

マルチプロセッサに対応したリアルタイムOSとは

—— 機能分散型マルチプロセッサ向けに
拡張された μ ITRON 4.0仕様

本田晋也

組み込みシステム構築の基盤となる各種ソフトウェアの開発と普及推進を目的とする業界団体「TOPPERS プロジェクト」は、マルチプロセッサに対応したリアルタイムOS「TOPPERS/FDMP カーネル」を開発した。ここでは、従来のシングル・プロセッサ向けの μ ITRON仕様と異なる点を中心に、FDMPカーネルの概要を紹介する。

(編集部)

ここ1, 2年の間に、複数のCPU(もしくはDSP)を一つのチップに搭載した、いわゆるマルチコアLSIが数多く発表されています。米国Intel社の「Pentium」、米国Advanced Micro Devices (AMD)社の「Opteron」や「Athlon」、米国IBM社の「PowerPC」、米国Sun Microsystems社の「UltraSPARC」など、パソコン用やワークステーション用の主だったプロセッサでは、マルチコア化した製品が用意されています。

これらのプロセッサがマルチコアとなっている理由は二つあります。一つは並列性が必要とされる分野からの要求です。例えば、科学技術計算やサーバの用途では、複数のプロセッサを用いたマルチプロセッサ構成により処理能力を向上させる手法が一般的に用いられてきました。この用途では、一つの高速なプロセッサよりも比較的動作周波数の低い複数のプロセッサを用いたほうがメリットのある場合があります。また、マルチコアのプロセッサを用いることにより、より小さい設置面積でより多くの機能を実装できるというメリットもあります。

もう一つは動作周波数の限界です。パソコン用やワークステーション用のプロセッサはこれまで動作周波数を引き上げることで性能を向上させてきました。しかし、ここに来て動作周波数の向上に限界が来ています。そこで、プロセッサの性能(価値)を上げる手段としてマルチコア化が利

用されています。

1 組み込み機器におけるマルチプロセッサの利用

一方、組み込み機器の分野でも多くのマルチコアLSIが登場しています。例えば、米国Texas Instruments社の「OMAP」や東芝の「MeP」、英国ARM社の「MPCore」、NECエレクトロニクス社の「MP211」などです。

組み込み機器の分野でマルチコアが用いられている要因として、消費電力の問題が挙げられます。組み込み機器には、携帯電話や携帯型オーディオ機器のようにバッテリーで駆動するものが多く、消費電力の改善がそのまま商品価値につながります。この消費電力に着目すると、高速なプロセッサを一つ用いるよりも、低速なプロセッサを複数用いたほうが有利になります。

別の要因として、専用LSIによる処理の固定化の問題があります。これまで、プロセッサを利用する場合でも、負荷の重い処理は専用LSIで扱っていましたが、専用LSIは機能が固定されるため、仕様の変更には柔軟な対応ができないという欠点があります。そこで、それらの機能を複数のプロセッサで実現することにより、機能に柔軟性を持たせようという流れがあります(例えば、MePなど)。

また、マルチメディア関連の処理は、汎用CPUよりもDSPのほうが高速かつ効率良く処理できるため、汎用CPU + DSPという非対称の構成をとるものが増えていきます(例えば、OMAPなど)。

● マルチプロセッサのタイプ

ここで、本稿におけるマルチプロセッサの構成を定義し



ておきます。

対称マルチプロセッサ(SMP)は、アプリケーション・ソフトウェアから見ると、どのプロセッサも対等に見えます。この構成はパソコンやワークステーションなどで一般的に用いられています。こうしたシステムでは、複数のプロセッサを用いて、依存性のない複数の処理(例えば、サーバへのサービスの要求に対する処理など)を並列に実行します。どのような処理を実行するかは、システムの実行

