

Thiết kế và triển khai hệ thống công nghệ thông tin ứng dụng trong hoạt động rà phá bom mìn

Lê Đình Sơn*, Đồng Thanh Tùng

Học viện Kỹ thuật quân sự

Ngày nhận bài 6/2/2017; ngày chuyển phản biện 16/2/2017; ngày nhận phản biện 28/3/2017; ngày chấp nhận đăng 31/3/2017

Tóm tắt:

Hệ thống ứng dụng công nghệ thông tin trong hoạt động rà phá bom mìn (RPBM) đã được Tổ chức hành động nhân đạo vì bom mìn (GICHD - Geneva International Centre for Humanitarian Demining) xây dựng với tên gọi IMSMA (The Information Management Software for Mine Action), đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới. Tuy nhiên do vấn đề bản quyền phần mềm, muốn tùy biến theo điều kiện riêng phải phụ thuộc hoàn toàn vào đơn vị cung cấp, khiến Việt Nam gặp nhiều khó khăn trong việc ứng dụng hệ thống này. Để khắc phục, nhóm nghiên cứu đã xây dựng hệ thống công nghệ thông tin nhằm nâng cao chất lượng hoạt động RPBM, làm cơ sở cho việc xây dựng bản đồ ô nhiễm bom mìn tại Việt Nam trong thời gian tới.

Từ khóa: Bản đồ từ trường, máy dò bom, quản lý chất lượng RPBM, thiết bị giám sát định vị, thiết bị nhúng.

Chỉ số phân loại: 2.2

Designing and developing the IT system for mine action operations

Dinh Son Le*, Thanh Tung Dong

Military Technical Academy

Received 6 February 2017; accepted 31 March 2017

Abstract:

Applications of embedded systems in science and technology have been becoming the most attractive field in the Vietnamese scientific community. In this paper, the authors present the study and implementation of an embedded computer for mine action operations (MAO). The evaluation and test of the system have been conducted on the mine clearance vehicle Vallon EL 1303D2 in the mine testing center. The results have shown the ability of embedded technology in the mine action operations, and this is a basis to design a pollution mine map in Vietnam.

Keywords: Embedded computer, magnetic map, MAO quality management, mine clearance vehicle, navigation devices.

Classification number: 2.2

Đặt vấn đề

Nhằm khắc phục hậu quả của chiến tranh, nhiều quốc gia trên thế giới đã nghiên cứu chế tạo các hệ thống thiết bị, phần mềm hỗ trợ để xác định vị trí, phục vụ công tác dò tìm, xử lý các loại bom mìn còn sót lại [1]. Là một trong những nước chịu hậu quả nghiêm trọng của chiến tranh, với hàng triệu hecta mặt đất, mặt nước trên toàn quốc đang bị ô nhiễm bom mìn, nhưng ở Việt Nam mới chỉ có thiết bị hỗ trợ hoạt động dò tìm, mà chưa tự xây dựng được hệ thống tích hợp để quản lý, giám sát hoạt động này. Với mục tiêu xây dựng một hệ thống đồng bộ, chúng tôi đã nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống công nghệ thông tin (IT) để quản lý dữ liệu định vị (GPS - Global Positioning System) và mức độ từ trường đo được từ máy dò bom mìn, góp phần nâng cao chất lượng hoạt động RPBM, làm cơ sở cho việc lập bản đồ từ trường các khu vực nghi ngờ tồn tại bom mìn, tiến tới xây dựng bản đồ ô nhiễm bom mìn tại Việt Nam. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm nghiên cứu sẽ trình bày giải pháp tổng thể của bài toán quản lý, không trình bày tất cả các thành phần trong hệ thống mà chỉ trình bày sâu hơn về hệ thống nhúng làm cơ sở đầu vào cho toàn bộ hệ thống.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Tổng quan về mô hình bài toán quản lý hoạt động RPBM

*Tác giả liên hệ: Email: sonld2004@gmail.com

Theo kết quả thống kê sơ bộ, Việt Nam có tới 9.284/10.511 xã trên cả nước bị ô nhiễm bom mìn, với diện tích khoảng 6,6 triệu ha, chiếm 20% tổng diện tích, phân bố rải rác ở cả 63 tỉnh/thành phố. Trong đó, có khoảng 925.600 ha còn nhiều bom mìn, vật nổ, chiếm 13,9%. Tổng diện tích các loại đất canh tác đang bị bỏ hoang do bom mìn là 435.900 ha, chiếm gần 7% [2].

