

5ZA-06 計算機MP406のオペレーティングシステムの実装

村永宜之

電気通信大学 情報工学専攻

1 はじめに

¹ 複数のプロセッサを持つ計算機のCPUを有効に使用するためには、オペレーティングシステムでいかに効率よくプロセスをCPUに割り当てるかが問題となってくる。また、外部からの割り込み処理とプロセスの割り当てのバランスをどのように取るかも重要となってくる。

今回は2つのCPUを持つ共有メモリ型計算機であるMP406のオペレーティングシステムを実装を行なったので、ここでその概要を報告する。

の機構は、ユーザーモードからのシステム領域へのアクセスの制限以外は実装されていない。

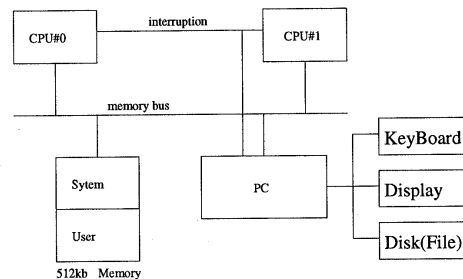


図 1: MP406 の構成図

2 システムの概要

MP406は、2台のRISCプロセッサrj406をCPUとして持ち、高速なSRAMによる512Kバイトのメモリを2CPUで共有している計算機である。さらに、外部にPCを接続しており、このPCは各CPUへの割り込みとメモリへのアクセスが可能である。したがって、入出力は、PCからMP406のメモリに対して読み書きを行なうことによって実現することが可能となっている。ハードウェア割り込みについては、PCから各CPUへの他にCPU間で相互に割り込みをかけることが可能となっている。PCからの割り込みともう一方のCPUからの割り込みの判別は、割り込みフラグの参照によって可能となっている。

バス動作速度はCPUの動作速度の2倍速となっているため、2台のCPUが1クロックでメモリへのアクセスを行なうことが可能となっている。

なお、ハードウェア的にメモリ管理を行なうため

今回実装するオペレーティングシステムにおいては、プロセス制御、メモリ管理、入出力管理の処理はユーザープログラムからのシステムコールと、PCからの割り込みをトリガにして行なうものとする。また、内部処理はCPU別に使用する変数へのアクセスの部分以外は2CPUでコードを共有する、SMP方式を採用した。プロセスのCPUへの割り当てについては、ループによるプロセス割り当て待ちルーチンをスケジューラ内に持たせて、実行するプロセスが割り当てられていないCPUは、このルーチンで実行待ちのプロセスが出てくるのを待ち、実行が終わった後プロセスキューに実行待ち状態のプロセスが無くなったら、このルーチン内で実行待ちのプロセスを待つことによって、複数のプロセスの同時処理を可能としている。なお、内部の変数アクセスの際にはPetersonのアルゴリズムによる相互排除を用いることで、同じ変数への同時アクセスを防いでいる。

ユーザープロセスのメモリサイズについては、exec

¹ A Imprementation of Operating System on MP406
NoriyukiMuranaga
University of Electro-Communications
1-5-1,Chofu-ga-oka,Chofu,Tokyo,Japan

システムコールを使用した場合を除いて実行中にメモリサイズが動的に変化しないものとした。再配置については、メモリアクセスに関する命令でアドレスを計算する際にベースポインタの値を足すことによって実現した。

実装に当たっては、rj406用のアセンブラであるRASMの改良版を使用した。

3 割り込み処理

割り込み処理では、PCならびにもう一方のCPUからのハードウェア割り込みと、ユーザープロセスからのTrap命令を含めたソフトウェア例外、並びにバスエラーの処理を行なう。

4 プロセス制御

プロセス制御は、スケジューラとプロセス関連のシステムコール処理によって構成される。

スケジューラは、空きCPUに対するプロセス割り当てを行なうルーチンと、タイマー割り込みによって発生するスケジューリングの実行を行なうルーチンとで構成されており、スケジューリング方式にはラウンドロビンを採用している。スケジューリングには、プロセスの優先度は設けていないが、これはカーネルは常に最優先で動作するためユーザープロセスに対して優先度を設ける必要がないということと、スケジューリングの際に優先度の判定を入れることによってスケジューリングに要する処理時間が長くなってしまふことを避けて、その分の処理時間をユーザープロセスの処理時間に当てることとしたためである。

マルチプロセスに関して、1つのプログラムが同時に複数の処理を行なう場合は、forkで子プロセスを生成するよりも、親プロセスとメモリを共有するスレッドを生成した方が、メモリ効率も実行速度も有利であるという考えからスレッドも採用した。実

装はシステムレベルでの実装として、プロセス管理上はプロセスとまったく同様に扱うようにした。

プロセス関連のシステムコールでは、プロセス並びにスレッドの生成と終了、プロセス間通信、プロセスIDの取得、中断と再開をサポートしている。

5 メモリ管理

メモリ管理では、ユーザーに割り当てるための空き領域の管理のみを行なう。したがって、ユーザープロセス内で動的なメモリ確保を行なう場合には、スタック領域から確保する必要がある。

メモリ保護については、主記憶のうち先頭の256KByteをシステム領域として、ユーザーモードでのアクセスを行なうとバスエラーを発生させる機能がMP406に実装されているため、この機能を利用してユーザープロセスからのシステム領域の保護を行なっている。ユーザープロセス間のメモリ保護は、メモリ管理機構がハードウェアに実装されていないため行なっていない。

6 入出力管理

入出力は、PCでファイル管理機能を持った入出力機器のエミュレーションを行ない、PCへの入出力要求と応答のやりとりを主記憶上に設けたポートを介して行なっているため、自由度の高い入出力が可能となっている。

参考文献

- [1] 内藤ほか, "共有メモリ型2CPUシステムMP406について", 情報処理学会第56回全国大会講演論文集, 1-157, 1998
- [2] 大林ほか, "マイクロプロセッサrj406の実装", 情報処理学会第50回全国大会講演論文集, 6-5, 1995