

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÁY TÍNH NHÚNG ỨNG DỤNG TRONG HOẠT ĐỘNG RÀ PHÁ BOM Mìn

Lê Đình Sơn*, Hồ Nhật Quang, Nguyễn Đăng Trịnh
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Ứng dụng các hệ thống nhúng trong lĩnh vực khoa học công nghệ hiện đang là một hướng tiếp cận thu hút được sự quan tâm lớn của cộng đồng nghiên cứu tại Việt Nam và đã có nhiều ứng dụng thiết thực trong thực tế. Trong bài báo này, các tác giả đề xuất nghiên cứu, chế tạo thiết bị máy tính nhúng ứng dụng trong hoạt động rà phá bom mìn (RPBM). Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm, đánh giá hệ thống thiết bị máy tính nhúng trên máy dò bom Vallon EL1303D2 tại bãi thử nghiệm bom mìn. Kết quả thử nghiệm chỉ ra tính khả thi của việc ứng dụng các kỹ thuật nhúng trong việc quản lý hoạt động RPBM và làm cơ sở cho việc xác định mức độ từ trường của các khu vực rà phá tiến tới xây dựng bản đồ ô nhiễm bom mìn tại Việt Nam.

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

TỔNG QUAN VỀ MÁY TÍNH NHÚNG

Hệ thống nhúng đầu tiên là Apollo Guidance Computer (Máy tính dẫn đường Apollo) được phát triển bởi Charles Stark Draper tại phòng thí nghiệm của Đại học MIT. Vào cuối những năm 70 của thế kỷ XX, các bộ xử lý 8 bit đã được đưa vào ứng dụng trong sản xuất máy tính nhúng. Đến giữa thập niên 80, kỹ thuật mạch tích hợp đã đạt trình độ cao dẫn đến nhiều thành phần có thể đưa vào một chip xử lý. Vì điều khiển ra đời, đánh dấu sự phổ biến của các hệ thống nhúng trong hầu hết các thiết bị điện tử và khuynh hướng này vẫn còn tiếp tục cho đến nay [3].

Hiện nay, vẫn chưa có khái niệm thống nhất cho hệ thống nhúng. Có thể hiểu hệ thống nhúng là hệ thống thực hiện một số chức năng đặc biệt có sử dụng vi xử lý (hay vi điều khiển) và phần mềm. Hệ thống nhúng thường có một số đặc điểm như sau [3]:

- Được thiết kế để thực hiện một số nhiệm vụ chuyên dụng. Một số hệ thống đòi hỏi ràng buộc về tính hoạt động thời gian thực để đảm bảo độ an toàn và tính ứng dụng; một số hệ thống không đòi hỏi hoặc ràng buộc chặt chẽ, cho phép đơn giản hóa hệ thống phần cứng để giảm thiểu chi phí, kích thước.

- Một hệ thống nhúng thường không phải là một khối riêng biệt mà là một hệ thống phức tạp nằm trong thiết bị mà nó điều khiển.

- Phần mềm được viết cho hệ thống nhúng được gọi là firmware được lưu trữ trong bộ nhớ ROM hoặc bộ nhớ flash chứ không phải trong ổ đĩa. Phần mềm thường chạy với tài nguyên phần cứng hạn chế không có bàn phím, màn hình hoặc có nhưng với dung lượng, kích thước nhỏ.

Trong quân sự, rất nhiều hệ thống trang bị, máy móc nhập từ nước ngoài, một số được viện trợ từ các cuộc chiến tranh hoặc sản xuất trong nước. Các hệ thống này thường hoạt động chuyên biệt theo thiết kế (không phù hợp với Việt Nam) chưa đáp ứng được nhu cầu thực tế hoặc đã quá cũ. Vì vậy, cần phải có giải pháp nâng cấp, cải tạo cho phù hợp với yêu cầu nghiệp vụ quân sự. Trong đó, phải kể đến giải pháp tích hợp các hệ nhúng. Tùy thuộc vào yêu cầu, việc thiết kế chế tạo hệ nhúng tích hợp vào các hệ thống hiện có nhằm thêm chức năng, xử lý dữ liệu số, truyền tải dữ liệu, điều khiển,...

