

# FMMにおける動的なグループ構成のためのPU管理

2G-4

渡壁 健, 岩根 雅彦  
九州工業大学

## 1. はじめに

FMM(Flexible Mesh-network Multi-microprocessors)は、格子結合および共有バス結合したPUをいくつかのグループに分け、それぞれのグループでMIMD型処理、またはマクロSIMD型処理、あるいはMIMD/マクロSIMD融合型処理を独立に実行させることができる並列処理計算機である。

ここで、MIMD型処理とは不均一で個々の処理が高い独立性をもつ処理を指し、マクロSIMD型処理とは画像処理などの格子結合を利用した均一な処理のことである。また、全体的にはMIMD型処理のように動作しているが、その中でマクロSIMDのサブグループが、あたかも1つのPUのように動作するものをMIMD/マクロSIMD融合型処理と呼ぶ。これらの機能を実現し、APで有効に使用するためには、ハードウェアを管理、制御し、APへのインターフェイスを提供するシステムソフトウェアが必要不可欠である。本稿ではFMMにおいて、それらをどう実現するかについて述べる。

## 2. オペレーティングシステムの構成

FMMのオペレーティングシステム(OS)は、大きく分けてHC側の拡張MSDOS(MSDOS Extention: DOS Ext.)とPU側のPUモニタの二つの部分で構成されている。

DOS Ext.は、DOS本来の機能に加えてFMMに必要な、プロセス制御、PU管理、リアルタイムモニタ(RTM)で構成されており、これら拡張機能は一種のDOSアプリケーションの形でDOSに付け加える。PUモニタは、主にHCやICPとのインターフェイスと、PU管理/制御に分けられる。DOS EXT.は、HC内の全てのプロセスや、PUからのサービスリクエスト等の原因によるICPからの割り込みを並行に処理するために、イベントドリブン型のマルチタスクOSとして機能する。各プロセスの実行切り換えや、DOSの機能を一度に複数のプロセスが使用しないように監視する部分をRTMで処理する。

HC内のプロセスの管理は、プロセス制御が行う。各々のプロセスの情報は、プロセスコントロールブロック(PCB)を用いて管理する。また、プロセス管理に伴って、HC内のメモリ管理も行う。

また、PU管理では、APからのPU取得要求に対し

て適切なPUを取得し、グループ構成情報の管理を行い、PUにプログラムをロードし実行させる。

その他に、マルチタスク化に伴うDOSの代替機能、プロセス間通信のためのメールボックス機能、APから拡張機能を使用するためのインターフェイスを提供する部分等がある。

PUモニタでは、APインターフェイスと、PU管理があり、APはこれらを使用することになる。APがPUモニタを介して各種機能を使用することで、後述する、物理PUと論理PUの違いを吸収している。また、ここではローカルメモリの管理やPU内プロセスの管理も行う。

## 3. プロセス管理

プロセス管理は、PCBを用いて行われる。PCBは、現在のプロセスの状態によって、実行中リスト、待機中リスト、イベント待ちリストにリンクされる。プロセスの状態遷移を図1に示す。

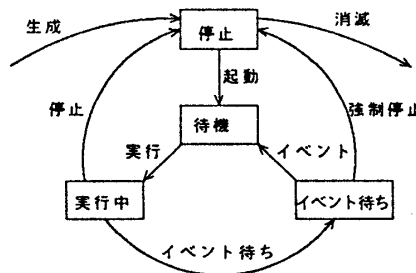


図1 プロセスの状態遷移

実行中プロセスの切り換えは、(1)何らかのイベントが発生する、(2)実行中のプロセスがイベント待ちになる、(3)実行中プロセスが終了する、のいずれかの時に行われる。プロセスを実行する様子を図2に示す。

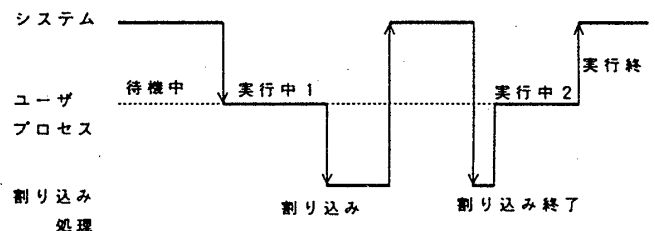


図2 プロセスの実行状態

4. PU管理

拡張機能の中で、最も重要になるのがPU管理である。FMMでは、PUを資源と考え、8×8の64個のPU資源を効率よくグループに分配、管理する方法が必要である。ここでは、各PUの使用、未使用を表すPUテーブルと、各PUの情報を保存しているPUコントロールブロック(PUCB)によるものを説明する。PUテーブルとPUCBのリスト状態を図3に示す。PUCBは、空きPUリスト、実行中リスト、イベント待ちリストを構成し、HC内で物理PUを管理する。

