

Ứng dụng vi xử lý ARM chế tạo thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường

Nguyễn Văn Sỹ, Phan Lương Tuấn, Nguyễn Thị Bảo Mỹ, Đặng Quang Thiệu*

Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội, Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam

Ngày nhận bài 5.11.2014, ngày chuyển phản biện 10.11.2014, ngày nhận phản biện 11.12.2014, ngày chấp nhận đăng 18.12.2014

Thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường được sử dụng trong việc giám sát, cảnh báo những sự cố bất thường của phóng xạ đối với môi trường. Thiết bị được thiết kế, chế tạo dựa trên nền tảng công nghệ vi xử lý ARM. Với những ưu việt của vi xử lý ARM giúp thiết bị có được những tính năng hiện đại, khả năng thu thập và phân tích dữ liệu liên tục, kết nối đa dạng, truyền nhận trực tuyến với trung tâm điều hành và khả năng tương tác thời gian thực. Thông qua việc thực hiện đề tài nghiên cứu cấp nhà nước, mã số KC05.16/11-15, Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội đã nghiên cứu và ứng dụng thành công vi xử lý ARM trong chế tạo thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường. Thành công này mở ra khả năng làm chủ công nghệ, giải quyết vấn đề nội địa hóa thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ, thuận lợi cho công tác quản lý, sử dụng, bảo trì và bảo dưỡng thiết bị, đồng thời góp phần vào quá trình xây dựng và phát triển mạng quan trắc cảnh báo phóng xạ của đất nước.

Từ khóa: ARM, cảnh báo phóng xạ môi trường, sự cố phóng xạ, thiết bị quan trắc, vi xử lý.

Chỉ số phân loại 2.2

APPLICATION OF ARM MICROPROCESSOR IN MANUFACTURING THE EQUIPMENT FOR MONITORING AND WARNING ENVIRONMENTAL RADIATION

Summary

The monitoring and warning equipment of environmental radiation used for monitoring and warning incidents and anomalies of environmental radiation has been designed and manufactured based on ARM microprocessor technology. With the advantages of ARM microprocessor, the equipment can have modern features, the ability to collect and analyze continuous data and diverse connections, on line with the operating center, and real-time interoperability. Through the implementation of the state-level project KC05.16/11-15, the scientists at Hanoi Irradiation Center had succeeded in the research and application of ARM microprocessor to manufacture the equipment for monitoring and warning environmental radiation. This success brings the possibility of mastering the technology, localization to manufacture this equipment, facilitate the management, usage, and maintenance of the equipment, and contribute to the process of building and developing the network of monitoring and warning radiation in Vietnam.

Keywords: ARM, microprocessor, monitoring equipment, radiation incident, warning of environmental radiation.

Classification number 2.2

Đặt vấn đề

Trong hầu hết các bài toán về thiết kế và chế tạo thiết bị cho điều khiển đo lường cũng như lưu trữ thông tin thì việc nghiên cứu và ứng dụng vi xử lý là vô cùng quan trọng, với vi xử lý tốt và mạnh thì các thiết bị được thiết kế và chế tạo sẽ phát huy tối đa những tính năng ưu việt của vi xử lý đó. Các vi xử lý cho các bài toán về tính toán và đo lường lại càng phải được lựa chọn kỹ càng với mục tiêu có được một vi xử lý hiệu quả, mạnh, khả năng kế thừa, đồng thời phải có được sự phát triển và áp dụng tốt trong tương lai.

Thông qua việc thực hiện đề tài cấp nhà nước KC05.16/11-15: Nghiên cứu chế tạo thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ, các nhà

*Tác giả chính: Tel: 0913097486; Email: dqthieu@yahoo.com

khoa học trong nước đã tìm hiểu, tiếp cận và thiết kế được các vi xử lý hiện đại, có khả năng xử lý mạnh và ứng dụng tốt trong thực tế. Trong quá trình tìm hiểu, nghiên cứu và thử nghiệm thực tế, các nhà khoa học thuộc Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội đã tiếp cận với nhiều công nghệ khác nhau, từ công nghệ vi điều khiển (với những vi điều khiển như AVR, 8051, PIC...) đến những công nghệ vi xử lý đa nhân được tích hợp nhiều tính năng hiện đại trong một hệ thống (SoC: System on Chip). Mục tiêu của nhóm nghiên cứu là chế tạo được một hệ thống vi xử lý hiện đại, có giá thành hợp lý, tiết kiệm năng lượng và phù hợp với môi trường Việt Nam.

