

RESEARCH ARM STM32 MICROCONTROLLER AND EDITE PRACTICE
LESSONS NGHIÊN CỨU VI ĐIỀU KHIỂN ARM STM32 VÀ VIẾT CÁC BÀI THỰC
HÀNH

Nguyen Dinh Phu

HCM University of Technical Education

ABSTRACT: The generation microcontroller constantly growing to meet the control requirements, data processing is growing. The 8-bit microcontrollers are common in control applications in industrial and civil products, 16-bit microcontrollers with the ability to meet higher than 8-bit microcontroller line, however control requirements, the volume of data processed as images of biological control devices, entertainment devices such as digital cameras, tablets, computer-guided navigation, ... then 8-bit microcontrollers and 16-bit will not meet due to insufficient memory space to store data, not fast enough to handle the data, ... to meet such requirements, the generation of microcontrollers was born 32 bit driver, generation of microcontroller is the most popular ARM.

TÓM TẮT:

Các thế hệ vi điều khiển ngày càng phát triển không ngừng nhằm đáp ứng các yêu cầu điều khiển, xử lý dữ liệu ngày càng lớn. Các vi điều khiển 8 bit rất phổ biến trong các ứng dụng điều khiển trong công nghiệp cũng như các sản phẩm dân dụng, các vi điều khiển 16 bit với khả năng đáp ứng cao hơn so với dòng vi điều khiển 8 bit, tuy nhiên với các yêu cầu điều khiển, khối lượng dữ liệu xử lý như hình ảnh trong các thiết bị điều khiển sinh học, các thiết bị giải trí như máy chụp ảnh kỹ thuật số, máy tính bảng, máy định vị dẫn đường, ... thì các vi điều khiển 8 bit và 16 bit sẽ không đáp ứng được do không đủ không gian bộ nhớ để chứa dữ liệu, không đủ nhanh để xử lý dữ liệu, ... để đáp ứng được các yêu cầu đó thì các thế hệ vi điều khiển 32 bit đã ra đời, dòng vi điều khiển phổ biến nhất là ARM.

Từ khóa: ARM: Acorn RISC Machine

I. Giới thiệu:

Các thế hệ vi điều khiển 8 bit, 16 bit có khả năng phục vụ để điều khiển cho các yêu cầu điều khiển nhỏ và đơn giản với lượng dữ liệu để xử lý không lớn, không có hình ảnh.

Với các thiết bị điều khiển cũng như các thiết bị giải trí ngày nay thì luôn trang bị màn hình hiển thị kích thước lớn cho phép hiển thị được hình ảnh và có màn cảm ứng để điều

khiển.

Với màn hình có thể hiển thị được hình ảnh thì khối dữ liệu lớn và tốc độ xử lý phải nhanh, khi đó vi điều khiển 8 bit hay 16 bit sẽ không đủ khả năng để điều khiển, chỉ có dòng vi điều khiển từ 32 bit trở lên mới có khả năng đáp ứng được.

II. Giải pháp đề nghị:

1. Nghiên cứu vi điều khiển 32 bit:

a. Tóm tắt lịch sử ARM

ARM được thành lập vào năm 1990 bởi Advanced RISC Machines Ltd, một công ty liên doanh của Apple Computer, Acorn Computer Group, và VLSI Công nghệ. Năm 1991, ARM giới thiệu họ vi xử lý ARM6 và VLSI đã được cấp phép đầu tiên.

Sau đó, các công ty khác, bao gồm Texas Instruments, NEC, Sharp, và ST Microelectronics, được cấp phép thiết kế vi xử lý ARM, mở rộng các ứng dụng của bộ vi xử lý ARM vào điện thoại di động, đĩa cứng máy tính, hỗ trợ các thiết bị số cá nhân (PDA), hệ thống giải trí gia đình, và nhiều sản phẩm tiêu dùng khác.

