



دانشکده مهندسی
کامپیوتر و فناوری اطلاعات

10/12/2021



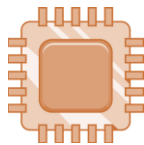
Homework 1

Lec 1-5



MICROPROCESSOR
AND
ASSEMBLY LANGUAGE

Fall 2021



1) به پرسش های زیر در مورد ISA پاسخ دهید:

الف) ISA پردازنده ما باید شامل کدام گروه ها از فانکشن ها باشد تا ISA کاملی به حساب آید؟

پاسخ:

برای اینکه یک ISA کامل باشد باید دارای حداقل این سه گروه از فانکشن ها باشد:

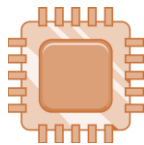
- Load / Store
- Control
- Arithmetic / Logic

با این سری از دستورات ما می توانیم تمامی دستورات مورد استفاده در زبان های سطح بالاتر را تولید کنیم.

ب) ISA چه ویژگی هایی از پردازنده را مشخص می کند (حداقل به سه مورد اشاره کنید)؟
مثال: Risc یا Cisc بودن پردازنده

پاسخ:

1. طول دستورات (دستورات چند بیتی خواهند بود)
2. طول دستورات ثابت یا متغیر (براساس Risc یا Cisc بودن پردازنده)
3. تعداد رجیسترها و تعداد بیت های آنها
4. محل قرارگیری Operand ها (رجیستر یا پشته یا حافظه)
5. نحوه برقراری ارتباط با حافظه (ممکن است چند چند مدل Load از حافظه داشته باشیم)
6. فرمت دستورات



2) به سوالات ریز در رابطه با Microcontrollers پاسخ دهید:
الف) میکرو ای که ما در درس استفاده می کنیم (SAM3X8E) از کدام یک از معماری های Harvard یا Von Neumann استفاده می کند و دلایل آن چیست (دو دلیل)?

پاسخ:

میکرو ما از معماری Harvard پیروی می کند.

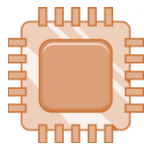
دلیل 1:

با توجه به اینکه میکرو ما بیشتر برای سیستم های نهفته استفاده می شود و مانند کامپیوترهای روزمره نیازی ندارد که هی برنامه ای که روی رم آن قرار دارد تغییر کند و معمولا برنامه ای که روی آنها قرار میگیرد تا مدت زمان زیادی نیاز به تغییر ندارد در نتیجه که این دو حافظه از هم جدا باشند سرعت پردازش ما بیشتر می شود.

دلیل 2:

با توجه به صحبت های مطرح شده در کلاس می دانیم که پردازنده های کامپیوتر های رومیزی ما زیر به طور مخفی و در cache از معماری Harvard استفاده می کنند و با توجه به اینکه میکرو ما اصلا cache ندارد و از حافظه کوچکی برخوردارست و دلیلی که معماری Von Neumann جوابگو خواهد وجود cache است پس در این پردازنده ها بهتر از معماری Harvard استفاده کنیم. با توجه به نبود cache قابلیت اجرا پایپ لاین وجود ندارد و برای اینکه این قابلیت وجود داشته باشد باید از معماری Harvard استفاده کنیم. دلیل نبود cache هم آن است که حافظه اصلی خودش به اندازه کافی بزرگ نیست که نیاز به cache و طبق دلیل 1 برنامه بر روی حافظه دستورات زیاد تغییر نمی کند پس وجود cache منطقی نیست.

نکته: با توجه به اینکه دلیل 1 بیشتر در بخش اسمبلی درس مطرح می شود نوشتن آن ضرورتی ندارد و نوشتن دلیل 2 کافی است.



ب) چند تا از برتری هایی که باعث شده ست در سیستم های نهفته از Microcontroller استفاده شود را نام ببرید (سه مورد کافی است).

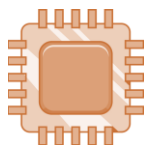
پاسخ:

- تمامی حافظه ها و I/O ها در درون یک میکروکنترلر قرار دارد و نیازی نیست این دیوایس ها را خریداری کرده و با هم اسمبل کنیم، چون بیشتر هدف ما از خرید میکروکنترلر یک واحد محاسباتی خالی نیست و بیشتر هدف استفاده خاص منظوره از آنها در یک سیستم بزرگتر است.
- با توجه به اینکه همه دیوایس ها را دارد مدار کوچکی دارد و مناسب فضای با اندازه کوچک است
- دسترسی به حافظه سریعی دارند
- قدرت پردازشی زیادی ندارند و به همین دلیل ارزان هستند و مناسب برای سیستم های نهفته
- مصرف کمتر انرژی

ج) حالت های مختلف میکرو (SAM3X8E) در Low Power Modes را نام ببرید و برای هر کدام یکی از مواقع استفاده را مثال بزنید.

