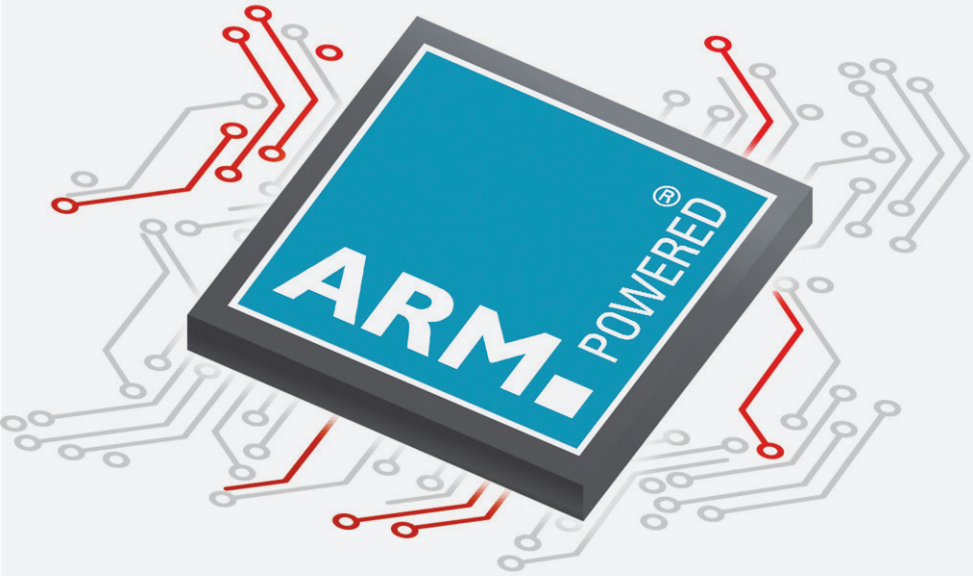


ARM برگ‌برنده را رو کرد

بررسی پردازنده جدید Cortex-A15

هومن سیاری
Sayyari@ComputerNews.ir

بیش از ۹۵ درصد پردازنده‌های گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها بر اساس معماری بی‌نظیر ARM است. این غول بی‌حاشیه اخیرا پردازنده جدید خود را معرفی کرده است. این پردازنده جدید Cortex-A15 نام دارد و به زودی آن را بر روی اغلب تبلت‌ها و گوشی‌های هوشمند خواهید دید. دو شرکت بزرگ سامسونگ و Nvidia مجوز ساخت این پردازنده و استفاده از آن در تولیدات خود را اخذ کرده‌اند. پلتفرم A15 به زودی جایگزین پلتفرم رایج A9 خواهد شد که در حال حاضر در محصولات اپل و دیگر سازندگان معتبر دیده می‌شود.

ARM در مقابل X86

اینتل حاکم بی چون و چرای پردازنده‌های نوت‌بوک و دسکتاپ است و طبق آخرین گزارش‌ها حدود ۸۰٫۲ درصد پردازنده‌های آنها را در سرتاسر دنیا تامین می‌کند. اما با این وجود سهم اینتل در دنیای پردازنده‌های تجهیزات سیار بسیار کوچک است! پادشاهی دنیای پردازنده‌های تجهیزات سیار با شرکت انگلیسی ARM است. این شرکت سهم ۹۵ درصدی در این بازار دارد.

اینتل از این شرایط راضی نیست و در چند سال گذشته تمامی سعی خود را کرده است که بتواند سهم خود را در بازار پرسود و آینده‌دار پردازنده‌های تجهیزات سیار افزایش دهد. البته لازم به ذکر است که فاصله اینتل با ARM بسیار دورتر از فاصله AMD با اینتل در بازار پردازنده‌های نوت‌بوک و دسکتاپ است.

ARM از طراحی معروف به RISC استفاده می‌کند. معماری RISC مبتنی بر سخت‌افزار بوده و از تعداد کمتری از دستورالعمل‌های نرم‌افزاری استفاده می‌کند که این منجر به افزایش سرعت، کاهش مصرف انرژی و طراحی ساده‌تر می‌گردد. اینتل در مقابل از معماری CISC استفاده می‌کند که متکی بر تعداد زیاد دستورالعمل‌های نرم‌افزاری است.