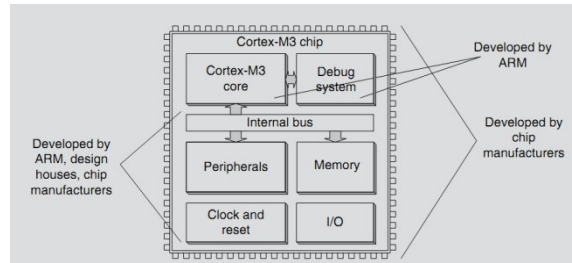


Hình 1-1: Các sản phẩm giải trí dùng vi điều khiển ARM.

Bộ vi xử lý Cortex-M3 là đơn vị xử lý trung tâm (CPU) của một chip vi điều khiển. Ngoài ra, còn có số lượng các thành phần khác được yêu cầu cho vi điều khiển hoàn toàn dựa vào vi xử lý Cortex-M3.

Sau khi cấp phép cho nhà sản xuất chip vi xử lý Cortex-M3, họ có thể đặt các bộ vi xử lý Cortex-M3 trong các thiết kế bán dẫn của họ, thêm bộ nhớ, thiết bị ngoại vi, đầu vào/ra (I/O), và các tính năng khác.

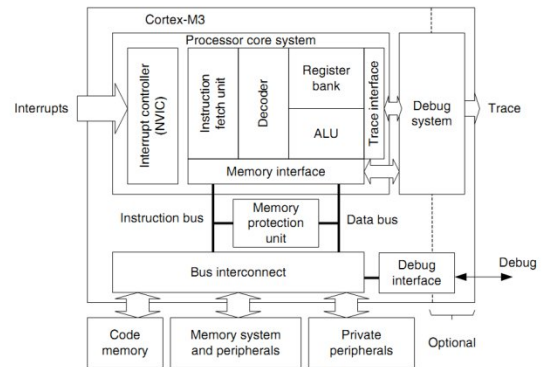
Chip dựa vào vi xử lý Cortex-M3 từ các nhà sản xuất khác nhau sẽ có kích cỡ khác nhau về bộ nhớ, khác nhau về chủng loại, khác nhau về thiết bị ngoại vi, và khác nhau về các tính năng.



Hình 1-2: Cấu trúc vi điều khiển ARM dùng lõi Cortex-M3.

b. Cấu trúc ARM

Cortex-M3 là vi xử lý 32-bit, có đường dữ liệu 32-bit, bank thanh ghi 32-bit, và các giao diện bộ nhớ 32-bit - xem hình 1-3.



Hình 1-3: Cấu trúc cơ bản của ARM Cortex-M3.

Bộ vi xử lý có kiến trúc Harvard: có bus để giao tiếp bộ nhớ chương trình và bộ nhớ dữ liệu độc lập. Điều này cho phép truy cập dữ liệu và lệnh diễn ra cùng một lúc nên hiệu suất của bộ vi xử lý tăng lên.

Bộ vi xử lý Cortex-M3 có các thanh ghi từ R0 đến R15, xem hình 1-4.

Name	Functions (and banked registers)
R0	General-purpose register
R1	General-purpose register
R2	General-purpose register
R3	General-purpose register
R4	General-purpose register
R5	General-purpose register
R6	General-purpose register
R7	General-purpose register
R8	General-purpose register
R9	General-purpose register
R10	General-purpose register
R11	General-purpose register
R12	General-purpose register
R13 (MSP)	Main Stack Pointer (MSP), Process Stack Pointer (PSP)
R13 (PSP)	
R14	Link Register (LR)
R15	Program Counter (PC)

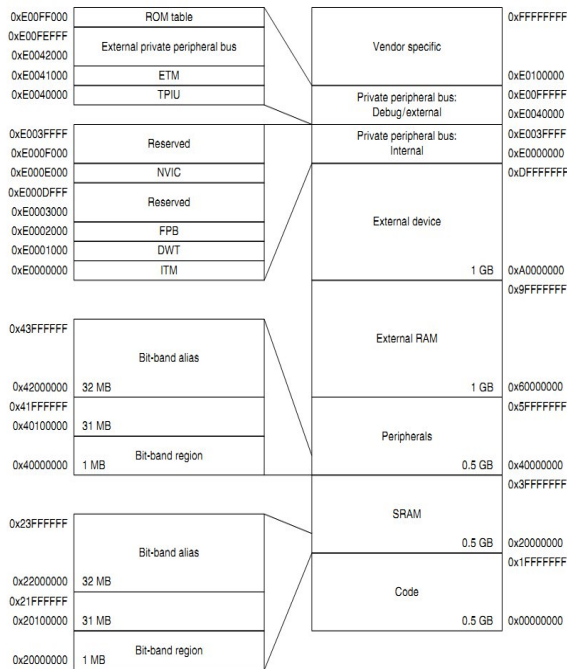
Hình 1-4: Các thanh ghi của ARM Cortex-M3.