Trong bài toán quản lý hoạt động RPBМ, việc xác định vị trí nghi ngờ có tồn tại bom mìn là quan trọng nhất. Tại Việt Nam hiện nay, chúng ta thường dùng các thiết bị do các hãng nước ngoài cung cấp. Tuy nhiên, do chi phí bản quyền của hệ thống phần mềm chuyên dụng kèm theo các thiết bị RPBМ là rất lớn và phải hiệu chỉnh một số tham số khi sử dụng với nền địa chất ở Việt Nam, đồng thời việc yêu cầu cung cấp thông tin khi khai thác hệ thống phần mềm này rất phức tạp. Vì vậy, việc tự xây dựng hệ thống tích hợp cả phần cứng và phần mềm ứng dụng trong hoạt động RPBМ tại Việt Nam là rất có ý nghĩa.

Thiết kế hệ thống IT ứng dụng trong hoạt động RPBМ

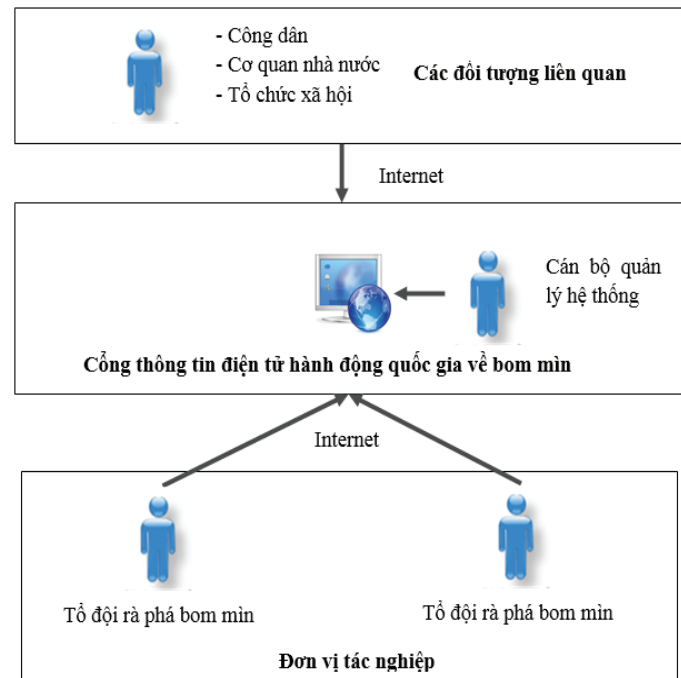
Trên cơ sở khảo sát yêu cầu của các đơn vị tham gia hoạt động RPBМ, cũng như tìm hiểu về nhu cầu xử lý thông tin, chúng tôi xác định được các đối tượng chính tham gia hệ thống bao gồm:

- Người dân, các tổ chức bị ảnh hưởng bởi bom mìn còn sót lại sau chiến tranh rất cần có thông tin về những địa điểm an toàn, không an toàn khi sinh sống, học tập và công tác. Mặc dù đã có nhiều dự án được triển khai thực hiện, nhưng mới chỉ mang tính đơn lẻ, chưa có khả năng tra cứu, đánh giá mức độ ô nhiễm bom đạn thực tế trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Vì vậy, việc xây dựng hệ thống IT hỗ trợ công tác này là rất cần thiết.

- Người quản lý hoạt động RPBМ cần có hệ thống hỗ trợ nâng cao chất lượng công việc, góp phần quản lý, đánh giá chất lượng hoạt động RPBМ, giúp giảm thiểu sai sót, mất mát không đáng có.

- Người trực tiếp tham gia hoạt động RPBМ vừa cần nắm vững chuyên môn, vừa cần sự hỗ trợ của các trang thiết bị để công việc được thuận lợi, an toàn, chính xác hơn.

Trên cơ sở xây dựng hệ thống cho 3 đối tượng chính nêu trên, chúng tôi đề xuất mô hình quản lý quốc gia về bom mìn tại Việt Nam trong hình 1.