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÁY TÍNH NHÚNG ỨNG DỤNG TRONG HOẠT ĐỘNG RPBM

Bài toán quản lý hoạt động rà phá bom mìn

Trải qua nhiều năm chiến tranh, một trong

* Tel: 0983 056966

những hậu quả để lại là hàng triệu hecta mất đất, mặt nước trên toàn quốc đang còn bị ô nhiễm bom mìn. Vấn đề bom mìn, vật liệu nổ sót lại đã và đang để lại những hậu quả tiềm tàng và hết sức nặng nề cho đất nước ta. Theo kết quả điều tra thống kê sơ bộ, có tới 9.284/10.511 xã trong cả nước bị ô nhiễm với diện tích khoảng 6,6 triệu ha, chiếm 20% tổng diện tích cả nước, nằm rải rác tại cả 63 tỉnh/thành phố. Trong đó diện tích còn nhiều bom mìn, vật nổ khoảng 925.600 ha, chiếm 13,9%. Tổng số các loại đất canh tác hiện còn bị bỏ hoang do bom mìn khoảng 435.900 ha, chiếm gần 7% [7].

Trong bài toán quản lý hoạt động RPBM thì 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 mua của nước ngoài. Tuy nhiên, do chi phí bản quyền của hệ thống phần mềm chuyên dụng kèm theo các thiết bị RPBM 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 các thông tin khi khai thác hệ thống phần mềm của các hãng nước ngoài có nhiều yêu cầu ràng buộc. Vì vậy, việc tự xây dựng ứng dụng tích hợp cả phần cứng và phần mềm vào hoạt động RPBM tại Việt Nam là cần thiết.

Giới thiệu máy dò tìm bom mìn

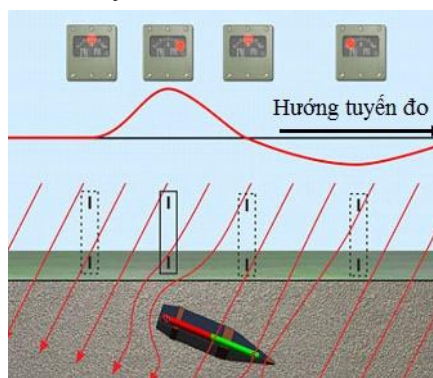
Trang thiết bị chuyên dụng dò tìm bom mìn khá đa dạng, có thể phân theo nhiều tiêu chí khác nhau: Thiết bị cầm tay/thiết bị trên xe chuyên dụng; thiết bị một đầu dò/thiết bị đa đầu dò; thiết bị dò tìm trên cạn/thiết bị dò tìm dưới nước; hoặc phân loại theo công nghệ sử dụng để dò tìm bom mìn,... Tại Việt Nam, chủ yếu được sử dụng là các hệ máy dò bom mìn của hãng Vallon (chiếm 51,57%) (Hình 1), hệ máy dò của hãng Foerster (chiếm 25,44%) [1]. Nhóm nghiên cứu tập trung vào khai thác máy dò Vallon EL 1302D2.

Ở Việt Nam, bom mìn còn sót lại ở trong lòng đất thường có từ tính khá mạnh vì vỏ của chúng làm bằng thép hợp kim. Do tác động

của trường từ trái đất, chúng sẽ bị từ hóa (nhiễm từ) do cảm ứng [4]. Máy dò EL1303D2 hoạt động dựa trên nguyên lý đo từ trường (Hình 2). 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 đều là các tín hiệu hiển thị ở dạng đơn giản, việc xác định vị trí nghi ngờ có bom mìn hiện tại ở nước ta hoàn toàn phụ thuộc vào kinh nghiệm dò tìm của con người [1].



Hình 1. Máy dò bom mìn Vallon EL1303D2



Hình 2. Nguyên lý đo sự thay đổi từ trường khi gặp vật thể kim loại

Thiết kế, chế tạo máy tính nhúng

Thiết kế theo 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 dò tìm bom mìn, nhóm nghiên cứu tập trung xây dựng bộ thiết bị nhúng tích hợp với máy dò tìm bom mìn phổ biến tại Việt Nam là Vallon EL1303D2. Mô hình thiết kế hệ thống như Hình 3.