Nội dung nghiên cứu

Vi xử lý ARM có lịch sử phát triển lâu dài, đã và đang được ứng dụng rộng rãi trên nhiều thiết bị khác nhau. Với ưu điểm là một dòng vi xử lý 32 bit mạnh, tập lệnh đơn giản và đặc biệt là tiết kiệm năng lượng, vi xử lý ARM được ứng dụng nhiều nhất trong các thiết bị có tính di động và khả năng hoạt động độc lập cao.

Trên thế giới, thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường được các nước có nhà máy điện hạt nhân hoặc lò nghiên cứu sử dụng. Các thiết bị này nằm trong một mạng lưới quan trắc và cảnh báo sự cố lò phản ứng hạt nhân được đặt xung quanh các nhà máy điện hạt nhân, hoặc xung quanh các cơ sở xử lý nhiên liệu hạt nhân, chất phóng xạ...

Hiện nay, ở Việt Nam số lượng các trạm quan trắc phóng xạ môi trường còn rất hạn chế. Các trạm này mặc dù đã có những đóng góp nhất định vào việc theo dõi và phân tích phong phóng xạ tự nhiên tại một số địa điểm trọng yếu như Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt... nhưng qua thực tế hoạt động, chúng đã bộc lộ một số nhược điểm như: các thiết bị chưa đồng bộ, khả năng kết nối và truyền số liệu trực tuyến kém... do đó dẫn đến những khó khăn trong ứng phó khi có sự cố...

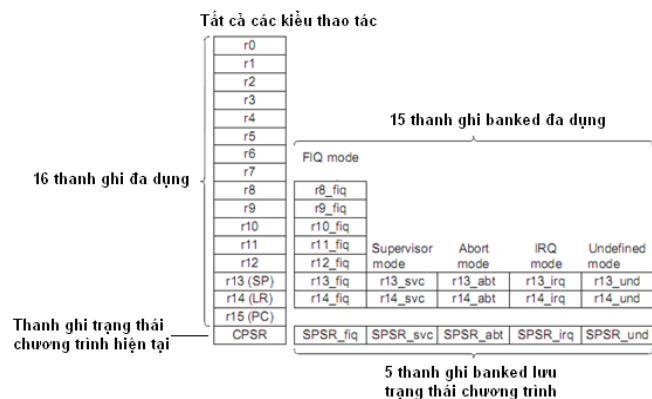
Thiết bị mà nhóm nghiên cứu chế tạo với mục tiêu đặt ra là hướng tới sản phẩm thương mại và có thể được sử dụng một cách rộng rãi, tin cậy. Thiết bị phải đạt được các mục tiêu đặt ra như: độ ổn định, độ nhạy cao để có thể cảnh báo sớm; hoạt động độc lập tốt, có thể ghép nối mạng LAN với máy tính; truyền dữ

liệu qua mạng Internet, qua mạng GSM... tạo điều kiện thuận lợi cho công tác quản lý, công tác bảo trì, bảo dưỡng thiết bị.

Nghiên cứu về ARM

Với thiết kế dựa trên nền tảng RISC nên kiến trúc cơ bản của ARM cũng có kiến trúc tương tự với RISC [1].

Thanh ghi: thiết kế của ARM về cơ bản gồm hầu hết các thanh ghi đa dụng. Các thanh ghi của ARM được mô tả trên hình 1.



Hình 1: mô hình thanh ghi

Cấu trúc load-store: cấu trúc load-store có nghĩa là tất cả các chỉ lệnh (cộng, trừ...) đều được thực hiện trên các thanh ghi. Chỉ có lệnh copy giá trị từ bộ nhớ vào thanh ghi (load) hoặc chép lại giá trị từ thanh ghi vào bộ nhớ (store) mới có ảnh hưởng tới bộ nhớ. Vì thế tất cả các lệnh của ARM có thể thực hiện một trong ba việc sau: 1) xử lý dữ liệu: chỉ thay đổi giá trị trên thanh ghi; 2) truyền dữ liệu: sao chép giá trị từ thanh ghi vào bộ nhớ và chép giá trị từ bộ nhớ vào thanh ghi; 3) điều khiển lệnh [1].