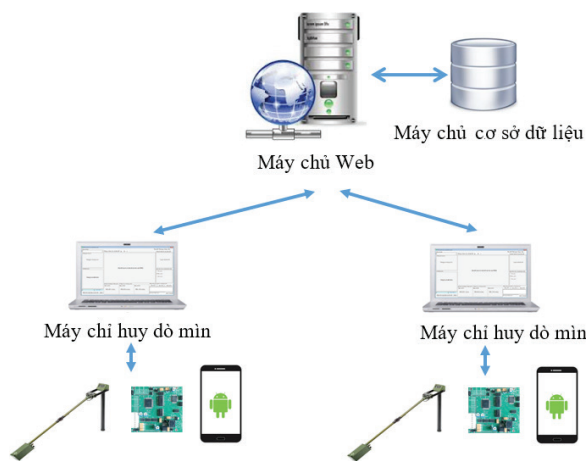
Hình 1. Mô hình tổng thể hệ thống quản lý hành động bom mìn tại Việt Nam.

Cổng thông tin điện tử hành động quốc gia về bom mìn: Hướng tới cả hệ thống Intranet quân sự và Internet, đáp ứng các nhu cầu khai thác khác nhau về tin tức liên quan tới khắc phục hậu quả bom mìn tại Việt Nam, dữ liệu các vùng bị ô nhiễm bom mìn, giám sát hoạt động RPBМ trên nền bản đồ số, cơ sở dữ liệu quốc gia về hành động bom mìn...

Các đơn vị tác nghiệp: Mỗi đơn vị có một tài khoản trên cổng thông tin, phục vụ việc quản lý và điều hành nội bộ, cũng như cung cấp các thông tin cần thiết của dự án RPBМ do đơn vị thực hiện. Đơn vị tác nghiệp (các tổ đội thi công RPBМ) được trang bị hệ thống máy dò tích hợp bộ thiết bị nhúng, giúp thu thập dữ liệu dò và hỗ trợ công tác điều hành cho người chỉ huy khu vực dò tìm. Kết quả dò tìm được báo cáo dưới dạng dữ liệu từ trường, GPS khu vực RPBМ và gửi về cơ sở dữ liệu trên cổng thông tin.

Các đối tượng liên quan: Bao gồm các cơ quan nhà nước, các tổ chức xã hội, các cá nhân có nhu cầu khai thác thông tin liên quan qua cổng thông tin.

Với mô hình tổng thể như trên, ngoài cổng thông tin điện tử cung cấp thông tin về hành động RPBМ, hệ thống còn hỗ trợ điều hành, thu thập dữ liệu từ trường, rà phá cho các tổ đội trực tiếp thực hiện (hình 2).



Hình 2. Mô hình ứng dụng hệ thống quản lý hành động bom mìn tại Việt Nam.

Máy chủ Web: Cài đặt cổng thông tin điện tử theo mô hình Web-base với bản đồ số trên nền ngôn ngữ lập trình ASP.Net, ArcEngine, cung cấp đầy đủ thông tin cho nhà quản lý và những người khai thác hệ thống.

Máy chủ cơ sở dữ liệu: Cài đặt hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL/PostGIS, cho phép quản lý cơ sở dữ liệu thuộc tính và không gian.

Máy chỉ huy dò mìn: Cài đặt phần mềm điều hành khu vực RPBM trên nền hệ điều hành Windows, ngôn ngữ lập trình .NET, ArcEngine, hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL/PostGIS. Hệ thống này hỗ trợ người chỉ huy điều hành công tác RPBM tại hiện trường, là công cụ kết nối giữa người quản lý và cán bộ trực tiếp làm công tác RPBM.

Bộ máy dò và thiết bị nhúng: Hỗ trợ cán bộ hiện trường trong các công tác: Tổng hợp số liệu, hiển thị, cảnh báo, đồng thời cung cấp dữ liệu căn bản cho việc quản lý, xây dựng bản đồ ô nhiễm bom mìn.

Trong khuôn khổ của bài báo, chúng tôi xin trình bày cụ thể việc thiết kế, chế tạo thiết bị nhúng tích hợp vào máy dò bom mìn, làm cơ sở cho việc quản lý sau này.

