

PHẦN II

NỘI DUNG

CHƯƠNG I

DẪN NHẬP

1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới hệ thống nhúng (embedded system) đã xuất hiện và có mặt trên thị trường vào những năm 1960, cho đến nay đã hơn nửa thế kỷ hình thành và phát triển. Với những ưu điểm mà các hệ thống khác không có như tính gọn nhẹ, đáp ứng nhanh, độ tin cậy cao, và quan trọng là khả năng linh hoạt trong nhiều ứng dụng tạo điều kiện thuận lợi cho sản xuất hàng loạt dẫn đến giá thành giảm, ... Hệ thống nhúng được sử dụng đa dạng trong mọi lĩnh vực như: dân dụng, quân sự, y tế,... Doanh thu mà các hệ thống nhúng mang lại là vô cùng lớn. Theo thống kê của một hãng nghiên cứu của Canada thì đến năm 2009, tổng thị trường của các hệ thống nhúng toàn cầu đạt 88 tỷ USD. Trong đó phần cứng đạt 78 tỷ và phần mềm đạt 3.5 tỷ. Trong tương lai lượng doanh thu này sẽ còn tăng lên đáng kể. Lĩnh vực này đã và đang là một cơ hội và thách thức vô cùng lớn cho các doanh nghiệp trong và ngoài Việt Nam.

Tại Việt Nam, việc bắt tay vào nghiên cứu và phát triển phần mềm cũng như phần cứng hệ thống nhúng chỉ mới bắt đầu trong vài năm trở lại đây và được xem là một “cơ hội vàng” cho các công ty điện tử nghiên cứu và phát triển ứng dụng vào các sản phẩm công nghệ cao. Nhiều công ty xem việc phát triển phần cứng và phần mềm hệ thống nhúng là “đích nhắm trong tương lai” và không ngừng đầu tư hợp tác với các đối tác nước ngoài để tiếp thu và phát triển. Trong bối cảnh đất nước ta đang trên đường hội nhập phát triển, việc đầu tư mở các nhà máy công xưởng chuyên về sản xuất hệ thống nhúng và tìm kiếm đối tác lớn từ nước ngoài có kinh nghiệm trong lĩnh vực này là không khó. Thế nhưng liệu chúng ta có đủ yếu tố con người để làm việc trong những môi trường này hay không?

Hiện nay đội ngũ nhân lực của nước ta trong lĩnh vực thiết kế hệ thống nhúng còn hạn chế, chưa có một kiến thức đủ rộng và sâu để có thể hợp tác phát. Việt Nam bước đầu đã có những chương trình hợp tác với các hãng điện tử lớn như Toshiba, Samsung, Panasonic, ... tuy nhiên những chương trình như thế còn rất hạn chế và không có một định hướng chiến lược chung. Việt Nam cần phải đẩy mạnh hơn nữa vấn đề định hướng nghiên cứu và phát triển cho ngành hệ thống nhúng từ trong các trường đại học và trung tâm nghiên cứu, cũng như trang bị những kiến thức về lý thuyết và thực hành cho những sinh viên trẻ, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của nhà tuyển dụng. Muốn vậy vấn đề đặt ra là phải có một chương trình được thiết kế chuyên sâu cả về lý thuyết và thực hành trong các cơ sở đào tạo chính quy để định hướng ban đầu cho các sinh viên

theo học tại trường có một niềm đam mê lĩnh vực lập trình nhúng đầy tiềm năng này, tạo một nền tảng vững chắc cho sự phát triển bền vững và nhanh chóng trong tương lai.

Một trong những yếu tố quan trọng nhất quyết định đến chất lượng thành công của chương trình đào tạo là tài liệu hướng dẫn thực hiện chương trình đào tạo đó. Vì thế việc biên soạn một giáo trình đầy đủ, chuyên sâu, giảng dạy song hành giữa lý thuyết và thực hành để người học không chỉ nắm vững nguyên lý hoạt động mà còn có thể thao tác điều khiển vào những ứng dụng thực tế của hệ thống nhúng, từ đó tự mình có thể nghiên cứu phát triển trong các môi trường chuyên nghiệp sau này là một nhu cầu cấp thiết.