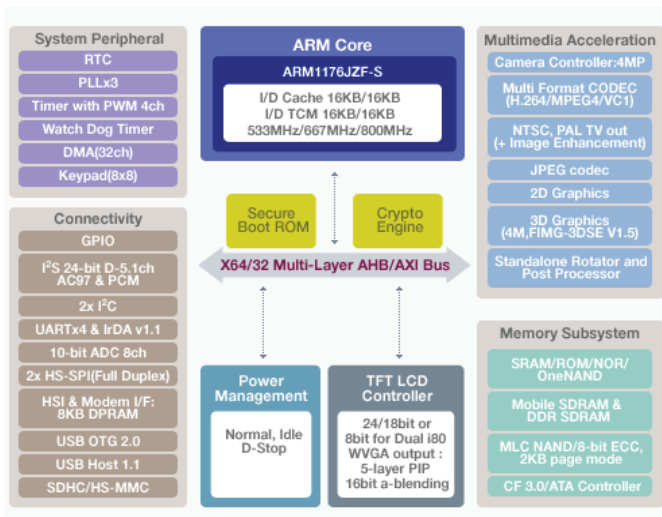
Tập lệnh: tất cả các lệnh của ARM đều là 32 bit, có cấu trúc load-store, cấu trúc lệnh định dạng 3 địa chỉ (nghĩa là địa chỉ của 2 toán hạng nguồn và toán hạng đích đều là các địa chỉ riêng biệt) [1].

Tập lệnh Thumb: là tập con của những lệnh ARM 32 bit thường được sử dụng nhất. Mỗi lệnh trong tập lệnh Thumb có độ dài 16 bit và có một lệnh ARM 32 bit tương ứng. Tập lệnh Thumb thao tác được với các thanh ghi chuẩn của ARM và tạo ra sự kết hợp những điểm tốt nhất của trạng thái ARM và Thumb. Tập lệnh

Thumb có tất cả những thuận lợi của vi xử lý 32 bit: không gian địa chỉ 32 bit, thanh ghi 32 bit, thanh ghi dịch và bộ toán học 32 bit. Do đó, tập lệnh Thumb có phạm vi cho từng thành phần dài hơn, thao tác số học mạnh và không gian địa chỉ rộng. Mã lệnh của Thumb có kích thước bằng 65% mã lệnh ARM và cung cấp 160% hiệu năng so với mã lệnh ARM khi chỉ chạy trên hệ thống 16 bit. Tập lệnh Thumb hiện tại đã được phát triển thành tập lệnh Thumb-2 với sự pha trộn giữa các tập lệnh 16 bit và 32 bit [1].

Vì xử lý ARM S3C6410

Vi xử lý S3C6410 là một dòng vi xử lý ARM thế hệ thứ 11 của hãng SAMSUNG có tốc độ 533 MHz [2].

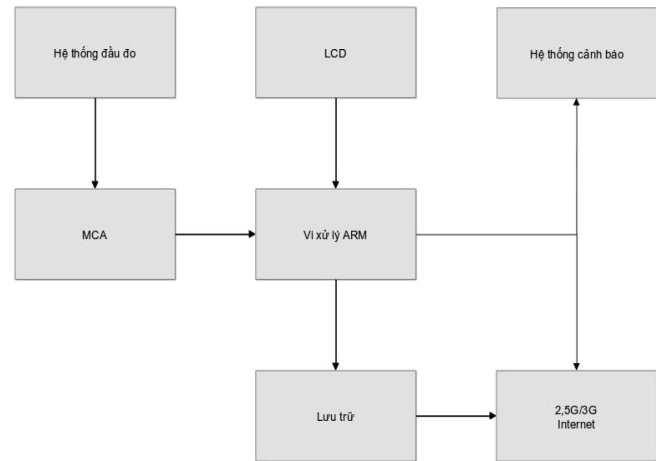


Hình 2: mô hình S3C6410

S3C6410 ngoài việc được thừa hưởng toàn bộ những tính năng ưu việt của vi xử lý họ ARM trước đó, thiết bị còn được tích hợp thêm các tính năng hiện đại của dòng ARM11: tăng tốc độ xử lý tín hiệu số; tăng tốc độ xử lý hình ảnh và đa phương tiện; có tốc độ xung nhịp nhanh (có thể lên tới 1 GHz); giảm khả năng tỏa nhiệt; các dữ liệu có thể được xử lý song song; đường truyền dữ liệu lên đến 64 bit [2].