Nội dung nghiên cứu

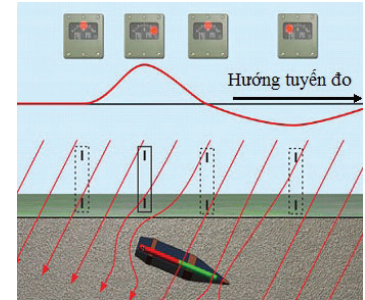
Giới thiệu máy dò tìm bom mìn

Trang thiết bị chuyên dụng phục vụ công tác dò tìm bom mìn khá đa dạng, có thể phân loại theo nhiều tiêu chí khác nhau [3, 4]: Thiết bị cầm tay/thiết bị trên xe chuyên dụng; thiết bị một đầu dò/thiết bị đa đầu dò; thiết bị dò tìm trên cạn/thiết bị dò tìm dưới nước; hoặc phân loại theo công nghệ sử dụng để dò tìm bom mìn... Tại Việt Nam, chủ yếu được sử dụng là các hệ máy dò bom mìn của hãng Vallon (chiếm 51,57%) (hình 3), hệ máy dò

của hãng Foerster (chiếm 25,44%). Nhóm nghiên cứu tập trung vào khai thác máy dò Vallon EL 1303-D2. Nguyên lý hoạt động của máy dò thể hiện trên hình 4.



Hình 3. Máy dò bom, mìn EL 1303-D2.



Hình 4. Nguyên lý đo sự thay đổi từ trường khi gặp vật thể kim loại.

Bom mìn còn sót lại trong lòng đất thường có từ tính khá mạnh vì vỏ làm bằng thép hợp kim [5]. Do tác động của trường từ trái đất, chúng sẽ bị từ hóa (nhiễm từ). Máy dò EL 1303-D2 hoạt động dựa trên nguyên lý đo từ trường như trong hình 4, khi gặp đối tượng nhiễm từ, máy dò thông báo dưới dạng âm thanh và biểu thị giá trị từ trường qua đồng hồ đo. Đây mới chỉ là các tín hiệu hiển thị dạng đơn giản, còn việc xác định vị trí nghi ngờ có bom mìn hoàn toàn phụ thuộc vào kinh nghiệm của người thực hiện.

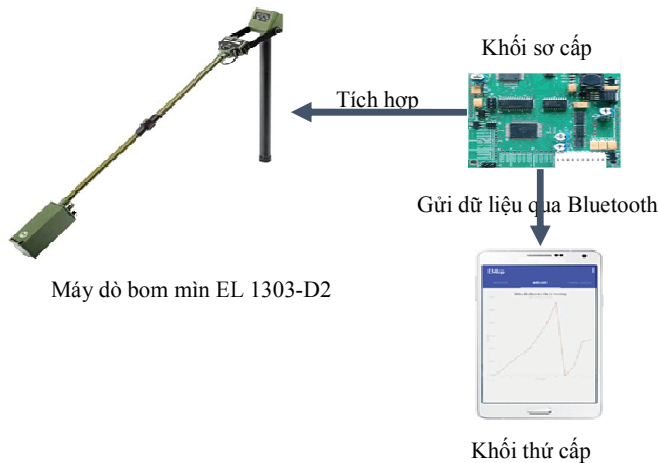
Thiết kế, chế tạo thiết bị nhúng

Phân tích chức năng: Trên cơ sở phân tích nguyên lý dò tìm bom mìn và các thông số kỹ thuật của từng chủng loại thiết bị, nhóm nghiên cứu đã tập trung xây dựng bộ thiết bị nhúng tích hợp vào máy dò tìm bom mìn Vallon EL 1303-D2. Mô hình thiết kế hệ thống được thể hiện ở hình 5. Bộ thiết bị này bao gồm 2 khối: Sơ cấp và thứ cấp, với yêu cầu về chức năng như sau:

- Khối sơ cấp: Nhỏ gọn, dễ dàng tích hợp vào máy dò bom, không gây nhiễu từ trường; nguồn điện được lấy từ bên ngoài hoặc sử dụng chung với máy dò bom; trích rút dữ liệu đo trực tiếp từ bên trong máy dò bom mìn EL 1303-D2 (không thông qua cổng đầu ra có sẵn của máy). Khối sơ cấp có cấu tạo gồm: 1 môđun định vị GPS; thang đo dữ liệu đồng bộ với các chế độ của máy dò bom; 1 bộ xử lý đánh dấu vị trí nghi ngờ có bom, mìn; 1 bộ xử lý dữ liệu (từ trường và định vị GPS) theo thời gian thực, giúp tổng hợp dữ liệu, ghi vào thẻ nhớ và truyền đến khối thứ cấp thông qua công Bluetooth.