1.2. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

Tên đề tài của nhóm là “**NGHIÊN CỨU VÀ BIÊN SOẠN GIÁO TRÌNH KIT NHÚNG KM9260 TRÊN NỀN LINUX**”.

Khi một họ CHIP vi điều khiển mới được ra đời, cùng với những tính năng vượt trội hơn so với các vi điều khiển khác, nhà sản xuất thường cho ra đời các kit nhúng sử dụng ngay những CHIP này để làm nổi bật những tính năng mà nó hỗ trợ. Kit nghiệm KM9260 là một loại như thế. Được xây dựng dựa vào cấu trúc hệ thống nhúng at91sam9260-ek của hãng Atmel, kit được tích hợp rất nhiều ngoại vi thích hợp với những đặc điểm của hệ thống nhúng để nhóm chúng em chọn làm đề tài nghiên cứu của mình.

Việc lựa chọn một kit cụ thể để viết giáo trình hướng dẫn lập trình ứng dụng trong hệ thống nhúng được quyết định bởi ba lý do sau:

- *Thứ nhất*, đa số các hệ thống nhúng (bao gồm phần cứng và phần mềm) được xây dựng theo một chuẩn nhất định. Nghiên cứu một đối tượng cụ thể trong chuẩn này có nghĩa rằng tất cả các đối tượng khác cũng đang được nghiên cứu. Tiếp cận theo hướng cụ thể sẽ giúp cho người học có nhiều kinh nghiệm lập trình từ thực tiễn, rút ra kiến thức tổng quát từ những thao tác được hướng dẫn, ... tạo nền tảng cho việc nghiên cứu các hệ thống khác. Nếu tiếp cận theo hướng chung nhất, mặc dù người học có thể hiểu rõ nguyên tắc hoạt động của hệ thống nhưng sẽ không thể áp dụng vào bất kỳ một hệ thống thực tế nào.
- *Thứ hai*, độ tin cậy cao, giá thành và thời gian thiết kế giảm. Đa số các kit thí nghiệm được nghiên cứu và kiểm tra qua nhiều công đoạn trước khi xuất hiện trên thị trường đại trà vì thế hệ thống hoạt động với độ ổn định cao. Do sản xuất với số lượng lớn nên chi phí thiết kế sẽ giảm, thời gian thực hiện được rút ngắn.

- Thứ ba, các kit thí nghiệm được sản xuất với rất nhiều ngoại vi khác nhau tích hợp trên một board mạch, nhiều chân cắm mở rộng, ... thích hợp cho việc ứng dụng kết hợp với các kit thí nghiệm hiện có tránh lãng phí trong quá trình chuyển giao thay đổi công nghệ.

Một hệ thống nhúng có thể chạy trên nhiều hệ điều hành khác nhau như WinCE, Android, Linux, ...nhưng nhóm chúng em chọn hệ điều hành Linux để nghiên cứu và triển khai các bài thí nghiệm trong giáo trình vì hệ điều hành này có nhiều ưu điểm mà các hệ điều hành khác không có.

- Ưu điểm đầu tiên là Linux có mã nguồn mở, chúng ta có thể thao tác chỉnh sửa mã nguồn này để phù hợp với hệ thống. Hiện nay Linux hỗ trợ cho rất nhiều dòng vi điều khiển khác nhau như: ARM, AVR, ...nên khi nghiên cứu linux chúng ta có thể dễ dàng làm việc trên nhiều hệ thống khác.
- Linux được xây dựng hoàn toàn bằng ngôn ngữ lập trình C. Đây là ngôn ngữ thông dụng và phổ biến. Người học khi nghiên cứu sẽ dễ dàng tiếp thu được thuật toán chương trình điều khiển và nguyên lý làm việc của hệ thống.
- Có rất nhiều sách hay và thông tin bàn luận về hệ điều hành này trên internet. Do đó khi nghiên cứu người học có thể tìm hiểu trên mọi kênh thông tin để nắm vững nội dung của bài học.
- Và còn rất nhiều ưu điểm khác, những ưu điểm này sẽ được người học nhận ra trong quá trình sử dụng.