Bộ thiết bị này bao gồm 2 khối: Sơ cấp và thứ cấp, với yêu cầu, 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

dùng chung với máy dò bom; trích rút dữ liệu đo trực tiếp từ bên trong máy dò bom EL1303D2 (không thông qua cổng đầu ra có sẵn của máy); có mô-đun định vị GPS; xây dựng thang đo dữ liệu đồng bộ với các chế độ của máy dò bom; xây dựng bộ xử lý đánh dấu vị trí nghi ngờ có bom, mìn; xử lý đồng bộ dữ liệu (từ trường và định vị GPS), đồng bộ thời gian; tổng hợp dữ liệu và ghi vào thẻ nhớ; truyền dữ liệu ra ngoài thông qua cổng Bluetooth.



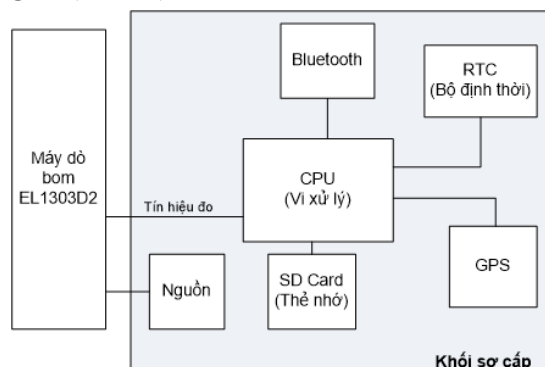
Hình 3. Mô hình hệ thống máy dò bom EL1303D2 và bộ thiết bị nhúng

Khối thứ cấp: Nhận dữ liệu từ khối sơ cấp thông qua Bluetooth; xử lý, tổng hợp dữ liệu từ trường, tổng hợp nhiều gói dữ liệu vị trí thành 1 gói tin nhận được từ máy sơ cấp: vị trí tổng hợp là giá trị trung bình vị trí của các gói và tổng hợp nhiều gói dữ liệu cường độ từ trường thành 1 gói: giá trị từ trường là giá trị trung bình từ trường của các gói; tự động xác định vị trí nghi ngờ có bom mìn, đưa ra cảnh báo kịp thời cho người sử dụng dựa trên sự thay đổi cường độ từ trường từ âm sang dương hoặc ngược lại hoặc sử dụng ngưỡng để đánh giá mức độ từ trường; biểu diễn mức độ từ trường thu được theo thời gian; hiển thị vị trí dò bom mìn trên nền bản đồ số, bản đồ lưới khu vực RPBM.

Thiết kế khối sơ cấp

Cấu tạo chung của khối sơ cấp gồm các thành phần: Vi xử lý trung tâm; đầu đọc và thẻ nhớ; mô-đun kết nối Bluetooth; mô-đun GPS; nguồn cấp: 5V/DC; bộ định thời - lập

liệu cho các hoạt động của hệ thống theo thời gian (Hình 4).