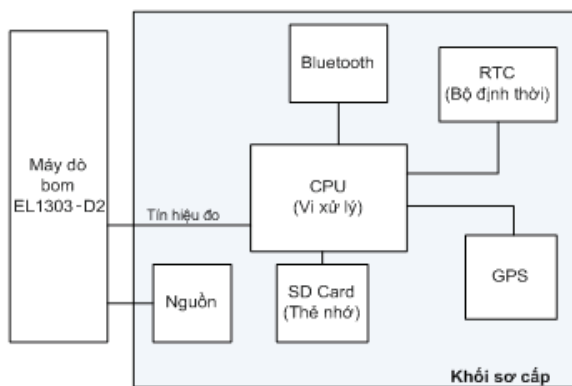
- Khối thứ cấp: Nhận dữ liệu từ khối sơ cấp thông qua Bluetooth; xử lý, tổng hợp dữ liệu từ trường, có nhiệm vụ tổng hợp nhiều gói dữ liệu nhận được từ khối sơ cấp thành 1 gói tin tổng hợp, trong đó vị trí của gói tin tổng hợp là giá trị trung bình vị trí của các gói, giá trị từ trường

của gói tin tổng hợp cũng là giá trị từ trường trung bình của các gói. Thông qua việc tổng hợp, khối thứ cấp sẽ tự động xác định vị trí nghi ngờ có bom mìn, đưa ra cảnh báo cho người sử dụng khi cường độ từ trường đổi chiều (từ âm sang dương hoặc từ dương sang âm) hoặc mức độ từ trường vượt ngưỡng, từ đó biểu diễn mức độ từ trường thu được theo thời gian thực và hiển thị vị trí dò tìm bom mìn trên nền bản đồ số, bản đồ lưới khu vực RPBM.



Hình 5. Mô hình thiết kế bộ thiết bị nhúng tích hợp máy dò bom Vallon EL 1303-D2.

Thiết kế khối sơ cấp: Khối sơ cấp (có thể sử dụng chung nguồn pin với máy EL1303-D2 hoặc sử dụng nguồn được trang bị độc lập) được kết nối với máy dò Vallon EL 1303-D2 để đọc, tổng hợp, hiệu chỉnh giá trị từ trường, thang đo; luôn hoạt động ở mức tiêu thụ năng lượng thấp để đảm bảo nguồn pin lâu dài. Cấu tạo của khối sơ cấp gồm các thành phần (hình 6): Bộ vi xử lý trung tâm; đầu đọc và thẻ nhớ; môđun kết nối Bluetooth; môđun GPS; nguồn cấp: 5V/DC; bộ định thời - bộ lập lịch cho các hoạt động của hệ thống theo thời gian [6].

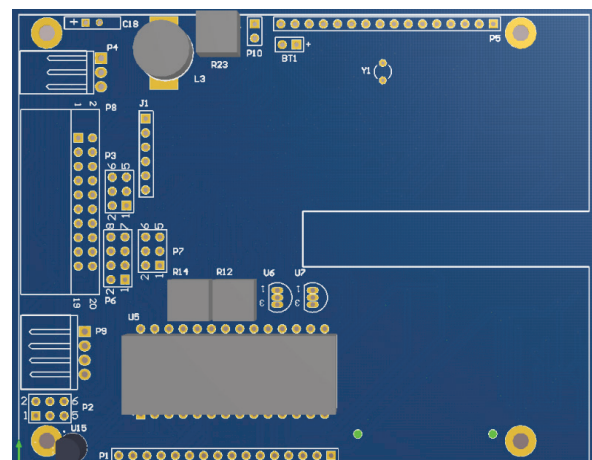
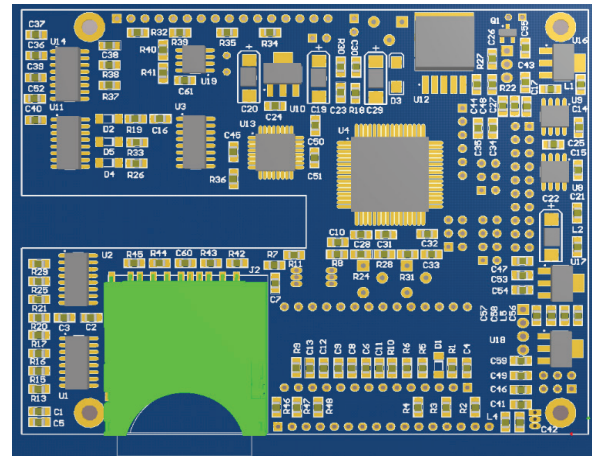


Hình 6. Mô hình khối sơ cấp.