Với những lý do trên nhóm chúng em chọn đề tài : **"NGHIÊN CỨU VÀ BIÊN SOẠN GIÁO TRÌNH KIT NHÚNG KM9260 TRÊN NỀN LINUX"** làm đề tài tốt nghiệp của mình. Với mục đích làm tài liệu nghiên cứu cho các bạn sinh viên mong muốn tìm hiểu thế giới lập trình nhúng đầy thú vị, góp phần làm cho môn học này được phát triển rộng rãi trong đội ngũ kỹ sư trẻ của nước ta, nâng cao chất lượng của nguồn nhân lực.

1.3. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Đề tài này tập trung nghiên cứu chủ yếu là phần mềm hệ thống nhúng linux trên kit ARM KM9260. Những kiến thức về hệ điều hành nhúng bao gồm driver và application được hiện thực hóa thông qua các bài thực hành trên kit thí nghiệm. Các bài thực hành được xây dựng từ đơn giản đến nâng cao điều khiển các thiết bị ngoại vi được tích hợp

trên kit để người học có thể hiểu và ứng dụng vào các dự án lớn hơn ngoài thực tế.

Do đây là tài liệu hướng dẫn lập trình hệ thống nhúng dựa trên nền hệ điều hành linux nên những kiến thức về lập trình hợp ngữ, những chương trình không mang tính chất hệ điều hành không được đề cập và áp dụng trong những bài thực hành của giáo trình.

1.4. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Nội dung của đề tài (giáo trình) bao gồm 3 vấn đề:

- **Lập trình hệ thống nhúng căn bản:**

Trình bày những kiến thức căn bản nhất về hệ thống nhúng, làm cơ sở để người học tiếp cận phần lập trình hệ thống nhúng nâng cao. Bao gồm: *một số thao tác cơ bản trên hệ điều hành Linux, hệ thống phần cứng và phần mềm nhúng trong kit KM9260, hướng dẫn các phần mềm hỗ trợ trong quá trình sử dụng kit nhúng, thao tác trên phần mềm hệ thống nhúng.*

- Phần *một số thao tác cơ bản trên hệ điều hành Linux* sẽ trình bày các kiến thức căn bản của Linux: phân vùng đĩa trong Linux, cách truy xuất phân vùng trong Linux, các thư mục hệ thống trong Linux, màn hình Terminal. Ngoài ra phần này còn trình bày các thao tác cơ bản trong Linux như: khởi động lại hệ thống, tắt hệ thống, tạo thư mục tập tin, sao chép thư mục tập tin, di chuyển thư mục tập tin, phân quyền quản lý tập tin thư mục, Cuối cùng phần này trình bày trình soạn thảo trong Linux là trình soạn thảo VI.
- Phần *hệ thống phần cứng và phần mềm nhúng trong kit KM9260* sẽ trình bày về phần cứng của kit nhúng KM9260, trình bày về các phần mềm hệ thống của kit nhúng bao gồm Romcode, Bootstrapcode, U-boot, Kernel, Rootfs.
- Phần *hướng dẫn các phần mềm hỗ trợ trong quá trình sử dụng kit nhúng* sẽ trình bày các phần mềm cần thiết như: VMware Workstation, Samba, Putty, tftpd32, SSH SECURE SHELL CLIENT.
- Và phần cuối cùng, *thao tác trên phần mềm hệ thống nhúng*, sẽ hướng dẫn nạp các phần mềm hệ thống vào các vùng nhớ tương ứng trên kit để kit có thể chạy hệ điều hành nhúng thành công. Phần này còn trình bày cách biên dịch, chạy một chương trình ứng dụng và cách biên dịch, cài đặt một driver.

- **Lập trình hệ thống nhúng nâng cao:**

Bao gồm kiến thức về mối quan hệ giữa hai lớp user và kernel trong hệ thống phần

mềm nhúng.