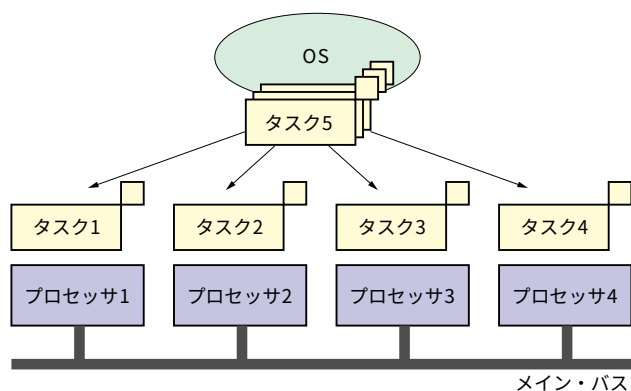


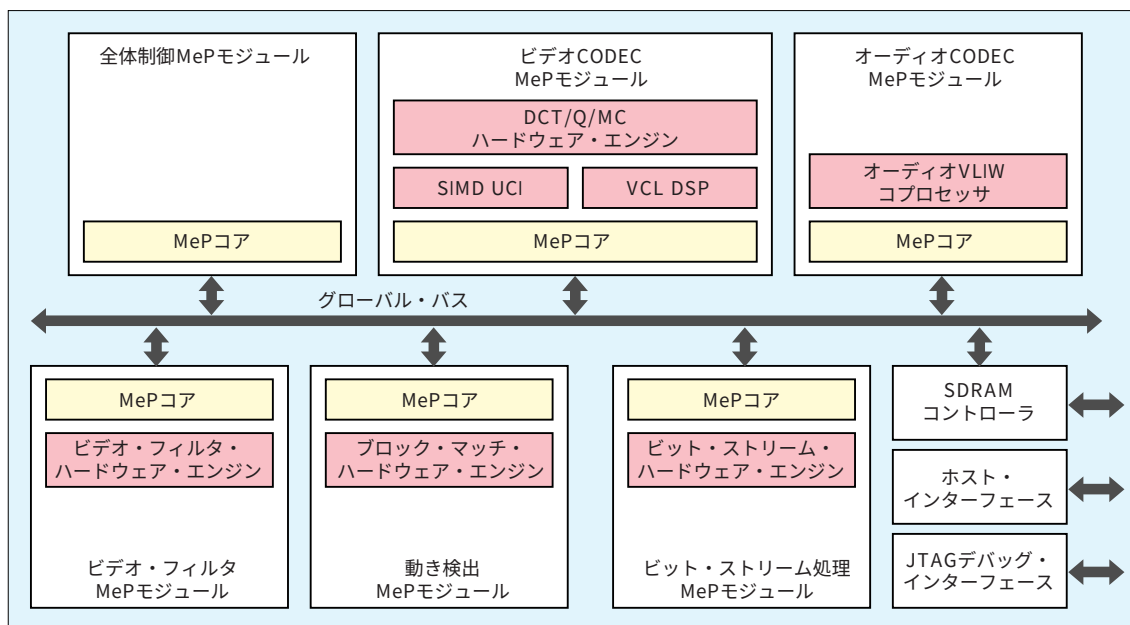
図1 対称マルチプロセッサの構成

処理(タスク)が発生するたびに、OSはそのタスクを動的にプロセッサに割り当てる。

状態にならなければわからないため、処理(タスク)が発生するたびにOSがどのプロセッサで実行するかを決定します(図1)。

一方、組み込みシステムの場合、パソコンなどと異なり実行する処理が事前にわかっているケースが一般的であるため、機能分散型のマルチプロセッサ・システムを用いることが多いと言えます。機能分散型マルチプロセッサ・システムは、プロセッサごとに実行する処理が決まっています。そのため、各プロセッサの周辺回路の構成が異なったり、前述の汎用プロセッサ+DSPのようにプロセッサ・コアの種類が異なる場合が多いようです。なお、ここでは、ハードウェア的に同じものであっても、プロセッサごとに実行する処理が異なっている構成も「機能分散型」と呼ぶことにします。

機能分散型マルチプロセッサの例として、図2に東芝のMePを用いたMPEG-2 CODEC LSIを示します。各プロセッサ・モジュールは、アプリケーションに応じて最適化されており、プロセッサ・コアであるMePコアと専用ハードウェアによって構成されています。そして、それぞれのモジュールで行う処理に応じてコアや専用ハードウェアの構成が異なります。



DCT: 離散コサイン変換 Q: 量子化 MC: 動き補償 UCI: ユーザ・カスタム命令
SIMD: single instruction multiple data VLC: variable length coding VLIW: very long instruction word

図2 機能分散型マルチプロセッサの例

機能分散型マルチプロセッサの典型的な例として、東芝のMePを用いたMPEG-2 CODEC LSIを示す。このLSIは六つのMePモジュールから構成されている。各MePモジュールの機能は固定されており、それぞれプロセッサ・コアであるMePコアと割り当てられた機能のための専用ハードウェアを内蔵している。