Trong đó, bộ xử lý trung tâm thực hiện kết nối, điều

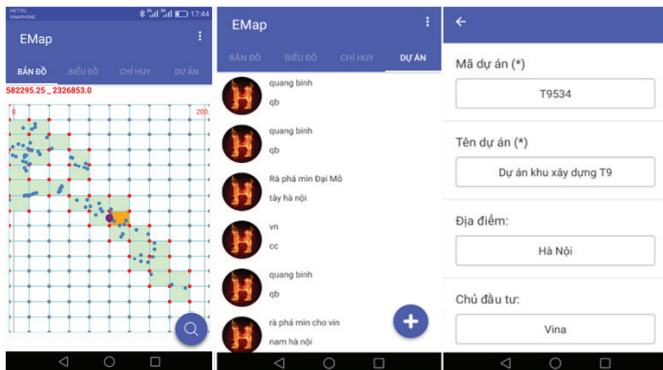
khiển các khối chức năng còn lại; môđun GPS có chức năng đọc, hiệu chỉnh tọa độ WGS84 theo thời gian thực UTC từ vệ tinh, được lắp đặt đúng với vị trí đầu dò của máy dò; môđun xử lý lưu trữ dữ liệu (giá trị từ trường, thang đo, tọa độ WGS84, thời gian thực) trên thẻ nhớ SD-Card theo chế độ quay vòng, khi lưu hết dung lượng trống, sẽ tự động ghi đè lên vùng dữ liệu cũ nhất, bảo đảm không bị thiếu dữ liệu, giúp hạn chế tháo lắp thiết bị dò. Dữ liệu mới được ghi và truyền ra bên ngoài (khối thứ cấp) qua cổng Bluetooth.

Với yêu cầu, chức năng của các môđun như trên, phần cứng khối sơ cấp được thiết kế chi tiết như hình 7.



Hình 7. Thiết kế khối sơ cấp.

Thiết kế khối thứ cấp: Với yêu cầu chức năng nhận, lưu trữ, hiển thị thông tin từ khối sơ cấp, khối thứ cấp sử dụng phần cứng là một điện thoại thông minh hệ điều hành Android, có hỗ trợ Bluetooth đã được hiệu chỉnh để không gây nhiễu từ trường. Các chức năng của khối thứ cấp được cung cấp qua phần mềm tích hợp do nhóm nghiên cứu thiết kế (hình 8).



Hình 8. Một số hình ảnh phần mềm trên khối thứ cấp.

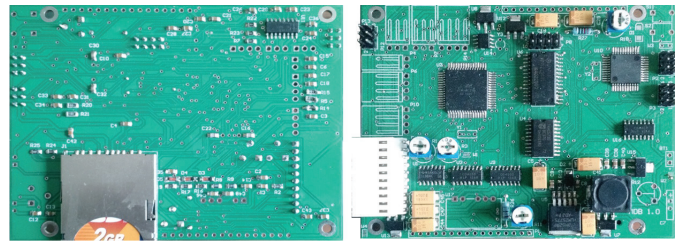
Phần mềm trên khối thứ cấp được thiết kế tối ưu để tiết kiệm năng lượng, bao gồm các môđun chức năng sau:

- Quản trị tham số hệ thống: Hiển thị trạng thái pin, trạng thái kết nối của 2 khối (Bluetooth tắt, mở).
- Quản trị việc lưu trữ, truyền dữ liệu (dữ liệu truyền đi phải được mã hóa), bật, tắt việc kết nối đến các máy liên quan; thay đổi mật khẩu.
- Quản lý thông tin dự án: Thêm mới dự án, cập nhật dữ liệu dự án mới, sửa dự án, xóa dự án, hiển thị danh sách các dự án, xuất dữ liệu dự án; hiển thị thông tin chi tiết dự án.
- Điều hành dự án: Lựa chọn dự án, hiển thị thông tin dự án, đọc dữ liệu về vị trí, từ trường, điểm đánh dấu qua Bluetooth lưu vào file dữ liệu từ trường, tự động lưu dữ liệu từ trường vào cơ sở dữ liệu, hiển thị bản đồ biến đổi cường độ từ trường theo thời gian thực [7, 8].

