

つくりはCortex-Aそっくり! リアルタイム用途向けCortex-Rの研究

中森 章

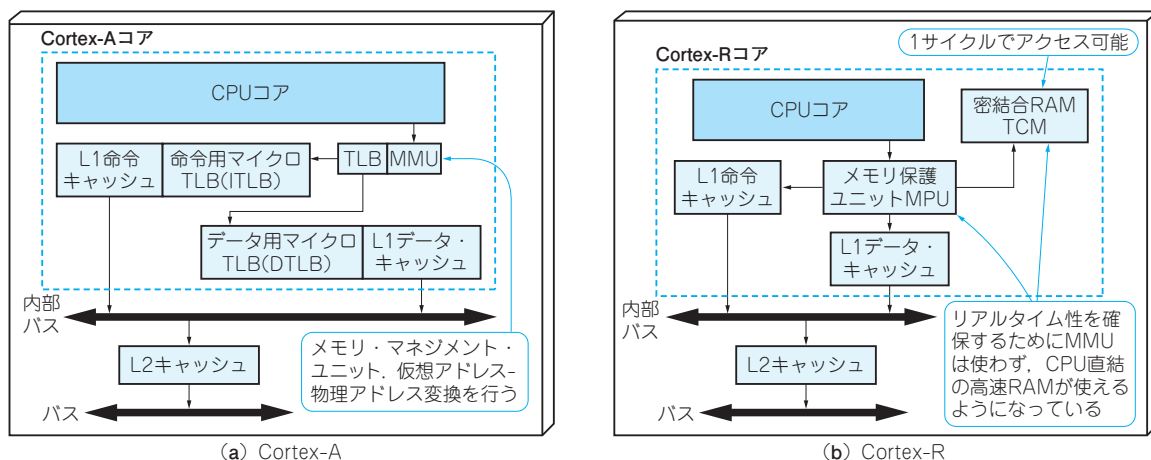


図1 Cortex-Rプロセッサの基本構造…なんとCortex-Aとほぼ同じつくり!
Cortex-RコアからさらにL1キャッシュを削除するとCortex-Mコア、というイメージ

主な特徴

● なんと! Cortex-AとCortex-Rのアーキテクチャは基本同じ

Cortex-MシリーズとCortex-Rシリーズのプロセッサは組み込み分野をターゲットとしているといわれています。これはARM社も認めているところです。このためCortex-Rシリーズとアプリケーション分野をターゲットとしたCortex-Aシリーズに関連があると思っている人は少ないと思います。

実は、知っている人は知っていて、知らない人は全く知らないと思いますが、ARMv7-Aのアーキテクチャ・リファレンス・マニュアルはARMv7-R、すなわちCortex-Rと共通になっています。

つまり、Cortex-AシリーズのプロセッサとCortex-Rシリーズのアーキテクチャは基本的に同じです。Cortex-Aシリーズでいえることは、Cortex-Rシリーズにもいえます。

● Cortex-AとCortex-Rの最大の違いはMMUの有無

それでは、ARMv7-AとARMv7-Rの違いは何かと

いうと、それはリアルタイム性にあります。Cortex-Rの「R」はRealtimeのRです。このリアルタイム性の差異を一言でいうと、MMUがあるかないかです。

MMUが存在すると、MMU用のキャッシュ(TLB)ミスが発生した場合、ページ入れ替えのためのメモリ・アクセスが発生します。これにより、プログラムの処理時間や応答時間が変動してしまいます。

モータ制御などの厳格なリアルタイム性を要求される応用分野では、プログラムの処理時間の変動が処理の遅れに直結し、致命的な事態を生じる恐れがあります。

そのために、Cortex-RシリーズではCortex-AシリーズからMMUが削除され、代わりにMPU(Memory Protection Unit)というメモリ保護機能が搭載されています。

Cortex-Rシリーズの基本的な構造を図1に、特徴を表1に示します。

● MMU以外のリアルタイム処理用機能

ところで、キャッシュ・ミスの場合もキャッシュ・ラインの入れ替えのために処理時間の変動が発生します。Cortex-Rでは、処理時間が変動すると困るプログラムは、TCM(Tightly Coupled Memory)と呼ば