trường lao động thực tế là việc giám sát môi trường bên trong các tòa nhà tại các cơ quan, xí nghiệp, khu công nghiệp và các khu chế xuất. Gần đây, quan trắc môi trường thu được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học và nhóm nghiên cứu trên thế giới. Các nghiên cứu thường tập trung vào việc giám sát các thông số cơ bản về nhiệt độ, độ ẩm không khí, tỉ lệ khí độc (CO, CO2, khí ga) trong không khí ở điều kiện phòng kín [1, 4]. Các nghiên cứu này thường sử dụng các mạng cảm biến không dây để thu nhận các thông số cảm biến rồi biểu diễn các thông tin thu nhận được dưới dạng các bản đồ số [5].

Nghiên cứu của chúng tôi tập trung thiết kế và xây dựng các thiết bị quan trắc môi trường dưới dạng các thiết bị hoàn chỉnh. Điều này tạo thuận lợi cho quá trình cài đặt, triển khai, bảo trì bảo dưỡng. Nghiên cứu cũng tập trung vào việc xây dựng các giao diện trực quan hóa thông tin quan trắc để người dùng có được cái nhìn tổng quan và chi tiết về hiện trạng của chất lượng môi trường làm việc tại các điểm quan trắc.

2. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG

Hình thể hiện sơ đồ giải pháp hệ thống quan trắc tự động môi trường làm việc tại các trạm viễn thông. Hệ thống bao gồm mạng cảm biến, nền tảng mạng vạn vật kết nối (IoT) do IBM phát triển, các module xử lý dữ liệu, module lưu trữ dữ liệu và module hiển thị dữ liệu quan trắc được tại các vị trí được lựa chọn. Trong các phần tiếp theo sẽ là các mô tả cho một số các thành phần chính của hệ thống.



Hình 2. Kiến trúc giải pháp đề xuất cho hệ thống quan trắc môi trường lao động

2.1. Các thiết bị quan trắc

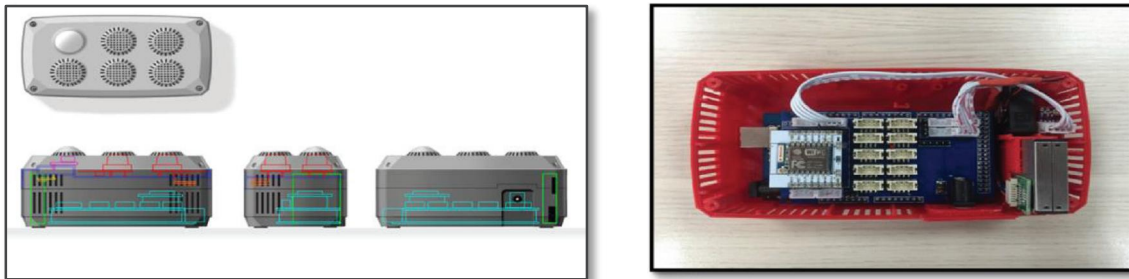
Các thiết bị quan trắc được xây dựng dựa trên các cảm biến riêng biệt dùng để thu thập các thông tin về môi trường làm việc. Các yếu tố được quan trắc bao gồm:

Nhiệt độ, độ ẩm

Các khí độc: CO, CO₂, NH₃, SO₂,...

Các hạt bụi cực nhỏ PM10, PM2.5,...

Các thiết bị quan trắc được thiết kế và lắp đặt theo nguyên lý all-in-one (*tất cả trong một*) nhằm tăng cường độ linh hoạt của các thiết bị trong quá trình di chuyển, lắp đặt và bảo dưỡng, bảo trì. Việc các thiết bị được thiết kế nhỏ gọn sẽ tạo sự thuận lợi trong quá trình quan trắc, giám sát môi trường ở những vị trí không thuận lợi. Hình là thiết kế 3D của thiết bị quan trắc, trong đó **Error! Reference source not found.** là hình ảnh thật của thiết bị sau khi được lắp đặt hoàn chỉnh.