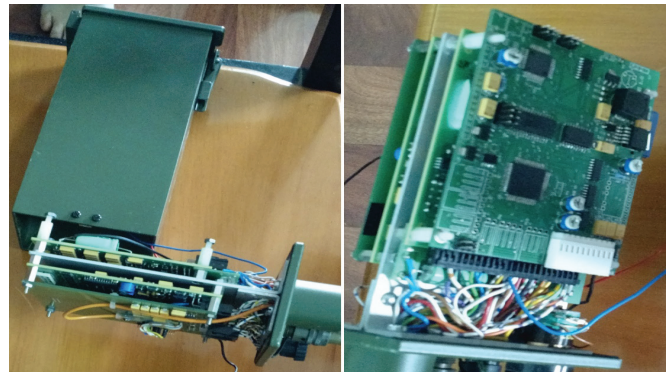
Thử nghiệm

Các tham số đánh giá: Hệ thống được đánh giá dựa trên việc kiểm tra các tham số sau: Khả năng tích hợp cần đảm bảo gọn nhẹ, không ảnh hưởng tới tính năng của máy dò bom mìn; thời gian sử dụng đảm bảo liên tục, nguồn pin dung lượng lớn và có thể sạc, ngoài ra khối sơ cấp nằm trong máy dò nên có thể sử dụng nguồn pin của máy dò, do vậy công suất của khối này cũng phải phù hợp; độ chính xác, tin cậy phải cao, tín hiệu do khối sơ cấp ghi lại từ máy dò bom mìn phải có độ chính xác cao, không bỏ sót, dữ liệu truyền qua khối thứ cấp phải được mã hóa; phải biểu diễn dữ liệu thu được theo thời gian thực, hiệu quả cao khi đưa vào sử dụng trong thực tế.

Tích hợp và sử dụng máy dò có thiết bị nhúng: Dựa trên không gian bên trong máy dò EL 1303-D2, khối sơ cấp được chế tạo thành bản mạch với kích thước 10,2x8,01 cm, mặt trước và sau như hình 9 và hình 10.



Hình 9. Hai mặt khối sơ cấp.



Hình 10. Thiết bị dò mìn trước và sau khi được tích hợp khối sơ cấp.

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm kỹ thuật tại bãi thử nghiệm bom mìn của Trạm kiểm định - Cục Kỹ thuật - Bộ Tư lệnh Công binh, Bộ Quốc phòng (hình 11).



Hình 11. Thử nghiệm tại Trạm kiểm định, Cục Kỹ thuật, Bộ Tư lệnh Công binh.

Đánh giá

Với các phương pháp truyền thống (không sử dụng hệ thống tự động), các kết quả dò tìm bom mìn không được mô tả chính xác, dẫn tới nhiều sai sót trong việc xác định vị trí an toàn bom mìn, không đủ cơ sở để xây dựng bản đồ số về ô nhiễm bom mìn. Qua quá trình thử nghiệm, mức độ hiệu quả của hệ thống ứng dụng công nghệ thông tin trong hoạt động RPBM của nhóm nghiên cứu được đánh giá như sau:

Về khả năng tích hợp: Thiết bị nhúng được tích hợp thành công với máy dò bom Vallon EL 1303-D2, không làm ảnh hưởng đến hoạt động của máy dò, không bị nhiễu từ và thu được tín hiệu từ trường từ máy dò.

Về độ chính xác, tin cậy: Khối thứ cấp kết nối với khối sơ cấp thông qua đường truyền Bluetooth cho tín hiệu ổn định ở cự ly nhỏ hơn 7 m. Việc kết nối giữa khối sơ cấp và thứ cấp bảo đảm thời gian, không bị mất mát thông tin trong quá trình truyền nhận.

Về thời gian đáp ứng: Tín hiệu thu được từ máy dò có giá trị trong khoảng -6,7 đến 6,7 V, giá trị cường độ từ trường thu được trong khoảng từ 2 đến 20.000 nT. Tốc độ lấy mẫu trong quá trình thử nghiệm của thiết bị nhúng là 1 mẫu/s.

Về khả năng áp dụng thực tế: Khối sơ cấp đã lưu đầy đủ thông tin theo yêu cầu, đáp ứng công tác quản lý và giám sát hoạt động RPBМ với định dạng dữ liệu thu được đảm bảo các yêu cầu về lưu trữ và bảo mật (hình 12). Cụ thể là:

- Giá trị đo từ trường có mã lệnh là \$MDGTD (ID máy, giờ, phút, giây, ngày, tháng, năm), mức tín hiệu đo từ trường (A tốt, V xấu), giá trị từ trường, tổng số vị trí GPS thu được, vị trí công tắc MODE, vị trí SENS (hiệu chỉnh thang đo), giá trị kiểm tra toàn vẹn của gói dữ liệu (Checksum).