Bộ vi xử lý Cortex-M3 có bản đồ bộ nhớ cố định như hình 1-5.

Vi xử lý Cortex-M3 có tổng cộng 4 GB

không gian địa chỉ. Mã chương trình có thể được lưu trong vùng nhớ mã, lưu trong vùng nhớ SRAM, hoặc các vùng nhớ RAM bên ngoài. Tuy nhiên, tốt nhất là lưu mã chương trình trong vùng nhớ mã bởi vì với sự sắp xếp này thì đón mã lệnh và truy cập dữ liệu được thực hiện đồng thời trên ở hai giao diện bus riêng biệt.

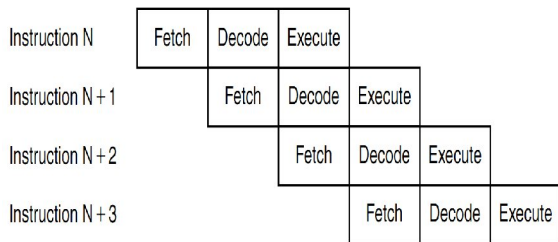
Vùng nhớ SRAM là bộ nhớ nội. Truy cập vào vùng nhớ SRAM này được thực hiện thông qua các bus giao diện hệ thống. Trong vùng nhớ này, một phạm vi 34-MB được định nghĩa là vùng nhớ bit-band. Trong vùng nhớ 34-bit-band, mỗi địa chỉ từ (32 bit) đại diện một 1 bit trong vùng 1 MB bit-band.



Hình 1-5: Bản đồ bộ nhớ của Cortex – M3.

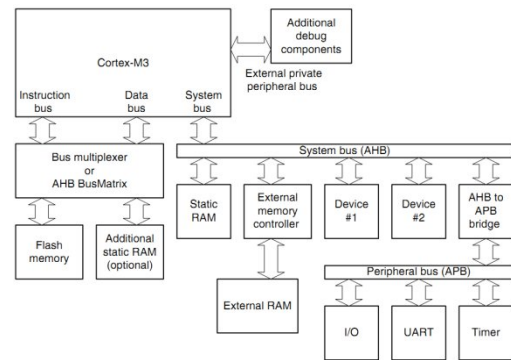
Bộ vi xử lý Cortex-M3 có cấu trúc pipeline ba tầng. Các tầng của đường ống bao gồm:

Đón lệnh, giải mã lệnh, và thực hiện lệnh như hình 1-6.



Hình 1-6: Đường ống lệnh 3 tầng của Cortex M3.

Hình 1-7 trình bày rõ các giao diện bus kết nối các thành phần với nhau:



Hình 1-7. Sơ đồ khối chi tiết hệ thống vi xử lý Cortex-M3.

Các nguồn dao động:

Có nhiều nguồn xung clock khác nhau được dùng để cấp nguồn xung clock hệ thống.