پاسخ:

- Backup Mode: مثلاً دستگاه ما کلاً خاموش است و منتظر دریافت وقفه از طرف peripherals هاست. مثلاً وقتی که ماشین لباسشویی خاموش است و ما آن را روشن می کنیم .
- Wait Mode: مشابه حالت بالا ولی در این حالت سرعت بازگشت به شدت بیشتر است و در سیستم های Real-Time می تواند استفاده شود .
- Sleep Mode: وقتی که CPU کاری برای انجام ندارد و DMA در حال انتقال دیتا است.



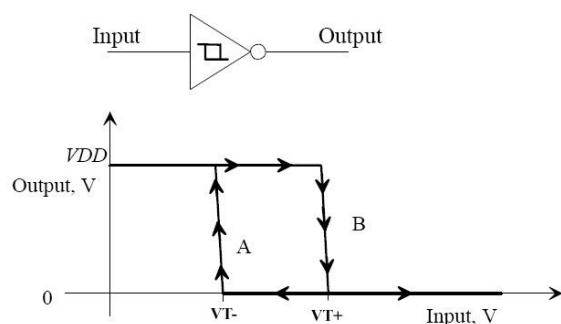
3) به سوالات زیر در مورد اجزای ریزپردازنده (SAM3X8E) پاسخ دهید:

الف) سه مدل مختلف تایمر در این ریزپردازنده را نام ببرید و موارد استفاده از هر کدام را شرح دهید.

پاسخ:

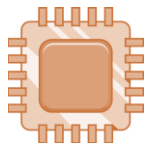
- Real-time Timer: یک شماره 32 بیتی است، ثانیه های سپری شده را می شمرد به همین دلیل به آن Real-time می گویند. می تواند برای وقفه های دوره زمانی ثابت استفاده شود. (مثلا 10 ثانیه ای)
- Real-time Clock: این تایمر برای میکرو ساعت می سازد. یعنی هم ثانیه دارد هم دقیقه هم ساعت و هم تقویم و می تواند به ما دقیق این موارد را بگوید. این تایمر به زمان اولیه دارد و بعد از شروع به شماردن می کند و هر وقت برق مدار قطع شود ریست می شود. فرق آن با RTT این است که، RTT صرفا ثانیه ها را می شمارد و برای محاسبه زمان باید خودمان برحسب ثانیه ها بدست بیاوریم ولی RTC خودش این کار را انجام می دهد.
- Watchdog Timer: تایمر مراقب، سیستم را از Deadlock خارج می کند اگر برنامه ای که در حال اجرا باشد از تایمر Watchdog بیشتر شود، سیستم را ریست می کند تا از این وضع خلاص شود.

ب) شکل زیر نشان دهنده کدام GPIO میکرو ماست و نمودار آن را توضیح دهید.



پاسخ:

GPIO که در این نمودار نشان داده شده Triggers Schmitt Input است. این نمودار بیانگر اینست که به فرض ولتاژ ورودی مابین 0 تا 5 ولت باشد و باید آن را به دو عدد دیجیتال 0 و 1 تبدیل کند حال در این مود به این صورت است که اگر ولتاژ از برسد به 2.5، یک تعبیر نمی شد بلکه باید یک مقداری از 2.5 بالاتر برود



(میتوانیم این مقدار threshold را در این مثال 0.5 در نظر بگیریم) یعنی اگر ولتاژ به 3 برسد تازه مقدار دیجیتال آن 1 می شود.