- Giá trị GPS có mã lệnh là \$MDGPS (ID máy, giờ, phút, giây, ngày, tháng, năm), mức tín hiệu đo từ trường (A tốt, V xấu), vĩ độ (tọa độ WGS84), Bắc/Nam, kinh độ (tọa độ WGS84), Đông/Tây, tốc độ di chuyển (km/h), góc chuyển động (độ), góc so với phương Bắc (độ), giá trị kiểm tra toàn vẹn của gói dữ liệu truyền nhận (Checksum). Các dữ liệu này được đồng bộ tới khối thứ cấp ngay trong quá trình dò, làm cơ sở để xác định vị trí ô nhiễm bom mìn, do đó thiết bị có tính ứng dụng cao.

```
SMDGTD,11508,17,40,43,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,42,2102.437255,10547.583984,*01
SMDGTD,11508,17,40,43,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,42,2102.437255,10547.583984,*01
SMDGTD,11508,17,40,44,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,43,2102.428466,10547.573242,*07
SMDGTD,11508,17,40,46,19,2,17,A,-4.057305,1,36,3,44,2102.448486,10547.606445,*00
SMDGTD,11508,17,40,47,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,45,2102.430419,10547.58496,*02
SMDGTD,11508,17,40,48,19,2,17,A,-4.086122,1,36,3,46,2102.454589,10547.610351,*07
SMDGTD,11508,17,40,49,19,2,17,A,-4.057305,1,36,3,47,2102.445556,10547.599609,*0C
SMDGTD,11508,17,40,50,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,48,2102.438964,10547.59375,*09
SMDGTD,11508,17,40,51,19,2,17,A,-4.086122,1,36,3,49,2102.442382,10547.589843,*00
SMDGTD,11508,17,40,52,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,50,2102.435058,10547.576171,*02
SMDGTD,11508,17,40,53,19,2,17,A,-4.057305,1,36,3,51,2102.428955,10547.570312,*00
SMDGTD,11508,17,40,54,19,2,17,A,-4.086122,1,36,3,52,2102.430175,10547.579101,*0F
SMDGTD,11508,17,40,56,19,2,17,A,-4.086122,1,36,3,53,2102.439453,10547.583984,*0C
SMDGTD,11508,17,40,57,19,2,17,A,-4.114938,1,36,3,54,2102.448486,10547.591796,*03
SMDGTD,11508,17,40,58,19,2,17,A,-4.057305,1,36,3,55,2102.439453,10547.586914,*0F
```

Hình 12. Dữ liệu lưu trữ trên khối sơ cấp.

Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu mô hình bài toán quản lý hoạt động RPBМ, cấu tạo, nguyên lý hoạt động của máy dò bom mìn Vallon EL 1303-D2, nhóm nghiên cứu đã xây dựng bộ thiết bị với đầy đủ đặc điểm, tính năng của thiết bị nhúng và đã giải quyết được bài toán quản lý cơ bản trong hoạt động RPBМ. Việc phát triển một hệ thống thông tin hỗ trợ quản lý và điều hành toàn bộ hoạt động RPBМ (bản đồ ô nhiễm bom mìn, công thông tin điện tử quốc gia về bom mìn) trên cơ sở thông tin nhận được từ thiết bị nêu trên là hướng triển khai tiếp theo của nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Introduction to Programming Embedded Systems*, Department of Computer and Information Science, University of Pennsylvania, CSE480/CIS700.
- [2] Trung tâm Công nghệ xử lý bom mìn (2009), *Dự án điều tra, khảo sát và đánh giá tác động của sự ô nhiễm bom mìn sót lại sau chiến tranh ở Việt Nam*, Binh chủng Công binh, Bộ Quốc phòng.
- [3] <http://www.vallon.de>
- [4] <http://www.foerstergroup.de>
- [5] *Sổ tay Sĩ quan công binh* (1980), Nhà xuất bản Quân đội.
- [6] SIMCOM Ltd. (2007), *SIM548C Hardware Design V1.01*.
- [7] USGS (2005), *Geographic Information System. U. S. Geological Survey*, National Center, Reston, VA 20192, USA
- [8] Department of the Army (1959), *Grenades and Pyrotechnics*, Washington 25, D.C.