از زمانیکه شرکت‌های متعددی شروع به ساخت تجهیزات سیار کوچک مثل PDAها کردند، بازار ARM رونق گرفت. وقتی در چند سال گذشته این روند شدت گرفت و گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها همه‌جا را فرا گرفت جشن و پایکوبی ARM هم تکمیل شد چرا که سازندگان چاره‌ای جز استفاده از پردازنده‌های ARM نداشتند و پردازنده‌های اینتل هم که اصلا مناسب این بازار نبودند. خلاصه ARM بود و یک بازار بزرگ و بدون رقیب! این بود که سهم پردازنده‌های ARM به بیش از ۹۵ درصد رسید در حالیکه در بازارهای دیگر تقریبا هیچ سهمی نداشت.

مزایای ARM

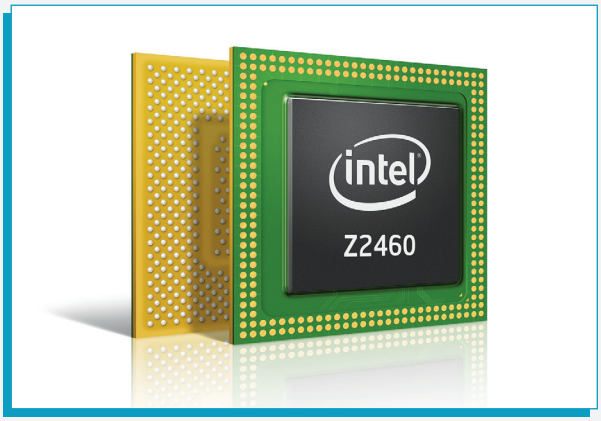
به راستی چرا طراحی ARM بسیار کم‌مصرف است؟

ARM روشی کاملا متفاوت با رقیب خود یعنی اینتل دارد. ARM هیچ پردازنده‌ای را نمی‌سازد بلکه به جای آن لایسنس یا مالکیت معنوی طراحی یک پردازنده را به شرکت‌های دیگر می‌فروشد. در واقع ARM فقط به طراحی پردازنده می‌پردازد ولی به هیچ عنوان وارد مرحله ساخت نمی‌شود. خریداران این لایسنس‌ها به ۲ دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول طراحی را از ARM گرفته و بدون کوچک‌ترین تغییری اقدام به ساخت آن می‌کنند اما دسته دوم طراحی ARM را کمی تغییر داده و با افزودن قسمت‌های دیگری به آن چیپ‌های جدیدی می‌سازند اما ساختار اصلی آنها همچنان همان ARM است. ARM به شرکت‌هایی نظیر اپل، سامسونگ، Marvell، Nvidia، Texas Instruments و حتی اینتل لایسنس استفاده از طراحی‌های خود را فروخته است.

از طرف دیگر شـرکت اینتل نیز هم طراحی می‌کند و هم خودش پردازنده‌هایش را می‌سازد و لایسنس طراحی خود را هم به هیچ شرکت دیگری نمی‌فروشد.
البتـه این تفـاوت تاکتیک دو شـرکت قطعا دلیل اصلی موفقیـت ARM در بازار پردازنده‌های تجهیزات سـیار نیسـت بلکه دلیل اصلی در نـوع طراحی و معماری نهفته اسـت. ARM همانگونه که اشاره شـد از معماری RISC استفاده می‌کند. این معماری از تعداد به‌مراتب کمتری از دسـتورالعمل‌های نرم‌افزاری بهره می‌برد. تعداد کمتر دسـتورات بـه معنای تعداد کمتر ترانزیستورهاسـت. در حالی که اینتل پردازنـده قدیمی 80286 را در سـال ۱۹۸۲ با ۱۳۴ هزار ترانزیسـتور سـاخت، در همـان زمـان ARM پردازنده خـود را که بـه ARM2 معروف بود بـا ۳۰ هزار ترانزیستور طراحی کرد.
ترانزیسـتورهای کمتر همچنین به معنای ارزان‌تر شـدن و کوچک‌تر شدن هستند که این دو عامل در بازار پردازنده‌های موبایل بسیار حیاتی‌اند. ترانزیستورهای کمتر همچنیـن به معنای مصـرف کمتر انرژی و در نتیجه طول عمر بیشـتر باتری هم می‌باشند که این عامل هم در مقابل پردازنده‌های CISC یک برگ برنده محسوب می‌شود.
ARM نقـش مهمی در تکنولوژی SoC هم دارد. SoCها چیپ‌هایی هسـتند که خود مجموعه‌ای از چند چیپ مسـتقل هستند؛ مثلا پردازنده اصلی، کنترولر حافظه، چیپ گرافیک و ... همگی در یک چیپ قرار می‌گیرند.
وقتـی ARM طراحی پردازنده خود را به سـازندگان می‌فروشـد و بـه آنها اجازه دسـتکاری آن را می‌دهد برخی از آنها این طراحی را در کنار سایر اجزای مورد نیاز قرار داده و اقدام به ساخت چیپ‌های SoC می‌نمایند. البته برخی دیگر از سازندگان تمایلی به تغییر طراحی ARM ندارند و یا تغییرات‌شـان بسـیار ناچیز اسـت که از جمله آنها می‌توان شرکت معروف Qualcomm را نام برد.