Hình 3. Thiết kế 3D (trái) và ảnh thật (phải) của thiết bị quan trắc môi trường trong nhà

2.2. Nền tảng Watson IoT Platform

Có ba khía cạnh chính của giải pháp được sử dụng trong giải pháp quan trắc môi trường:

Thiết bị/công: Kết nối với những thiết bị thông minh hoặc cảm biến nhằm thu thập dữ liệu về thế giới vật chất. Thiết bị được kết nối với Internet để truyền tải dữ liệu một cách an toàn với một nền tảng IoT để phân tích, xử lý và điều khiển dựa trên tín hiệu dữ liệu được truyền từ thiết bị đến hệ thống.

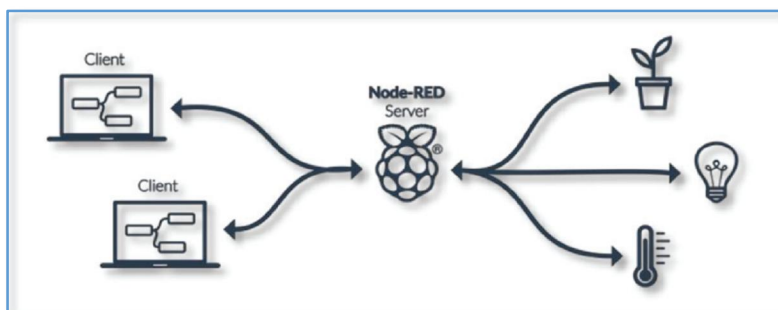
IBM Watson IoT: Thu thập dữ liệu từ thiết bị IoT và cung cấp dịch vụ khác nhau mà phân tích dữ liệu và có những điều khiển tiếp theo để giải quyết. Watson IoT cung cấp một tập hợp phong phú dịch vụ nhận thức (như học máy xử lý ngôn ngữ tự nhiên, và phân tích hình ảnh) để tăng cường khả năng xử lý dữ liệu phi cấu trúc thu thập từ cảm biến thông minh khác nhau.

IBM Cloud: là một tiêu chuẩn mở dựa trên nền tảng điện toán đám mây để xây dựng, chạy và quản lý ứng dụng và dịch vụ. IBM Cloud hỗ trợ triển khai các ứng dụng IoT trên nền tảng điện toán đám mây với khả năng cung cấp các dịch vụ triển khai linh hoạt và an toàn.

2.3. Đám mây Node-RED

Node-RED được dựa trên Node.js, có thể được xem như một web server vô hình tùy chỉnh các chức năng gọi là “flow” (dòng dữ liệu) từ bất kỳ trình duyệt nào trên máy tính. Mỗi ứng dụng Node-RED bao gồm các nút (node) có thể liên kết được với nhau với các dạng là dữ liệu đầu vào (input), dữ liệu đầu ra (output) và hoạt động (operation). Với Node-RED ta có thể hình dung cách tương tác và giao tiếp với các thiết bị một cách tổng quan như hình dưới. Ở đây máy tính sẽ đóng vai trò là chủ (server) và khách (client). Kết nối qua Node-RED cho phép tùy chỉnh các kết nối với các thiết bị IoT và xây dựng các mô

hình kết nối giữa các thiết bị. Hình 4 mô tả khả năng kết nối của Node-RED với các thiết bị IoT và các thành phần khác trong mạng.



Hình 4. Mô hình kết nối với các thiết bị IoT và các ứng dụng người dùng

2.4. Cơ sở dữ liệu quan trắc

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu MongoDB được nhóm nghiên cứu lựa chọn để phát triển hệ thống quan trắc môi trường căn cứ vào những lí do sau:

MongoDB quản lý ít lược đồ cơ sở dữ liệu hơn. Mỗi lược đồ được xây dựng dựa trên một đối tượng cụ thể. Cấu trúc của các đối tượng là rõ ràng, không sử dụng các kết nối phức tạp như trong cơ sở dữ liệu quan hệ.

Khả năng mở rộng cực lớn: việc mở rộng dữ liệu mà không phải lo đến các vấn đề như khóa ngoại, khóa chính, kiểm tra ràng buộc,... MongoDB cho phép thực hiện nhân bản và lưu trữ dữ liệu phân tán nên việc mở rộng cũng thuận lợi hơn. Sử dụng bộ nhớ trong để lưu giữ cửa sổ làm việc cho phép truy cập dữ liệu nhanh hơn. Việc cập nhật được thực hiện nhanh gọn nhờ update tại chỗ (in-place).