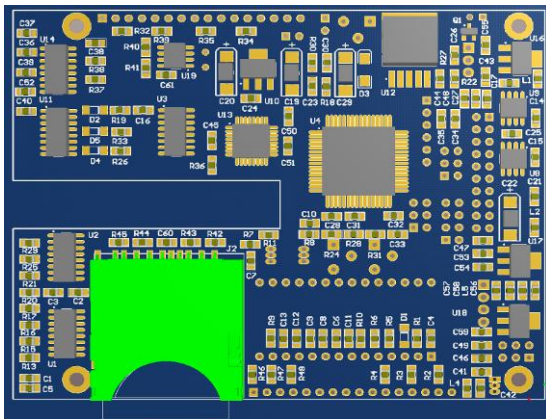
Hình 4. Mô hình cấu tạo khối sơ cấp

Khối xử lý trung tâm thực hiện việc xử lý tập trung, kết nối, điều khiển các khối chức năng còn lại. Thực hiện những thuật toán chính của hệ thống. Khối sơ cấp kết nối với máy dò Vallon EL1303D2 bao gồm đọc, tổng hợp, hiệu chỉnh: Giá trị từ trường, thang đo; sử dụng chung nguồn pin máy dò EL1303D2 hoặc nguồn độc lập. Hoạt động với mức tiêu thụ năng lượng thấp để đảm bảo nguồn pin lâu dài. Mô-đun GPS, đọc, hiệu chỉnh: tọa độ WGS84, thời gian thực UTC thu từ vệ tinh, mức độ tín hiệu GPS. Mô-đun GPS được lắp đặt riêng sao cho đúng với vị trí đầu dò của máy dò. Khối xử lý lưu trữ dữ liệu trên thẻ nhớ SD-Card theo chế độ quay vòng: Giá trị từ trường, thang đo, tọa độ WGS84, thời gian thực. Khi lưu hết dung lượng nhớ, tự động ghi đè dữ liệu cũ nhất, bảo đảm không bị thiếu dữ liệu và hạn chế tháo lắp thiết bị dò. Khối truyền dữ liệu ra bên ngoài (khối thứ cấp) qua Bluetooth.

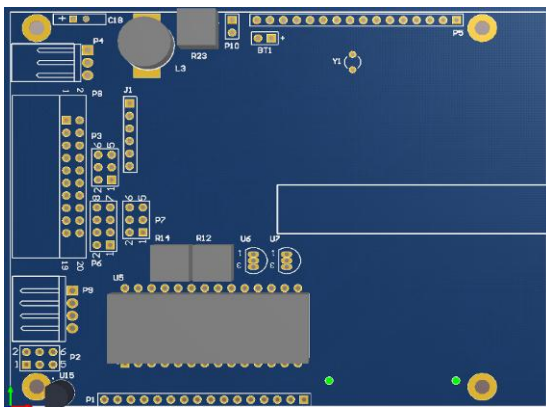
Với yêu cầu, chức năng của các khối như trên, phần cứng khối sơ cấp được thiết kế chi tiết như Hình 5.

Thiết kế khối thứ cấp

Với yêu cầu chức năng như trên, khối thứ cấp là một điện thoại thông minh hệ điều hành Android, có hỗ trợ Bluetooth. Phần cứng được hiệu chỉnh để không gây nhiễu từ trường. Các chức năng của khối thứ cấp được cung cấp qua phần mềm.



(a)



(b)

Hình 5. Sơ đồ thiết kế khối sơ cấp.

(a) Mặt trước (b) Mặt sau

Phần mềm phát triển trên khối thứ cấp với mã nguồn được tối ưu để tiết kiệm năng lượng, bao gồm các khối chức năng sau: Quản trị tham số hệ thống: Hiển thị trạng thái pin, trạng thái kết nối của 2 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 CSDL. Hiển thị bản đồ từ trường thay đổi theo thời gian [8]. Nhận, lưu trữ, hiển thị thông tin từ máy sơ cấp.

**Hình 6.** Một số hình ảnh phần mềm trên máy thứ cấp THỬ NGHIỆM, ĐÁNH GIÁ

Các tham số đánh giá

Việc đánh giá hệ thống dựa trên việc đánh giá các tham số sau: *Khả năng tích hợp* - Mức độ tương thích với máy dò min. *Thời gian sử dụng* - Mức độ tiêu thụ năng lượng (pin). *Chính xác, tin cậy* - Mức độ bảo mật, toàn vẹn, chính xác của luồng dữ liệu đo. *Thời gian đáp ứng* - Độ trễ của dữ liệu thu được. *Khả năng áp dụng thực tế*.

Tích hợp và sử dụng máy dò có thiết bị nhúng

Dựa trên không gian bên trong máy dò EL1303D2, khối sơ cấp được chế tạo thành bản mạch với kích thước 10,20x8,01cm với 2 mặt trước và sau như Hình 7 và Hình 8.

**Hình 7.** Hai mặt khối sơ cấp**Hình 8.** Thiết bị 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 Trại kiểm định - Cục Kỹ thuật - BTL Công binh/Bộ Quốc phòng.



Hình 9. Thử nghiệm tại Trại kiểm định - Cục Kỹ thuật - BTL Công binh

Kết quả, đánh giá

Về khả năng tích hợp: Thiết bị máy tính nhúng được tích hợp thành công với máy dò bom Vallon EL1303D2, không làm ảnh hưởng đến hoạt động của máy dò, không gây can nhiễu từ trường và thu được đầy đủ 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 7m. Kết nối giữa khối sơ cấp và thứ cấp bảo đảm dữ liệu không bị mất mát thông tin trong quá trình truyền.

