

ミックスド・シグナル構成も可能な FPGA活用のすすめ



関連データ

第4回

Cortex-M1にFreeRTOSを実装する

RTOSの実験として、Actel社のCortex-M1のIPにオープン・ソースのFreeRTOSを移植する。OS Extensionが利用できないIPを利用するときにOSを実装する方法を考える。

那須 靖弘
土井 滋貴

1. リアルタイム OS FreeRTOS

米国 Actel 社の提供する最新の Coretex-M1 の Ver 2.7.103 では、svc 命令などの便利な機能を利用できる OS Extension が実装されていません。このため、実用的な OS を実装するにはさまざまな制約があります。今回は OS Extension が利用可能となるまでの実験的な試みとして、フリーで公開されているリアルタイム・カーネル型の FreeRTOS を移植してみます。

FreeRTOS はコンパクトながら、セマフォやキューなどの最低限の機能を備えた RTOS です。多様な MCU や MPU への移植実績があり、ARM7 や Cortex-M3 といった ARM コアや、米国 Altera 社の Nios II や米国 Xilinx 社の MicroBlaze といった FPGA 用の IP コアにも移植されています。

2. OS Extension の代替を考える

複数のタスクを強制的に切り替えできるプリエンプティブなマルチタスクを実現するためにはタイマが必要です。しかし、SysTick タイマは現状では利用できません。そこで外部にタイマを接続します。

現状の Cortex-M1 では外部からの割り込みソースを一つしか接続できません。そのため、Cortex-M1 のほかに Actel 社が提供する割り込みコントローラ CoreInterrupt を接続します。さらに、タイマとして CoreTimer も接続します。

アプリケーション・プログラムが OS の機能を呼び出す場合に利用する svc 命令は、保護機能を持つ OS を実現する場合には必要となる機能です。けれども、やはり OS Extension に含まれており利用できません。現状の OS Extension のない Cortex-M1 では svc 命令を実行すると Hard Fault 例外が発生するので、今回は、Hard Fault 例外をソフトウェア割り込みの代用として使用してみます。Hard Fault は優先順位がほかの割り込みよりも高く、緊急性の高い割り込みよりも優先されてしまいますが、このようにすれば、svc がサポートされた時点で Hard Fault 例外のハンドラを svc のハンドラに変更するだけで大きな変更が必要なく移行できます。

さらに、PendSV 例外も現状の Cortex-M1 では動作しません。Cortex-M3 用の FreeRTOS 実装では、割り込みの遅延を最小限にしながらタスク切り替えを実現するために PendSV 例外を利用しています。しかし、外部割り込みを CoreInterrupt 経由で NVIC に接続しているので外部割り込みが同じ優先順位となり、割り込みをネストすることが

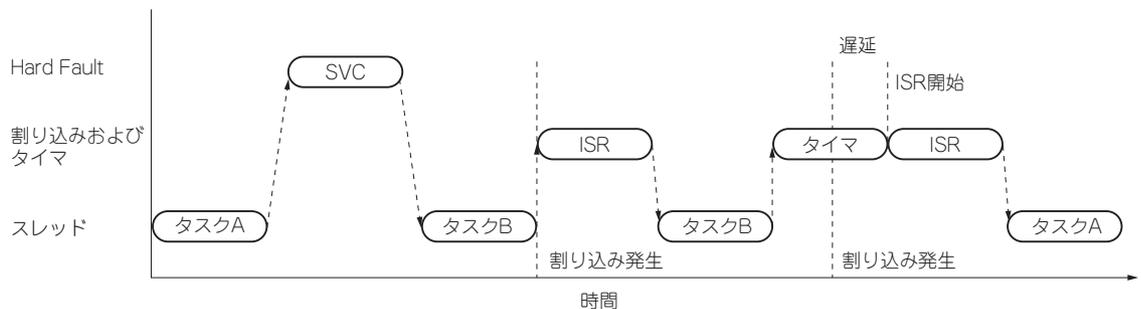


図1 割り込み処理の流れ