4) به پرسش های زیر در مورد وقفه های تودرتو پاسخ دهید:

الف) NVIC چگونه وقفه های تودرتو را مدیریت می کند (از دیدگاه رجیسترهای NVIC شرح دهید)؟
پاسخ:

فرض می کنیم وقفه اول در حال اجرا باشد در نتیجه در رجیستر IABR_NVIC بیت مربوط به وقفه اول بر اساس شماره وقفه اش 1 می باشد. حال وقفه دوم رخ می دهد دو حالت پیش می آید:

الف) وقفه دوم اولویت بالاتر داشته باشد حال در رجیستر IABR_NVIC بیت مربوط به وقفه اول 0 می شود و بیت مربوط به وقفه دوم 1 می شود (رجیستر IABR_NVIC در هر زمان حداکثر یک بیت 1 دارد) و سپس در رجیستر ISPR_NVIC بیت مربوط به وقفه اول 1 می شود و منتظر می ماند تا ISR وقفه دوم کامل اجرا شود. سپس IABR_NVIC وقفه اول 1 و وقفه دوم 0 می شود و در رجیستر ICPR_NVIC بیت مربوط به وقفه اول 1 می شود تا این وقفه از حالت pending خارج شود.

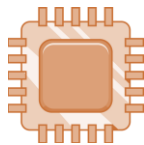
ب) وقفه اول اولویت بالاتر داشته باشد حال در رجیستر IABR_NVIC بیت مربوط به وقفه اول 1 می باشد و نیازی به تغییر ندارد سپس در رجیستر ISPR_NVIC بیت مربوط به وقفه دوم 1 می شود و منتظر می ماند تا ISR وقفه اول کامل اجرا شود. سپس IABR_NVIC وقفه اول 0 و وقفه دوم 1 می شود و در رجیستر ICPR_NVIC بیت مربوط به وقفه دوم 1 می شود تا این وقفه از حالت pending خارج شود.

ب) چهارتا از دستوراتی که تعداد کلاک بالایی برای اجرا نیاز دارند را نام ببرید و اگر درحین پردازش این دستورات وقفه ای رخ دهد چگونه با آنها برخورد خواهد شد؟

پاسخ:

Load Multiple (LDM), Store Multiple (STM), Push, Pop, MULS

در صورتی که وقفه ای در حین اجرا این دستورات رخ دهد و برنامه در شرایط بحرانی نباشد، دستورات کاملاً دراپ می شود و بعد از اجرا وقفه دوباره از اول اجرا می شوند.



5) به سوالات زیر در مورد NVIC پاسخ دهید:

الف) دلیل وجود دو حالت مختلف Active و A&P برای وقفه‌ها در NVIC را شرح دهید.

پاسخ:

دلیل وجود حالت A&P این است که اگر یک وقفه در حال اجرا باشد و باز همان دیوایس وقفه جدیدی بفرستد وضعیت آن به A&P تغییر می‌کند.

ب) فرق بین دو ویژگی Tail-chaining و Late-arriving را توضیح دهید.

پاسخ:

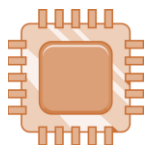
Tail-chaining: این ویژگی به این معناست که اگر وقفه‌ای در حال اجرا باشد و وقفه دیگری رخ دهد حال یکی از این وقفه‌ها به حالت pending می‌رود، پس از اتمام یکی از آنها دیگر لازم نیست رجیسترهای برنامه اصلی را باز لود کرده و بعد از آن باز سیو کنیم و به سراغ وقفه دوم برویم و پردازنده باهوش عمل می‌کند و بلافاصله بعد از اتمام وقفه اول به سراغ دومی می‌رود و پس از اتمام آن رجیسترهایی که به صورت سخت افزاری سیو شده بودند را لود می‌کند.

Late-arriving: فرض کنید در حین سیو کردن رجیسترهای برای یک وقفه باشیم که یک وقفه با اولویت بیشتر رخ دهد در حین حالت با توجه به اینکه وقفه دوم اولویت بیشتری دارد انجام می‌شود با اینکه ما برای وقفه اول رجیسترها را سیو کردیم (وقفه‌ای که دیرتر رسیده است اجرا می‌شود)
Tail-chaining: مربوط به انتهای اجرا وقفه‌هاست در حالی که Late-arriving مربوط به ابتدای اجرای آنهاست.

ج) دلایل وجود قابلیت Masking را نام ببرید و انواع حالتی که می‌توانیم با استفاده از رجیسترهای CPU جمعی از وقفه‌ها را باهم Mask کنیم را شرح دهید.

پاسخ:

در واقع Masking یعنی بعضی از وقفه‌ها را نادیده بگیریم و آنها را غیرفعال کنیم و به وقت نیاز باز فعالشان کنیم. مثلاً زمانی که می‌خواهیم وارد ناحیه بحرانی یا Critical Section شویم. یک نمونه دیگر نیز وقتی مثلاً وقفه‌های مربوط به یک دیوایس خارجی را مدتی قطع می‌کنیم تا روند اصلی برنامه طی شود و از طرف آن دستگاه برای مدتی وقفه نداشته باشیم.