واکنش اینتل

اینتل از مزایای معماری RISC شـرکت ARM بی‌خبر نیسـت و در همین راستا حتی اینتل هم مجبور شـد که لایسنس استفاده از طراحی ARM را بخرد و از آن در سـاخت یک پردازنده قدرتمند و کم‌مصرف اسـتفاده نماید. البته بعدها اینتل این لایسـنس را به شرکت Marvell فروخت و ترجیح داد که بر معماری CISC خود که به X86 معروف است متمرکز شود.
اینتـل سـالها به ARM اجازه داد که بـه راحتی بر بـازار پردازنده‌های کم‌مصرف حکومت کند اما در چند سـال گذشته نظرش عوض شده و به شدت سعی دارد که سهم خودش را افزایش دهد.



اینتل با پردازنده‌های Atom که مبتنی بر معماری CISC-X86 هستند سعی دارد وارد بازار شـود. هر چند این پردازنده‌ها برای نت‌بوک‌ها (Netbook) طراحی شده بودند و نسـبتا مصرف کمتری نسبت به سایر پردازنده‌های اینتل داشتند ولی هنوز برای گوشـی‌های هوشـمند و تبلت‌ها مناسـب نبودند. بعدها اینتل معماری آنها را بهینه کرد تا راندمان بهتر و مصرف پایین‌تری داشته باشند. در حال حاضر پردازنده Z2460 اینتل که یک SoC محسوب می‌شود امید اینتل است و شرکت‌هایی مثل Lenovo، Asus و Acer از آن در برخی از تبلت‌هایشان استفاده کرده‌اند.

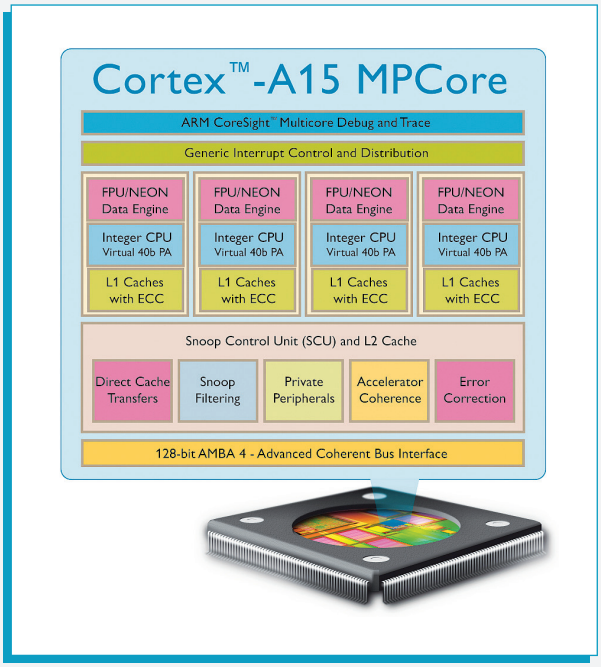
نکته قابل توجه در پردازنده جدید اینتل آن اسـت که این شرکت مجبور شده است تا به سمت معماری RISC پیش برود. Z2460 با اینکه ذاتا یک پردازنده CISC محسوب می‌شود و از خانواده X86 است ولی معماری آن به گونه‌ای است که تاثیر معماری RISC بر روی آن کاملا مشهود است.
مسـئله دیگری که باید به آن توجه کرد در قدرت مالی دو شرکت است. ARM از فروش لایسـنس پردازنده‌هایش سود بالایی نمی‌برد. عایدی ARM در چهار ماهه آخـر سـال ۲۰۱۲ حدود ۲۰۹ میلیون یورو بوده اسـت در حالیکـه فروش اینتل در همین مدت ۸,۳ میلیارد یورو بوده اسـت که حدود ۴۰ برابر ARM است. به همین نسبت سود حاصل‌شده از این فروش هم به ترتیب ۶۲ میلیون یورو برای ARM و ۱,۷ میلیارد یورو برای اینتل بوده است که سود اینتل حدود ۲۷ برابر ARM است. این سـود بیشتر می‌تواند منجر به تحقیقات و بررسـی‌های بیشتر شده و در نتیجه امیـد به برتری اینتل بر ARM را افزایش دهد هر چند تا حالا که این‌گونه نشـده اسـت! البته توجه داشته باشید که این امار مربوط به کل فروش دو شرکت است نه فقط فروش در بازار پردازنده‌های گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها.