Một số tính năng chính của vi xử lý S3C6410: tốc độ vi xử lý 533 MHz, có thể nâng cấp lên 667 MHz; đường truyền dữ liệu 32 bit, tương thích với 64 bit; hỗ trợ xử lý đồ họa 2D/3D; các kết nối có tốc độ cao như: USB, SPI, I2C, 1-Wire, GPIO...; hỗ trợ thẻ nhớ ngoài lên đến 32 GB; hỗ trợ các đầu ra chuẩn video có độ phân giải cao, TV-OUT [2].

Thiết kế, chế tạo thiết bị quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường



Hình 3: sơ đồ khối thiết bị

Trung tâm của thiết bị là vi xử lý ARM cùng với 256 MB RAM, 2GB NAND Flash, vi xử lý này hỗ trợ hầu hết các chuẩn kết nối thông dụng hiện nay như USB, RS-232, GPIO, SPI, I2C... [2, 3]. Với các chuẩn kết nối đa dạng này cho phép thiết bị có thể ghép nối với nhiều thiết bị ngoại vi khác để xử lý các thông tin từ các thiết bị ngoại vi đó như ghép nối 3G để truyền số liệu, ghép nối với MCA để xử lý số liệu từ các hệ thống đầu đo, ghép nối với các màn hình chỉ thị giúp cho việc điều khiển và cảnh báo được trực quan... Hệ thống đầu đo có độ nhạy cao bằng việc sử dụng detector nhấp nháy NaI, sử dụng ống đếm GM để đo dải liều cao cho việc cảnh báo các sự cố hạt nhân. Hệ phân tích nhiều kênh MCA sẽ chuyển các thông tin cần thiết thu thập được từ các thiết bị thu nhận dữ liệu chuyên dụng (ví dụ: các đầu dò, hệ thống thu thập mẫu khí...) sang cho bộ xử lý trung tâm của thiết bị, để thiết bị có những thông số cần thiết cho việc hiển thị và gửi về trung tâm điều hành. Màn hình hiển thị LCD: hiển thị các thông số hoạt động của thiết bị, tình trạng của thiết bị, giao tiếp với người dùng bằng màn hình cảm ứng. Người dùng qua màn hình cảm ứng điều khiển được thiết bị theo các yêu cầu cụ thể, có thể thiết lập các thông số hoạt động tự động của thiết bị. Màn hình hiển thị cũng giúp cảnh báo trong một số trường hợp khẩn cấp. Bộ phận lưu trữ thông tin các dữ liệu thu thập được và đã qua xử lý: bộ phận lưu trữ sẽ lưu giữ các dữ liệu của thiết bị thu thập được trong khoảng thời gian quy định phục vụ cho việc hiển thị số liệu tại chính thiết bị, lưu trữ số liệu trong trường hợp mất kết nối với Trung tâm điều hành và sẽ tiến hành gửi lại các số liệu này khi kết nối với Trung tâm được thiết lập lại. Bộ phận này

cũng có vai trò quan trọng trong việc cập nhật thông số, nâng cấp phần mềm hệ thống cho thiết bị từ Trung tâm điều hành. Hệ thống cảnh báo sẽ được kết nối với các công cụ cảnh báo khác nhau (ví dụ: loa, đèn báo...) giúp người sử dụng có thể nhận biết dễ dàng tình trạng hiện tại của thiết bị hoặc môi trường mà thiết bị đang theo dõi. Hiện tại chúng tôi đang sử dụng hệ thống đèn LED ma trận cho việc cảnh báo phóng xạ môi trường. Với việc sử dụng bảng LED ma trận này sẽ giúp cho việc cảnh báo trực quan, các thông số hiển thị rõ ràng, có thể nhận biết từ xa... Phần kết nối thiết bị với Trung tâm điều hành, dựa trên sự phát triển mạnh mẽ của cơ sở hạ tầng mạng internet cũng như mạng viễn thông, thiết bị sẽ được thiết kế để có thể tận dụng một cách tốt nhất các cơ sở hạ tầng này. Thiết bị sẽ được tích hợp cả hai phương án kết nối là sử dụng đường truyền internet tốc độ cao (ADSL, cáp quang...) và sử dụng kết nối với mạng viễn thông 2,5G/3G.