- Đối với lớp user, đề tài cung cấp những thông tin các hàm hỗ trợ trong quản lý thời gian thực của hệ thống, các lệnh hỗ trợ lập trình đa tuyến và tiến trình. Cho người học có một tầm nhìn tổng quát trong phương pháp lập trình bằng hệ điều hành. Đề tài không đi sâu tìm hiểu vấn đề xung đột trong truy xuất dữ liệu giữa các tuyến và các tiến trình với nhau mà chỉ nêu những kiến thức đủ để thực hiện các bài tập ví dụ trong đề tài.
- Đối với lớp kernel, đề tài cung cấp những thông tin chủ yếu về driver, vai trò, vị trí và phân loại driver trong hệ thống phần mềm nhúng. Đi sâu vào tìm hiểu character device driver, các hàm giao diện, các bước hoàn chỉnh để viết và đưa một driver (loại character) hoạt động trong hệ thống. Bên cạnh đó đề tài giáo trình còn trình bày các hàm thao tác trong gpio, quản lý và truy xuất thời gian thực trong kernel làm cơ sở cho điều khiển các thiết bị ngoại vi.

- ***Thực hành giao tiếp các thiết bị ngoại vi:***

Bao gồm nhiều bài thực hành khác nhau, mỗi bài sẽ điều khiển một loại thiết bị ngoại vi. Đề tài sẽ cung cấp mã chương trình ví dụ cho cả hai phần driver và application cho mỗi bài ví dụ. Các thiết bị ngoại vi là những linh kiện hiển thị đơn giản, các linh kiện đo lường, điều khiển; các chuẩn giao tiếp như UART, I2C, 1-Wire.

Do hạn chế về thời gian nghiên cứu nên đề tài chỉ đưa ra các chương trình ví dụ nhỏ dưới dạng module chưa kết hợp thành một dự án lớn để có thể hiểu hết sức mạnh mà một hệ thống nhúng có thể làm. Đề tài chỉ nhằm cung cấp cho người đọc những kiến thức lập trình nhúng căn bản và cụ thể nhất để từ đó làm cơ sở để lập trình những ứng dụng lớn hơn không phải chỉ một mà là tập hợp những kỹ sư khác nhau cùng nghiên cứu phát triển.

1.5. DÀN Ý NGHIÊN CỨU

1.5.1. Lập trình nhúng căn bản:

- *Giới thiệu về vi điều khiển AT91SAM9260:* cung cấp cho người học các kiến thức cần thiết về vi điều khiển phục vụ cho việc nghiên cứu sử dụng kit nhúng. Phần này bao gồm:
 - Họ vi điều khiển ARM.
 - Vi điều khiển AT91SAM9260:
 - Đặc điểm chính
 - Sơ đồ chân của AT91SAM9260
 - Nguồn cấp cho AT91SAM9260
 - Bảng đồ vùng nhớ của AT91SAM9260
- *Một số thao tác cơ bản trên hệ điều hành Linux:* Cung cấp cho người học các kiến thức cơ bản về Linux để ứng dụng cho hệ điều hành nhúng. Phần này bao gồm:
 - Kiến thức về Linux
 - Các thao tác cơ bản trên hệ điều hành Linux
 - Trình soạn thảo VI
- *Hệ thống phần cứng và phần mềm nhúng trong kit KM9260:* Cung cấp cho người học các kiến thức ban đầu về hệ thống nhúng. Phần này bao gồm:
 - Phần cứng hệ thống nhúng trên kit km9260
 - Phần mềm hệ thống nhúng trên kit km9260
- *Phần mềm hỗ trợ lập trình nhúng:* Hướng dẫn các thao tác sử dụng phần mềm và chức năng của từng phần mềm. Phần này bao gồm:
 - Chương trình máy tính ảo Vmware Workstation
 - Chương trình Samba
 - Chương trình Putty
 - Chương trình tftpd32
 - Chương trình SSH SECURE SHELL CLIENT
- *Thao tác trên phần mềm hệ thống nhúng:*
Phần này bao gồm:
 - Trình biên dịch chéo Cross Toolchains
 - Các bước biên dịch Kernel

- Chỉnh sửa Kernel
- Các biến môi trường và lệnh cơ bản của U-boot
- Cài đặt cho hệ thống
- Các bước biên dịch Driver và cài đặt Driver
- Các bước biên dịch chương trình ứng dụng và chạy chương trình ứng dụng