بازار فعلی

اینتـل در بیان تعداد ترانزیسـتورهای Z2460 SoC کمـی موذیانه عمل می‌کند و آمـار دقیقـی نمی‌دهـد امـا آنچه که مشـخص اسـت آن اسـت کـه ابعاد آن ۱۲ در ۱۲ میلی‌متر مربع اسـت. این ابعاد قابل مقایسـه با سایر پردازنده‌های مشابه مثل پردازنده‌های خانواده Exynos سامسونگ است که دقیقا همین ابعاد را دارند. پردازنده Snapdragon S1 شـرکت Qualcomm هم ۱۴ در ۱۴ میلی‌متر مربع است و با تکنولوژی ساخت ۴۵ نانومتری ساخته شده است.
آنچه که مشخص است آن است که اینتل هنوز راهی طولانی در پیش دارد. هرچند کـه پردازنده Atom اینتل در همان ابعـاد پردازنده‌های مبتنی بر معماری ARM اسـت ولی درحالیکه مثلا پردازنده Exynos سامسونگ در همین ابعاد دارای ۲ یا ۴ هسته است پردازنده Atom Z2460 تنها یک هسته دارد. البته اینتل قصد دارد که پردازنده ۲هسته‌ای Atom Z2760 را هم روانه بازار کند ولی مشکل آنجاست که این پردازنده هم بزرگ‌تر است و هم مصرف بالاتری دارد.
درحالیکـه اینتل بر روی کوچک کـردن پردازنده‌هایش بـرای رقابت موفق‌تر کار می‌کند ARM برگ برنده دیگری رو کرده است. ARMv8 که به Cortex-A15 هم معروف اسـت برای اولین بار از پردازش ۶۴ بیتی پشـتیبانی می‌کند و راندمان آن به قدری بالاسـت که حتی مناسب سـرورهای کوچک هم می‌باشد. با گسترده شدن محاسبات ابری و گسترش سرورهای کوچک موسوم به «میکرو سرور» نقش این پردازنده‌های ARM پررنگ‌تر می‌شود. حالا دیگر جنگ ARM و اینتل جبهه دیگری هم پیدا کرده اسـت و آن جبهه میکروسرورهاسـت. از طرف دیگر ARM ادعا دارد که این پردازنده مناسـب نت‌بوک‌ها و دسـکتاپ‌های ضعیف هم هست و

این موضع برای اینتل ناراحت‌کننده است.

همانگونه که اینتل قصد دارد وارد قلمرو ARM (گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها) شود ARM هم قصد دارد وارد حیطه تخصصی اینتل (نت‌بوک‌ها، میکرو سرورها، نوت‌بوک‌ها و دسکتاپ‌های ضعیف) شود.



پردازنده‌های جدید و Cortex-A15

Qualcomm Snapdragon S4 اولین پردازنده‌ای است که بر اساس معماری A15 ساخته شده است. این پردازنده را می‌توان در گوشی HTC One S و یا Sony Xperia TX مشاهده کرد.