MongoDB có khả năng xử lý dữ liệu lớn với khả năng truy vấn hàng trăm nghìn bản ghi trong khoảng thời gian cho phép. Điều này là khác biệt với các hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ khác. Giả sử bạn có đến 10 triệu bản ghi thì đó là cơn ác mộng với MySQL. Tuy nhiên, MongoDB có thể xử lý được quá trình tìm kiếm dữ liệu trong khoảng thời gian cho phép. Nghiên cứu cho thấy Tốc độ truy vấn (find, update, insert, delete) của MongoDB nhanh hơn hẳn so với các hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (RDBMS). Thử nghiệm cho thấy tốc độ cập nhật cơ sở dữ liệu của MongoDB có thể nhanh tới gấp 100 lần so với MySQL. Điều này phù hợp với các ứng dụng liên quan đến quan trắc môi trường khi mà dữ liệu được thu nhận theo thời gian thực và có số lượng rất lớn.

2.5. Hệ thống quản lý chất lượng không khí

Hệ thống quản lý chất lượng không khí là tập hợp các module xử lý và lưu trữ dữ liệu quan trắc được về các yếu tố của môi trường làm việc. Các module dữ liệu được xây dựng và triển khai trên nền tảng điện toán đám mây IBM Cloud của IBM. Dựa trên cơ sở dữ liệu đã được lưu trữ, nhóm nghiên cứu xây dựng các RESTful API (giao diện lập trình) để cung cấp dữ liệu cho các ứng dụng hiển thị thông tin quan trắc tại các địa điểm đặt thiết bị quan trắc.

3. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI THỰC TẾ

Hiện nay hệ thống quan trắc môi trường tự động đã được triển khai tại 18 địa điểm với những đặc thù tương đối khác nhau nhằm đánh giá hiệu năng hoạt động của các thiết bị

quan trắc và thu thập thông tin về môi trường làm việc tại các địa điểm quan trọng. Cụ thể là: 10 thiết bị tại 10 trạm viễn thông, 3 thiết bị tại 03 văn phòng khác nhau của công ty cổ phần ThinkLABs, 1 thiết bị tại bệnh viện Đa khoa tỉnh Thanh Hoá. 2 thiết bị tại công ty in thẻ nhựa và 2 thiết bị tại Trường Đại học Phú Xuân, thành phố Huế.

Người dùng tra cứu thông tin quan trắc các yếu tố môi trường tại các vị trí quan trắc trên nền tảng của thiết bị thông minh qua các ứng dụng được xây dựng trên nền hệ điều hành Android hoặc iOS và qua máy tính thông qua giao diện Web do nhóm nghiên cứu phát triển.

Thông qua ứng dụng được xây dựng cho các điện thoại thông minh, máy tính bảng, người dùng có thể tra cứu thông tin về môi trường tại các địa điểm được liệt kê trong danh sách do ứng dụng đưa ra. Thông tin về các yếu tố môi trường còn được thể hiện dưới dạng các bảng biểu nhằm hỗ trợ người dùng có cái nhìn tổng quan về diễn biến của các thông số môi trường trong thời gian qua.



Hình 2. Màn hình trên ứng dụng trên nền iOS hiển thị thông tin quan trắc

Người dùng cũng có thể xem thông tin quan trắc môi trường ở các địa điểm có lắp đặt các thiết bị quan trắc trên nền web (Hình 3). Các thông tin được thể hiện dưới dạng trực quan, dễ hiểu, dễ theo dõi. Bên cạnh đó, người dùng có thể xem thông tin chi tiết và thông tin lịch sử quan trắc của các trạm quan trắc đã được thiết lập (Hình 4).



Hình 3. Màn hình hiển thị thời gian thực thông tin các yếu tố môi trường



Hình 4. Màn hình hiển thị thời gian thực thông tin các yếu tố môi trường tại địa điểm cụ thể

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài báo đã trình bày một giải pháp ứng dụng các thiết bị cảm biến để thiết kế và xây dựng ứng dụng quan trắc môi trường lao động tại các trạm BTS thuộc quản lý của VNPT. Để trực quan hoá được kết quả quan trắc môi trường, nhóm nghiên cứu đã xây dựng các giao diện người dùng trên nền các thiết bị thông minh và trên nền web. Để làm được điều đó, các dữ liệu được truy xuất từ cơ sở dữ liệu thông qua các giao diện lập trình RESTful API.