Thiết kế phần mềm thiết bị

Phần mềm của thiết bị được phát triển bằng nhiều ngôn ngữ khác nhau như C, Bash scripting và QT trên nền tảng của hệ điều hành nhúng Linux. Hệ điều hành nhúng Linux là hệ điều hành mã nguồn mở đã được tùy biến sử dụng thích hợp với vi xử lý ARM. Với hệ điều hành nhúng Linux ta có thể có những lựa chọn thích hợp về các trình điều khiển khác nhau cho các thiết bị, đồng thời cũng dễ dàng hơn trong quá trình phát triển các trình điều khiển riêng cho các thiết bị đặc thù của hệ thống phù hợp với mục đích của bài toán đặt ra.

Kết quả thử nghiệm

Sau thời gian nghiên cứu và phát triển, hiện tại thiết bị đang được lắp đặt thử nghiệm tại Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội và đã thể hiện được những tính năng ưu việt bao gồm: tự động ghi nhận các bức xạ môi trường xung quanh để tính toán ra được các thông số môi trường với dải liều thấp (từ 0,01 $\mu\text{Sv/h}$ đến 20 $\mu\text{Sv/h}$), với các trường hợp có sự cố hạt nhân thiết bị sẽ ghi nhận với dải liều cao từ 20 $\mu\text{Sv/h}$ đến 50 $\mu\text{Sv/h}$; khoảng năng lượng bức xạ ghi nhận của thiết bị là từ 50 keV đến 3 MeV; thiết bị tự động nhận diện được một số đồng vị bức xạ; thiết bị tự động gửi thông số môi trường về Trung tâm bằng tin nhắn SMS, lưu trữ và gửi các dữ liệu ghi nhận liên tục về Trung tâm theo yêu cầu; thiết bị tự động cập nhật chương trình theo yêu cầu từ Trung tâm; thiết bị có khả năng tự chẩn đoán lỗi thông thường và gửi các dữ

liệu chẩn đoán này về Trung tâm, đồng thời gửi email cho người quản lý trong trường hợp cần thiết.

Kết luận

Thiết bị vi xử lý ARM được thiết kế, chế tạo đã thể hiện được những tính năng kỹ thuật ưu việt của mình. Quá trình ghép nối các thiết bị ngoại vi với ARM được thực hiện dễ dàng, việc xây dựng và phát triển các giao thức ghép nối cũng thuận tiện. Việc ghép nối song song trực tiếp từ bộ phân tích đa kênh với vi xử lý ARM đã giúp tăng được tốc độ truyền tải và an toàn dữ liệu, sử dụng các cổng GPIO cho ghép nối với các sensor (như sensor nhiệt, độ ẩm...), ghép nối USB với khối GSM. Với cấu trúc các câu lệnh 32 bit, việc thực thi cũng nhanh hơn và hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu khắt khe về mặt thời gian xử lý của các ADC sử dụng trong các thiết bị hạt nhân. Với khả năng tiết kiệm năng lượng vượt trội của mình, vi xử lý ARM giúp thiết bị có thời gian sử dụng pin lâu hơn, điều đó nâng cao khả năng ứng dụng của thiết bị ở những môi trường, địa điểm khó khăn, vùng xa, đi lại khó khăn.

Với những công nghệ tiên tiến và cách tiếp cận hiện đại, vi xử lý ARM ngày càng chứng tỏ được vai trò mạnh mẽ, hiệu quả cũng như kinh tế trong việc phát triển các thiết bị ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau. Việc ứng dụng vi xử lý ARM vào chế tạo thiết bị quan trắc và cảnh báo môi trường phóng xạ của đề tài KC05.16/11-15 đã giúp cho thiết bị có các tính năng mạnh mẽ và hiện đại, phù hợp với xu thế phát triển chung của các thiết bị nhúng. Hiện tại, thiết bị đã được chạy thử nghiệm cho thấy đáp ứng được hết các bài toán thiết kế ban đầu đặt ra. Trong thời gian sắp tới, chúng tôi sẽ lắp đặt thiết bị tại một số địa điểm để chạy thực tế và tiến hành xây dựng trung tâm điều hành, ghép nối nhiều thiết bị, hình thành mạng lưới quan trắc, góp phần vào việc phát triển các hệ quan trắc phục vụ sự phát triển ngành công nghệ hạt nhân của đất nước.

Tài liệu tham khảo

- [1] Steve Furber (2000), ARM System-on-chip Architecture, Addison-Wesley, Great Bristand.
- [2] User's Guide to Mini6410 Linux (2011), FriendlyARM Co., Ltd.
- [3] User's Manual S3C6410 (2008), SAMSUNG Electronics Co., Ltd.