

第2章

機能分散型 マルチコア設計を体験する

——小型のテレビ電話端末を複数のCPUコアで実現

大牧正知

本稿では、複数のCPUコアを一つのLSIに搭載するマルチコアLSIの設計の手順を解説する。サンプルとなる設計は、テレビ電話システムである。CPUコアとして、米国Xilinx社のMicroBlazeを使用する。
(編集部)

複数のCPUを用いる並列処理は、昔からいろいろと研究されていますが、その多くは汎用コンピュータを対象にしたものでした。

実行するアプリケーションが限られている組み込みシステムは、並列処理にもっとも適した分野の一つです。しかし、実際に組み込みの分野でマルチCPUシステムが使われることは、あまり多くなかったと思います。その理由として、複数のCPUを搭載することによる部品や基板のコスト、および基板サイズの増大がいちばんの原因ではないでしょうか。

1チップに複数のCPUを内蔵するのであれば、基板のコストやサイズは問題となりません。LSIの規模が大きくなればコストアップにつながりそうですが、近年のプロセス微細化のおかげで、CPUコアを追加することによるコストへの影響は小さなものになっています。周辺機能のための

部品は、CPUが一つであったときと変わりません。特定の小規模な処理しか行わないソフトウェアであれば、開発は比較的容易であり、必要なメモリ容量も小さくて済みます。タスク切り替えといったオーバーヘッドもなくなります。ピーク性能に合わせた高性能CPUを搭載するより、機能ごとに適当な性能のCPUコアを複数使用したほうが、システム・コストを抑えられる可能性があります。

本稿では、テレビ電話端末の設計を例に、一つのFPGAに複数のCPUコアを実装する手法を解説します。具体的な実装方法を説明し、性能についても考察します。CPUコアとしては、米国Xilinx社がソフト・マクロで提供する「MicroBlaze」を用います。

1. 複数のCPUによる並列処理

並列処理とひとりでいっても、一つのCPU内に実行ユニットが複数ある場合(いわゆるスーパースカラ)から、インターネットなどのような大規模ネットワークでコンピュータ間を接続する場合(いわゆるクラスタ)まで、さまざまな



図1
負荷分散と機能分散

(a) 負荷分散

(b) 機能分散

ものがあります。ここでは、複数のCPUを一つの装置内に持つ場合の並列処理について考えてみたいと思います。

● 機能分散と負荷分散

パソコンの世界でも、すでにマルチプロセッサのハードウェアは浸透してきています。しかし、ソフトウェアの対応のほうはまだこれからという感じのようです。実際、ほとんどのパソコン用アプリケーション(ソフトウェア)は、マルチプロセッサに対応していません。対応しているのはMPEGのエンコード・ソフトウェアなど、ごく一部です。しかし、だからといってマルチプロセッサがむだというわけではありません。複数のアプリケーションを同時に動かした場合、そのアプリケーションがマルチプロセッサに対応していなくても、シングル・プロセッサのパソコンと比べて、速く実行することができます。

このように、マルチプロセッサによる並列処理は、一つのアプリケーションで複数のプロセッサを使い、処理速度を上げる方法(負荷分散)と、複数のアプリケーションそれぞれにプロセッサを割り当てる方法(機能分散)の2種類に、

大きく分けられます(図1)。

パソコンの例でもわかるように、負荷分散はアプリケーションがマルチプロセッサに対応していないといけなのに対し、機能分散はアプリケーションがマルチプロセッサに対応していなくても実装可能です。したがって、並列処理の実装は負荷分散に比べて、比較的容易になります。

● マルチタスクと機能分散

一つのプロセッサでいろいろな処理を同時に行いたい場合、マルチタスクOSを使って、処理をこまめに切り替えて実行させなければなりません。この場合、タスク切り替えごとにオーバーヘッドが発生します。組み込み機器では、ある入力に対して決められた時間内に応答しないといけないケースがよくあります。一つのプロセッサでいろいろな処理をさせていると、ある処理中にほかの処理の要求が発生して処理が遅延するなど、いろいろと問題が起こります。このため、より高い性能のCPUが要求されることになります。