1.5.2. Lập trình nhúng nâng cao:

- **Lập trình user application:** Cung cấp cho người học những kiến thức cần thiết để có thể viết một chương trình ứng dụng chạy trong lớp user. Phần này bao gồm những nội dung:
 - *Chương trình helloworld:* Đây là chương trình đơn giản, cung cấp kiến thức về các hàm đơn giản trong C (hàm printf(), hàm exit()) và khắc phục những lỗi xảy ra trong quá trình biên dịch chương trình user sao cho có thể chạy ổn định.
 - *Trì hoãn thời gian trong user:* Cung cấp cho người học những kiến thức về trì hoãn thời gian trong lớp user có đơn vị từ giây đến nano giây. Người học được thao tác với hàm định thời gian tác động alarm(), các hàm truy xuất và thao tác thông tin thời gian thực của hệ thống linux.
 - *Lập trình đa tiến trình trong user:* Người học được làm quen với khái niệm tiến trình; cách quản lý tiến trình; các hàm tạo lập, thay thế và nhân đôi tiến trình; ... trong linux.
 - *Lập trình đa tuyến trong user:* Trình bày các vấn đề về tuyến; phân biệt giữa tuyến và tiến trình; Các hàm tạo lập, đồng bộ hóa hoạt động; Những ưu và nhược điểm so với tiến trình; ... trong linux.
- **Lập trình trong lớp kernel driver:** Cung cấp cho người học những kiến thức chuyên sâu về driver loại character theo đó họ có thể tự mình viết và đọc hiểu các driver khác ngoài thực tế. Phần này bao gồm những nội dung sau:
 - *Hệ thống nhúng mối quan hệ giữa driver và application trong phần mềm hệ thống nhúng:* Nhắc lại những kiến thức về định nghĩa; cấu trúc và vai trò từng thành phần trong hệ thống nhúng. So sánh về vai trò, nêu mối quan hệ giữa driver và application trong hệ thống nhúng phục vụ cho việc phân phối nhiệm vụ thực thi cho hai thành phần này trong hệ thống.
 - *Các loại driver nhận dạng từng loại driver trong linux:* Xác định vai trò

của driver; phân loại; cách quản lý driver; các hàm tương tác với số định danh driver trong linux;

- *Character device driver*: Cung cấp những kiến thức đầy đủ về character device driver bao gồm: Định nghĩa, cách thức tạo số định danh thiết bị, cấu trúc và các hàm để đăng ký character driver vào hệ thống linux.
- *Các giao diện chuẩn trong driver*: Trình bày cấu trúc, giải thích các tham số lệnh của giao diện hàm trong driver linux như read(), write() và ioctl() phục vụ cho việc viết hoàn chỉnh một character device driver;
- *Các bước để viết một character driver*: Căn cứ vào những kiến thức lý thuyết được trình bày trong những bài trước. Bài này rút ra những bước cần thiết cần phải tiến hành để lập trình thành công một character driver. Nhắc lại thao tác biên dịch driver trong linux.
- *Helloworld driver*: Đưa ra ví dụ minh họa lập trình một character driver hoàn chỉnh mang tên helloworld.ko. Driver này sử dụng tất cả những giao diện hàm đã được giới thiệu đồng thời còn lập trình sẵn một chương trình user application liên kết giữa người dùng với driver, sử dụng tất cả những chức năng mà nó hỗ trợ.
- *Các hàm trong GPIO*: Giới thiệu cho người học những kiến thức về điều khiển các cổng vào ra gpio. Bao gồm quy định số chân, các hàm khởi tạo, truy xuất các chân trong CHIP vi điều khiển.
- *Thao tác thời gian trong kernel*: Cũng tương tự như trong phần lập trình user, bài này cung cấp những kiến thức về quản lý thời gian trong kernel; các hàm truy xuất thời gian thực; thao tác khởi tạo ngắt dùng timer trong kernel.

1.5.3. Lập trình giao tiếp phần cứng:

Bao gồm những bài thực hành riêng lẻ, được sắp xếp theo thứ tự từ dễ đến khó. Mỗi bài sẽ điều khiển một hoặc nhiều thiết bị ngoại vi tùy theo yêu cầu của bài toán. Hầu hết đều ứng dụng những kiến thức đã học trong phần lập trình user application và lập trình kernel driver. Các bài thực hành bao gồm:

- Điều khiển LED đơn;
- Điều khiển 2 LED 7 đoạn rời;
- Điều khiển nhiều LED 7 đoạn bằng phương pháp quét;