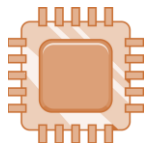


Primask: یک رجیستر تک بیتی که همه وقفه‌های با اولویت 0 به بالا را mask می‌کند.
Basepri: یک رجیستر 8 بیتی که یک عدد بین 1 تا 240 در آن قرار می‌گیرد و از آن اولویت به بعد mask می‌شود.
Faultmask: یک رجیستر تک بیتی کاملاً مشابه با Primask صرفاً با این تفاوت که وقفه‌هایی با اولویت 1- به بالا را mask می‌کند. (وقفه HardFault که یک وقفه سخت‌افزاری نیز هست)

6) به پرسش‌های زیر در مورد NVIC Register پاسخ دهید:
الف) Vector table چیست و محتوی آن چگونه است؟
پاسخ:

Vector table یک جدول 16 ردیفی است که هر ردیف 32 برای شامل می‌شود (DCD) و در آن
ادرس شروع ISR مربوط به وقفه مورد نظر با هر خانه را نشان می‌دهد. الآن مثلاً خانه شماره 1 آدرس
ISR وقفه Reset را نشان می‌دهد.

<u>__Vectors</u>	DCD	<u>__initial_sp</u>	; Top of Stack initialization
	DCD	<u>Reset_Handler</u>	; Reset Handler
	DCD	<u>NMI_Handler</u>	; NMI Handler
	DCD	<u>HardFault_Handler</u>	; Hard Fault Handler
	DCD	<u>MemManage_Handler</u>	; MPU Fault Handler
	DCD	<u>BusFault_Handler</u>	; Bus Fault Handler
	DCD	<u>UsageFault_Handler</u>	; Usage Fault Handler
	DCD	<u>SecureFault_Handler</u>	; Secure Fault Handler
	DCD	0	; Reserved
	DCD	0	; Reserved
	DCD	0	; Reserved
	DCD	<u>SVC_Handler</u>	; SVCcall Handler
	DCD	<u>DebugMon_Handler</u>	; Debug Monitor Handler
	DCD	0	; Reserved
	DCD	<u>PendSV_Handler</u>	; PendSV Handler
	DCD	<u>SysTick_Handler</u>	; SysTick Handler



ب) چرا وقفه‌های NVIC در سری ریزپردازنده‌های ARM از شماره 1 شروع می‌شوند نه 0؟

پاسخ:

اولین خانه Vector table با شماره 0 مربوط به آدرس شروع Stack است و وقفه‌ها به ترتیب از خانه شماره 1 به بعد شروع می‌شوند برای همین اولیه وقفه ما شماره 1 دارد نه 0. به صورت پیش‌فرض Stack از خانه آخر حافظه شروع می‌شود و به صورت کاهشی آدرس آنها کم می‌شود با هر Push و ما با دستکاری خانه شماره 0 این جدول می‌توانیم این پیش‌فرض اولیه را تغییر دهیم.

ج) با توجه به اینکه رجیستر NVIC-IPR اعداد Unsigned را در خود ذخیره می‌کند چگونه وقفه‌هایی با اولویت منفی داریم؟

پاسخ:

برای این وقفه‌های ایستا مانند Reset و ... مدار آنها به صورت سخت افزاری پیاده سازی شده است و مانند بقیه وقفه رجیستری ندارند که به آن مقدار دهیم.

- مهلت ارسال تمرین ساعت 23.59 روز 30 مهر می‌باشد.
- برای پاسخ به پرسشهای این تمرین می‌توانید در صورت نیاز به فصل 5 و 8 مرجع فنی Cortex-m3 که در مودل بارگزاری شده است مراجعه کنید.
- سوالات خود را می‌توانید از طریق تلگرام از تدریس‌یارهای گروه خود بپرسید.
- ارائه پاسخ تمرین بهتر است به روش های زیر باشد:
 - 1) استفاده از فایل docx. تایپ پاسخ‌ها و ارائه فایل Pdf
 - 2) چاپ تمرین و پاسخ دهی به صورت دستنویس خوانا
- فایل پاسخ تمرین را تنها با قالب **Hw1_StudentNumber_G[groupnumber].pdf** در مودل بارگزاری کنید.
- نمونه: Hw1_9731121_G1
- فایل زیپ ارسال نکنید.