処理ごとにCPUを用意すると、このような問題はすべて解決されます。CPUは一つの処理に専念できるので、タ

処理の流れ

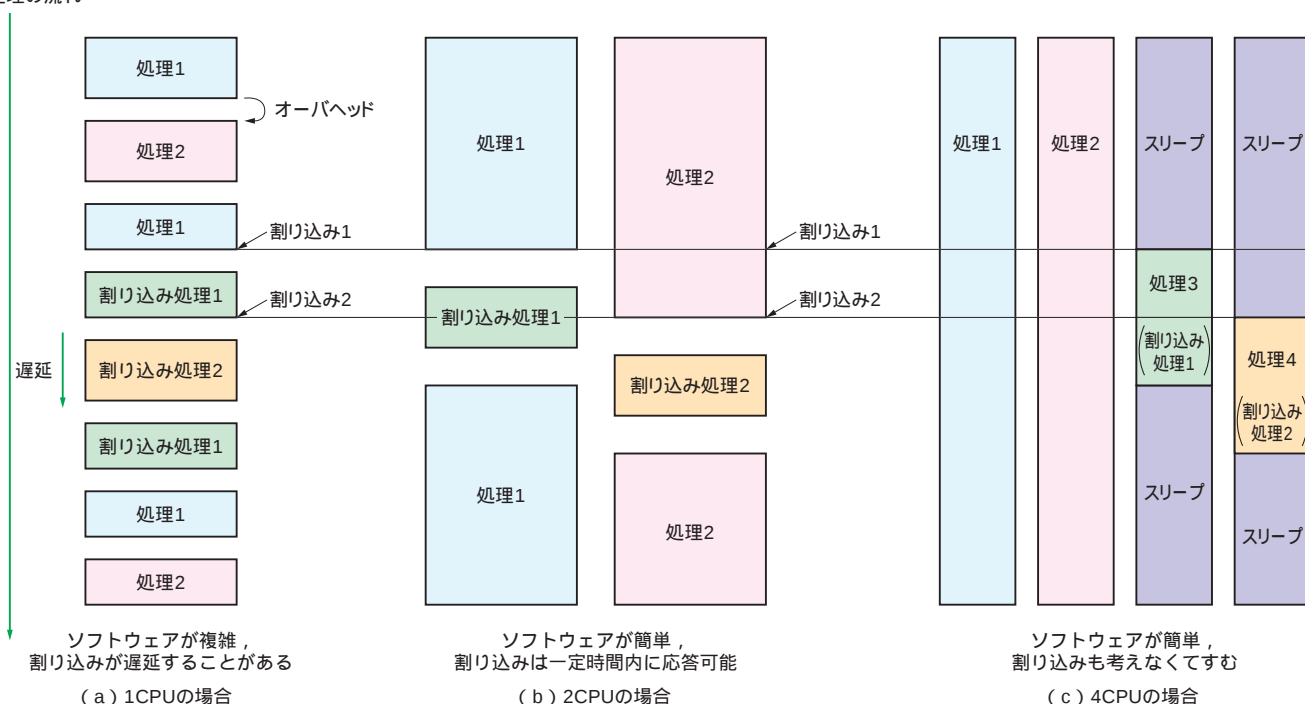


図2 マルチタスクと機能分散

二つの同時実行処理と二つの割り込み要因が存在する場合を示す。1CPUでは、一定時間ごとに処理1と処理2を切り替え、さらに多重割り込み処理も考慮しなければならない。各処理の切り替えのためのオーバーヘッドも多い。2CPUでは、あらかじめ割り当てられた処理に専念できる。それぞれ割り当てられている一つの割り込み処理だけを考慮すればよい。(c)の4CPUの場合、四つの処理を各CPUに割り当ててしまえば、処理の切り替えはいっさい起こらない。一つの処理に長い時間をかけられるのであれば、要求されるCPU性能が低くなる。