Một trong những hướng nghiên cứu tiếp theo cho đề tài là xây dựng các module cảnh báo và quản trị rủi ro cho các trạm viễn thông dựa trên các thông số quan trắc thời gian thực. Mối quan hệ giữa các yếu tố môi trường có thể chỉ ra được những rủi ro có thể có trong quá trình làm việc của các thiết bị bên trong nhà trạm. Việc đảm bảo được môi trường làm việc theo đúng yêu cầu và ổn định sẽ giúp đơn vị và doanh nghiệp tăng được năng suất lao động và giảm thiểu rủi ro cho người lao động nói riêng và doanh nghiệp nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Văn Tác, Trần Tiến Phúc, Quách Đức Cường (2015), *Thiết kế và thực hiện hệ thống thu thập dữ liệu môi trường từ xa qua mạng Zigbee Wireless cho bảo tàng viện Hải dương học*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, 14(3), 289-298.
- [2] M. W. Ahmad, M. Mourshed, D. Mundow, M. Sisinni, and Y. Rezgui (2016), *Building energy metering and environmental monitoring - A state-of-the-art review and directions for future research*, Energy Build, 120, 85-102.
- [3] L. Guo, G. Wang, and X. Yu (2016), *Design for indoor environment monitoring system based on embedded system and multi-sensor data fusion algorithm*, Int. J. Smart Home, 10(1), 31-40.
- [4] G. N. Kodandaramaiah and K. V (2015), *Cloud IoT Based Greenhouse Monitoring System*, Int. J. Eng. Res. Appl., 5(10), 35-41.
- [5] M. Mekki, O. Abdallah, M. Amin, M. Eltayeb, T. Abdalfatah, and A. Babiker (2010), *Greenhouse Monitoring and Control System Based on Zigbee Wireless Sensor Network*, in International Conference on Electrical and Control Engineering, 1-4.

- [6] M. F. Othman and K. Shazali (2012), *Wireless Sensor Network Applications: A Study in Environment Monitoring System*, in International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012), 41, 1204-1210.
- [7] D. M. G. Preethichandra (2015), *Design of a Smart Indoor Air Quality Monitoring Wireless Sensor Network for Assisted Living*, in 2013 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC).
- [8] A. Somov, A. Baranov, D. Spirjakin, A. Spirjakin, V. Sleptsov, and R. Passerone (2013), *Deployment and evaluation of a wireless sensor network for methane leak detection*, *Sensors Actuators A Phys.*, 202, 217-225.
- [9] P. Spachos, L. Song, and D. Hatzinakos (2013), *Prototypes of Opportunistic Wireless Sensor Networks Supporting Indoor Air Quality Monitoring*, in 2013 IEEE 10th Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), no. January, 844-845.
- [10] Y. Wang, D. Ewert, T. Meisen, D. Schilberg, and J. S (2014), *Working area monitoring in dynamic environments using multiple auto-aligning 3-D sensor*, *J. Sensors Sens. Syst.*, 3, 113-120.

BUILDING AN AUTOMATIC MONITORING SYSTEM FOR WORKING AREA OF VNPT-THANH HOA USING SENSOR NETWORKS

Nguyen The Cuong, Vu Hai Nam, Nguyen Thu Huong

ABSTRACT

Monitoring the working environment is an essential requirement for employers to ensure the quality of working environment for workers. In order to assess the quality of the working environment, it is necessary to use devices that receive information about environmental factors. The development of electronics and information-communication technology creates sensors that allow users to receive information about the real world. The application of sensor networks to monitor the working environment is a low cost solution but still ensures the accuracy of the information. Besides, sensor networks also allow automatic, continuous monitoring for a long time. In this paper, we introduce a sensor network system used to monitor the working environment in Thanh Hoa Telecommunications (VNPT). For the first time, the quality of working environment at telecommunication stations is assessed and monitored. Research results will be applied for monitoring working environments in other units.

Keyword: *Environmental monitoring, sensor network, working area, automatical monitoring.*

Ngày nộp bài: 22/4/2019; Ngày gửi phản biện: 6/5/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.