پردازنده‌های OMAP 5 از شرکت Texas Instruments و Exynos 5250 از سامسونگ هم به‌زودی بر اساس همین معماری عرضه خواهند شد.

NVidia هم به زودی نسخه جدید پردازنده خود را که Tegra4 نامگذاری کرده و بر اساس معماری A15 است را ارائه خواهد کرد. Tegra4 نسل بعد Tegra3 خواهد بود و سرانجام قرار است که اپل هم از این معماری در محصولات بعدی خود استفاده کند.

ظهور قدرتی جدید

انتظار ما از گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها آن است که انیمیشن، فیلم و بازی را به راحتی پخش نمایند و دستورهای ما را به‌سادگی انجام دهند. لازمه این کار داشتن یک پردازنده قدرتمند است. متاسفانه در بسیاری از گوشی‌های اندرویدی شاهد فقدان این پردازنده‌های قدرتمند هستیم. در این گوشی‌ها مرتبا با تاخیرهای قابل توجه و وقفه‌های گاه و بیگاه مواجه می‌شویم که البته هیچ ربطی هم به نسخه سیستم‌عامل گوشی ندارد. اینها ناشی از قدرت کم پردازنده برای انجام کار خواسته هستند. ناگفته نماند که اغلب این پردازنده‌ها از معماری ARM بهره می‌برند. تقریبا تمامی سازندگان معتبر پردازنده گوشی از اپل تا Nvidia و تا سامسونگ از معماری ARM استفاده می‌کنند. آنها طرح پایه ARM را برای طراحی پردازنده اختصاصی خود به کار می‌گیرند. نکته قابل توجه آن است که این معماری پایه بیش از ۲ سال است که تغییر نکرده است در حالیکه در این مدت تعداد سازندگان چیپ و تعداد و تنوع چیپ‌های ساخته‌شده به شدت افزایش یافته است. تقریبا تمامی این چیپ‌ها بر اساس معماری ARM Cortex-A9 ساخته شده‌اند.

اما تقاضا برای تجهیزات سیار افزایش یافته است و جای خالی راندمان بالاتر به دلیل ظهور صفحه نمایش‌هایی با رزولوشن بالاتر، پخش فیلم‌های HD، بازی‌های سنگین‌تر و ... به‌شدت احساس می‌شود. ARM قصد دارد که با Cortex-A15 به تمامی نیازهای فوق پاسخ دهد. بنابراین اغلب تولیدکنندگان از این طراحی در چیپ‌های آینده خود استفاده خواهند کرد. ARM برخی از اشکالات و ضعف‌های A9 را بر طرف کرده است. دیگر از فریم‌های حذف‌شده در پخش انیمیشن‌ها خبری نخواهد بود و نکته مثبت دیگر آن است که عملیات روی اعداد اعشاری به پایپ‌لاین منتقل شده است که منجر به افزایش سرعت محاسبه خواهد شد.

فرکانس بالاتر، پایپ‌لاین بلندتر

پایپ‌لاین (Pipeline) نقش قلب معماری پردازنده را بازی می‌کند و تعیین می‌کند که چه تعداد از انواع دستورالعمل‌ها در هر پالس می‌توانند پردازش شوند.

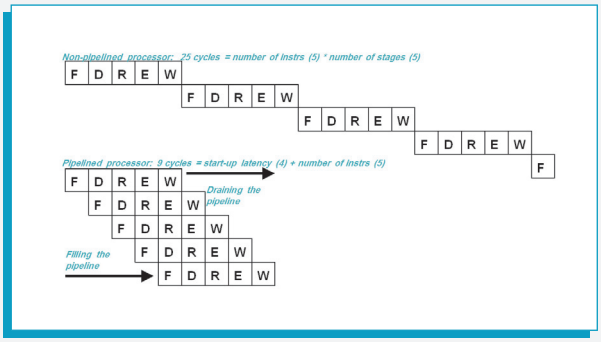
اجازه دهید تا مختصری در مورد پایپلاین توضیح دهیم.