- Nguồn xung clock của bộ dao động HSI (HSI oscillator clock)
- Nguồn xung clock của bộ dao động HSE (HSE oscillator clock)
- Nguồn xung clock PLL

Các thiết bị có 2 nguồn xung clock phụ theo sau:

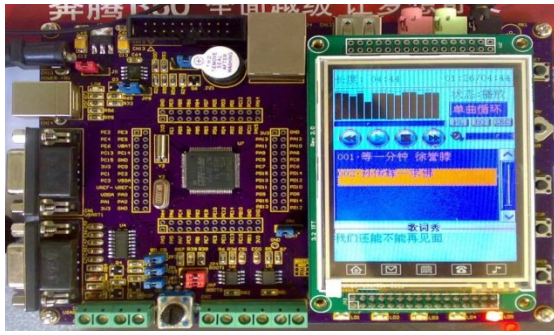
- Mạch dao động RC bên trong tần số thấp 40kHz (LSI RC) dùng để cấp cho bộ định thời giám sát độc lập và bộ RTC được dùng để tự động đánh thức CPU khỏi chế độ ngừng/chế độ chờ.
- Mạch dao động thạch anh gắn thêm ở bên ngoài tần số thấp 32768Hz (LSE crystal) dùng để cấp cho bộ thời gian thực (Real time clock RTCCLK).

2. Nghiên cứu kit vi điều khiển 32 bit:

Cấu hình kit ARM bao gồm các thông tin về vi điều khiển ARM đang sử dụng và các kết nối giao tiếp giữa vi điều khiển ARM với các ngoại vi có trên kit để người đọc có thể sử dụng 1 cách hiệu quả.

Kit được thiết kế với rất nhiều ngoại vi trong đó bao gồm 1 số ngoại vi cơ bản và các ngoại vi giao tiếp phức tạp như USB và Ethernet, giao tiếp SD, giải mã MP3, ...

Kit vi điều khiển ARM STM32F103VC có hình ảnh như hình 1-8:



Hình 1-8. Kit ARM Cortex – M3 STM32F103VET.

3. Thiết kế bài thực hành:

Bài thực hành được thiết kế theo từng module:

Các bài thực hành cho module led đơn và nút nhấn đơn.

Các bài thực hành cho module LCD.

Các bài thực hành cho module màn cảm ứng.

Các bài thực hành cho module ADC.

Các bài thực hành thời gian thực.

Các bài thực hành giao tiếp thẻ nhớ, MP3, âm thanh.

III. Kết luận

Nhóm đã nghiên cứu lý thuyết dòng vi điều khiển ARM Cortex-M3, biên soạn tài liệu lý thuyết, viết các chương trình thực hành cho Kit vi điều khiển ARM Cortex-M3 STM32F103VE.

Qua nghiên cứu lý thuyết nhóm đã nắm bắt được cấu trúc của dòng vi điều khiển ARM 32 bit đang ngày càng phổ biến được dùng làm chip CPU trong các hệ thống điều khiển phức tạp cũng như trong các thiết bị giải trí để xử lý các dữ liệu có kích thước lớn.

Kết quả nghiên cứu là các tài liệu về lý thuyết đã cô đọng giúp người nghiên cứu sau như các sinh viên có 1 tài liệu để nhanh chóng

tiếp cận và làm chủ để có thể ứng dụng 1 cách nhanh chóng. Tài liệu có thể phục vụ cho giảng dạy môn học vi xử lý nâng cao.

Các bài thực hành biên soạn từ đơn giản đến phức tạp, được trình bày và giải thích rõ ràng từng lệnh cũng như từng hàm có liên quan trong các thư viện, giúp cho sinh viên có thể học nhanh, không mất nhiều thời gian mày mò nghiên cứu.

Các bài thực hành LCD và màn cảm ứng touch dùng để hiển thị hình ảnh và điều khiển bằng cảm ứng chạm cho Sinh viên các bài học của mình rất gần gũi với nhiều ứng dụng trong thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1] Joseph Yiu, The definitive guide to the ARM cortex-m3 second edition, Newnes, 2010
- [2] ARM, Cortex-M3, technical reference manual, 2006, PDF
- [3] ARM, v7-M architecture Application level reference manual, 2006, PDF
- [4] RM0008, reference manual, 2009, PDF
- [5] ARM, Cortex-M4 processor, technical reference manual, 2009, PDF
- [6] UM0427 uswr manual, 2007, PDF
- [7] Geoffrey Brown, Discovering the STM32 Microcontroller, 2014
- [8] Hitex, development tools, The insider's guide to the STM32 ARM Based Microcontroller, 2008