- Điều khiển LCD 16x2;
- Giao tiếp điều khiển GPIO ngõ vào đếm xung;
- Điều khiển LED ma trận;
- Điều khiển ADC0809;
- Điều khiển module I2C tích hợp trên CHIP AT91SAM9260;
- Điều khiển module ADC tích hợp trên CHIP AT91SAM9260;
- Điều khiển module UART tích hợp trên CHIP AT91SAM9260;

1.6. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

Trong nước:

Hiện nay đã có rất nhiều giáo trình nghiên cứu sâu vào nguyên lý hoạt động của hệ thống nhúng cả về phần cứng lẫn phần mềm. Những quyển giáo trình này chủ yếu trình bày những lý thuyết chung chung không đi cụ thể vào một hệ thống nào. Chính vì thế sau khi nghiên cứu xong, người học khó có thể áp dụng ngay vào thực tế mà đòi hỏi phải có một quá trình nghiên cứu chuyên sâu về hệ thống đó.

Trên các kênh truyền thông cũng có nhiều diễn đàn bàn luận về đề tài lập trình phần mềm hệ thống nhúng trên kit, nhưng đa số nhỏ lẻ và không theo trình tự logic từ dễ đến khó. Điều này khiến cho người mới bắt đầu muốn nghiên cứu và viết được một ứng dụng phải trải qua quá trình thử sai tổng hợp từ nhiều nguồn thông tin khác nhau. Thậm chí còn có thể đi sai hướng nghiên cứu.

Ngoài nước:

Bản về lập trình hệ thống nhúng, đã có nhiều sách xuất bản từ rất lâu. Nhưng nội dung được trình bày rất phong phú, người đọc cần phải có kiến thức chuyên môn sâu, nhất là kiến thức trong lĩnh vực ngoại ngữ chuyên ngành mới có thể đọc và lĩnh hội hết kiến thức bên trong. Điều này đòi hỏi sinh viên nghiên cứu phải có khả năng tìm hiểu và vốn ngoại ngữ dồi dào.

Các giáo trình đã có đa số trình bày những ví dụ tổng quát theo hướng tất cả các hệ thống đều có thể thực thi. Chưa có những ví dụ về lập trình phần cứng điều khiển các thiết bị ngoại vi cụ thể.

Đề tài được nghiên cứu nhằm khắc phục những nhược điểm trên. Nghiên cứu một đối tượng cụ thể sẽ giúp cho người học ứng dụng ngay những gì đã lĩnh hội vào thực tiễn. Từ đó khắc sâu lý thuyết, có thể áp dụng vào những hệ thống tương tự.

1.7. Ý NGHĨA THỰC TIỄN.

Lập trình hệ thống nhúng là một lĩnh vực mới có triển vọng của nước ta trong những năm gần đây. Thúc đẩy sự phát triển trong lĩnh vực này ngoài việc thu hút đầu tư thì việc phát triển đội ngũ kỹ sư có kinh nghiệm là điều quan trọng nhất.

Đề tài được biên soạn với những bài thực hành xen kẽ lý thuyết được sắp xếp theo từng mức độ giúp cho người học không chỉ nắm vững lý thuyết mà còn có thể thao tác điều khiển trên mạch phần cứng. Vì đa số các hệ thống nhúng hoạt động trên nền hệ điều hành linux đều theo một chuẩn chung nên khi tiếp xúc với các hệ thống khác người học có thể tự mình nghiên cứu tìm hiểu.

Đề tài được thiết kế theo kit KM9260, là kit thí nghiệm lập trình nhúng được tích hợp nhiều ngoại vi và các chân giao tiếp vào ra, thuận lợi cho việc kết nối với các bộ thí nghiệm khác hoặc lắp đặt vào các bộ phận chuyên biệt. Điều này làm tiết kiệm chi phí thiết kế, tận dụng những bộ thí nghiệm hiện có, ứng dụng lập trình thành công có thể áp dụng vào dự án nhanh chóng.

Đề tài khi được áp dụng vào chương trình giảng dạy sẽ góp phần làm phổ biến thêm môn lập trình hệ thống nhúng cho những sinh viên đang theo học tại các trường đại học. Giúp họ có được những kiến thức nền tảng, định hướng đam mê ban đầu để tiếp tục nghiên cứu trong các môi trường chuyên nghiệp sau này.