کامپیوترهای اولیه دستورالعمل‌ها را به صورت کاملا ساده‌ای محاسبه می‌کردند: پردازنده دستورالعملی را از حافظه واکشی (Fetch) می‌کرد، آن را رمزگشایی (Decode) می‌کرد تا تعیین کند دستورالعمل چه بوده است، ورودی‌های دستورالعمل را از رجیستر می‌خواند (Read)، محاسبه لازم برای دستورالعمل را انجام می‌داد (Execute) و نتیجه را درون رجیستر می‌نوشت (Store). هر دستورالعمل قبل از آغاز اجرای دستورالعمل بعدی، به طور کامل پایان پذیرفته بود. مشکل این روش آن است که سخت افزار مورد نیاز برای انجام هر یک از این مراحل (واکشی دستورالعمل، رمزگشایی، خواندن رجیستر، اجرای دستورالعمل و نوشتن دوباره در رجیستر) مستقل است، به طوری که بخش عمده سخت افزار در زمان های مختلف بیکار بوده و منتظر بخش‌های دیگر پردازنده می‌ماند تا قسمت‌های دستورالعمل مربوط به خود را کامل کند. مثلا وقتی دستورالعملی در حال پردازش (Execute) است ۴ قسمت دیگر بیکار هستند.

پایپ‌لاین تکنیکی برای همپوشانی اجرای چندین دستورالعمل به منظور کاهش زمان اجرای مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها است. هر دستورالعمل به مقدار زمان اجرای مشابهی در پردازنده پایپ‌لاین و پردازنده غیر پایپ‌لاین نیاز دارد، اما نرخی که دستورالعمل‌ها می‌توانند با آن اجرا شوند می‌تواند از طریق همپوشانی اجرای دستورالعمل‌ها، افزایش یابد. مثلا زمانی که دستورالعمل اول وارد مرحله دوم یعنی Decode می‌شود مرحله اول دستورالعمل بعدی یعنی مرحله Fetch می‌تواند اجرا گردد چرا که این قسمت بیکار است.

جدول ۱: مقایسه A9 با A15

	A9	A15
فرکانس	۱ تا ۱,۵ گیگاهرتز	۱,۵ تا ۲,۵ گیگاهرتز
تعداد دستورات پردازش شده توسط یک هسته در هر ثانیه	۲,۵ میلیون در ثانیه	۴ میلیون در ثانیه
طول پایپلاین	۹ تا ۱۲ سطح	۱۵ تا ۲۴ سطح
حداکثر اندازه حافظه	۴ گیگابایت	یک ترابایت



پایپ‌لاین A15 حداکثر تا ۲۴ سطح قابل افزایش است در حالیکه پایپلاین A9 نصف آن است. پردازنده می‌تواند در هر پالس یک دستور را در هر مرحله انجام دهد. این افزایش طول وقتی با افزایش فرکانس تا ۲٫۵ گیگاهرتز همراه می‌شود قدرت بالایی را به ارمغان می‌آورد.

این مزایا از بهبود تکنولوژی ساخت پردازنده از بیش از ۴۰ نانومتر به ۲۸ نانومتر ناشی می‌شود. حالا سازندگان پردازنده می‌توانند بدون نگرانی اقدام به افزایش فرکانس پردازنده نمایند در حالیکه اتلاف حرارتی آنها افزایش نیافته و البته از die به مراتب کوچکتری استفاده می‌کنند.

طول پایپ‌لاین مشخص کننده تعداد دستورهایی است که همزمان می‌توانند از طریق آن اجرا شوند. توجه داشته باشید که اگر یک پردازنده برای کار با پایپ‌لاین بلندی طراحی شده باشد باید این امکان هم فراهم باشد که بتوان در هر لحظه به تعداد مورد نیاز دستورهای همزمان را برای اجرا در پایپ‌لاین مهیا کرد. A15 حداقل ۱۵ سطح در پایپ‌لاین دارد که به معنای اجرای حداقل ۱۵ دستور در هر پالس است. وقتی چند دستور همزمان وارد پایپ‌لاین می‌شوند هر کدام از یک سطح این پایپ‌لاین استفاده می‌نمایند.

ARM پردازنده A15 را برای دستیابی به راندمان بالا طراحی کرده است. ARM به سازندگان توصیه می‌کند که از ویژگی Big Little Principle برای کاهش مصرف انرژی استفاده نمایند. با این ویژگی ۲ هسته قدرتمند A15 در کنار ۲ پردازنده ضعیف قرار می‌گیرند. هسته‌های قدرتمند A15 فقط وقتی عملیات ریاضی مورد نیاز است به طور خودکار وارد عمل شده و در سایر مواقع غیرفعال می‌گردند تا به میزان قابل توجهی در مصرف باتری صرفه‌جویی شود.