Về thời gian đáp ứng: Tín hiệu thu được từ máy dò có giá trị trong khoảng -6,7 V tới 6,7 V, tùy theo độ nhạy thang đo ta có giá trị từ trường tương ứng. Với tốc độ lấy mẫu thử nghiệm là 1 mẫu/giây, máy tính nhúng sơ cấp tổng hợp và ghi lại dữ liệu dò ở dạng văn bản. Khối thứ cấp nhận dữ liệu và biểu diễn biểu đồ từ trường theo thời gian thực.

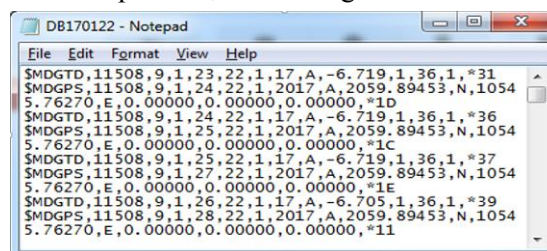
Về khả năng áp dụng thực tế: Khối sơ cấp đã lưu đầy đủ thông tin theo yêu cầu, đáp ứng công tác quản lý và giám sát hoạt động RPBM. Định dạng dữ liệu mà bộ máy tính nhúng thu được như sau:

Giá trị đo 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)

Dữ liệu này được ghi lại ở khối sơ cấp đồng thời cũng được đồng bộ chính xác tới máy thứ cấp ngay trong quá trình dò. Dữ liệu này là cơ sở xác định khả năng ô nhiễm bom mìn. Dữ liệu của các gói truyền nhận giữa khối sơ cấp và thứ cấp thể hiện như trong Hình 10.



Hình 10. Định dạng dữ liệu từ trường và GPS sau khi được xử lý

KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu mô hình bài toán quản lý hoạt động RPBM, cấu tạo, nguyên lý hoạt động của máy dò bom mìn Vallon EL1303D2, nhóm đã nghiên cứu, xây dựng bộ thiết bị với đầy đủ đặc điểm, tính năng của máy tính nhúng và đã giải quyết được bài toán quản lý cơ bản trong hoạt động RPBM.

Hướng phát triển tiếp theo, nhóm sẽ phát triển một hệ thống thông tin hỗ trợ quản lý và điều hành toàn bộ hoạt động RPBM trên cơ sở thông tin nhận được từ máy tính nhúng đã thiết kế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Binh chủng Công binh (1980), *Sổ tay Sĩ quan Công binh*, Nxb Quân đội.
2. Department of the Army (1959), *Grenades and Pyrotechnics*, Washington 25, D.C.

3. Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông (2013), *Xây dựng các Hệ thống nhúng*.
4. Nguyễn Trọng Nga (2012), *Giáo trình địa vật lý đại cương*, Trường Đại học Mỏ địa chất, Hà Nội.
5. Sebastian Fischmeister (2006), *Introduction to Programming Embedded Systems*, Department of Computer and Information Science University of Pennsylvania, CSE480/CIS700.
6. SIMCOM Ltd. (2007), *SIM548C Hardware Design V1.01*, SIMCOM Ltd.
7. 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.
8. USGS (2005), *Geographic Information System. U. S. Geological Survey*. 509, National Center, Reston, VA 20192, USA.

SUMMARY

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN EMBEDDED COMPUTER SYSTEM FOR MINE ACTION OPERATIONS

Le Đình Sơn*, **Ho Nhat Quang**, **Nguyen Dang Trinh**
Le Quy Don University

Applications of embedded systems in science and technology are becoming the most attractive field in the Vietnamese researches public. In this paper, we propose the studying and implement an embedded computer system for mine action operations (MAO). Evaluating and testing of this system are conducted on the bomb/mine locator Vallon EL1303D2 in the mine testing center. The results show the ability of embedded technology in the mine action operations that is basic to design polluted mine map in Viet Nam.

Key words: *embedded computer, navigation devices, mine clearance vehicle, magnetic map, MAO quality management*

Ngày nhận bài: 10/02/2017; Ngày phản biện: 03/3/2017; Ngày duyệt đăng: 31/5/2017

* Tel: 0983 056966