مناسب برای نوت‌بوک‌ها و سرورها!

با فرکانس ۲٫۵ گیگاهرتز دیگر راندمان Cortex-A15 فقط مناسب گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها نیست! این پردازنده برای استفاده در نوت‌بوک‌ها هم مناسب خواهد بود هر چند قابل مقایسه با پردازنده‌های قدرتمند اینتل یعنی خانواده Ivy Bridge نیستند! اما در عوض مصرف پردازنده‌های ARM بسیار پایین است. هر هسته مصرفی حدود ۱ تا ۱٫۶ وات دارد که منجر به افزایش قابل توجه طول عمر باتری خواهد شد. این نوت‌بوک‌ها حداقل ۲ برابر کم مصرف‌ترین نوت‌بوک‌های رایج مبتنی بر پردازنده‌های اینتل یا AMD می‌توانند روشن بمانند!

از طرفی A15 برای استفاده در سرورهای کوچک هم مفید است به شرطی که این سرورها خیلی درگیر پردازش‌های محاسباتی و ریاضی نباشند. بسیاری از سرورها مثل سرورهای ISA، TMG، Exchange و... از این دسته هستند. می‌توان در این سرورها از یک پردازنده A15 استفاده کرد. این پردازنده از یک گذرگاه ۱۲۸ بیتی برای انتقال داده استفاده می‌کند که ۲ برابر گذرگاه A9 است. این گذرگاه انتقال داده با ظرفیت بالا را بین هسته‌ها تضمین می‌کند اما A9 به دلیل پهنای باند پایین مناسب این کاربرد نیست.

ضمنا A9 از ۳۲ بیت برای آدرس‌دهی حافظه استفاده می‌کند که منجر به محدودیت ۴ گیگابایتی خواهد شد. همان محدودیتی که در ویندوزهای ۳۲ بیتی وجود دارد. اما A15 از ۴۰ بیت برای آدرس‌دهی حافظه استفاده می‌کند که در نتیجه می‌تواند تا یک ترابایت حافظه را استفاده نماید. این میزان حافظه برای اغلب سرورها کافیست.

اندکی بحث فنی

معماری

فرکانس Cortex-A15 از ۱٫۵ به ۲٫۵ گیگاهرتز افزایش خواهد یافت. A15 از یک پایپ‌لاین بلندتر و قابل انعطاف‌تر برای پردازش کدها استفاده می‌کند که طول بلندتر آن نشان‌دهنده تعداد بیشتر دستورهایی است که در هر پالس انجام می‌شوند.

بارگذاری سریع‌تر

دستورها به همان ترتیبی که لود می‌شوند در بخش اول پایپ‌لاین مورد پردازش قرار می‌گیرند. بخش Decoder دستورهای بلند را به دستورهای کوچک‌تر تجزیه می‌کند. بر خلاف A9 که حداکثر می‌توانست ۲ دستور را برای پردازش به صورت همزمان ارسال کند A15 می‌تواند ۳ دستور را به صورت موازی ارسال نماید. A15 دارای بخش جدیدی است که A9 فاقد آن است و آن Loop Buffer است که برای ذخیره کدهای رمزگشایی که به طور مکرر استفاده شده‌اند در نظر گرفته شده است. روی هم رفته A9 حداکثر ۶ سطح پایپلاین را تا قبل از مرحله اجرا فراهم می‌کند در حالیکه A15 تا ۱۲ سطح را مهیا می‌سازد.

محاسبات موازی

پایپ‌لاین بعد از مرحله dispatch به صورت خارج از نوبت و نامرتب کار خواهد کرد. در پایان پردازنده می‌تواند نتایج این دستورات نامنظم را دوباره مرتب نماید. ۸ عملیات ریاضی می‌تواند به صورت موازی انجام شود که ۲ برابر A9 است. تعداد عملیات ممیز شناور (اعداد اعشاری) نسبت به A9 افزایش پیدا نکرده است ولی در عوض در داخل پردازنده به گونه‌ای تعبیه شده‌اند که ظرفیت آنها ۲ برابر شده است. ■