MIMD型処理の場合、最初にグループを構成するPUは1個である。後でPU取得要求を出すことによって、1個ずつPUを増やすことができる。このとき、PUからの取得要求に対してHCは、PUテーブルを参照して、未使用のPUを一つ選択する。それに対して、マクロSIMD型処理の場合、N×N個のPU取得要求を出すこ

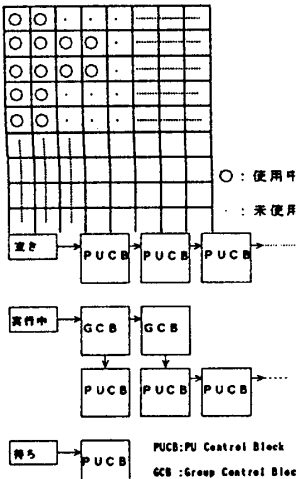


図3 PUテーブル(上)とPUCBのリスト(下)

とになる。HCは、PUテーブルを参照してN×N個の空きPUを探し、グループに割り当てる。しかし、空きPUの個数はあるのに、必要な大きさを確保できない場合、ユーザーの選択によって、PU取得失敗のエラーを返すか、次に述べる方法を試してみるかの2通りがある。

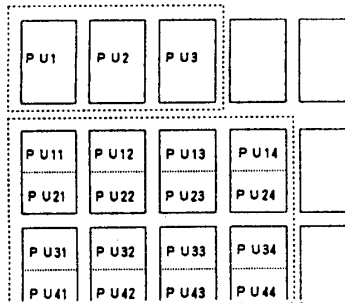


図4 PUへの複数割り付けの例

FMMではN×N個のPU取得要求が満たされない場合、1つの物理PUに同一グループ内の複数の論理PUを割り付けることによって、N×N個のPUが取得できたように見せることができる。図4に4×2個の物理PUに、4×4個の論理PUを割り付けた状態を示す。何も指定がなく、確保のための十分な大きさがある場合

は、DOS Ext.が、物理PUと論理PUを1対1に対応させた割り付けを行う。いずれの割り付け方法にしても、論理PU情報は、割り付けられた物理PUに対応するPUCBで管理を行う。このような方法をとることで、物理的には8×8のPU空間をより大きく使用することができ、マクロSIMD型動作時でのPU取得要求の成功率をより高くすることができる。

5. PUモニタの概要

PUモニタは、APへ各種サービスのためのインターフェイスを提供する。PUからの、ディスクやコンソールへの入出力は、PU自身が周辺装置を持たないため、HCへサービスコールを発行することによって行う。APは、リクエストコントロールブロック(RCB)を作成し、サービスに必要なパラメータを準備してSVCCを発行する。SVCCは、モニタを経由し、モニタはRCBからサービスの内容を解釈しモニタで行えるサービスなら、そこで実行する。もし、必要なら新しいRCBを作成しHCへSVCCを発行する。図5にAPが発行したSVCCの処理手順を示す。

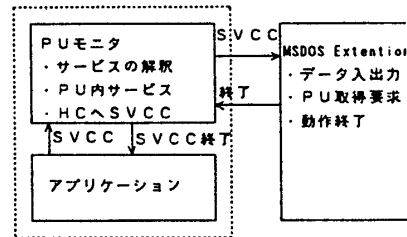


図5 PUモニタのSVCCの処理

またモニタは、論理PUと物理PUの違いを吸収する役割も持っている。モニタは自分に割り付けられた論理PU情報を管理し、APから発行される同期命令やデータ転送命令等の、同一グループのPUに関係する機能について、適切な前後処理を行い論理PUと物理PUのギャップを吸収する。従って、PU側のAPは、物理PUに複数割り付けされていることを意識せずに作成できる。

6. むすび

FMMのシステムソフトウェアについて、PU管理を中心にその概略を説明した。本システムはグループ化を伴ったMIMD/マクロSIMD融合型処理が実行できるマルチマイクロプロセッサ並列計算機のテストベッドとして開発中である。

謝辞 本研究の遂行に際し御助力を頂いている(株)東芝北九州工場の方々に深謝します。

参考文献

1.R.Duncan:A Survey of Parallel Computer Architecture, Computer, pp5-16, Feb, 1990  
2.H.J.Siegel et al:PASM: A Partitionable SIMD/MIMD System for Image Processing and Pattern Recognition, IEEE Trans, computer, pp934-947, Dec, 1981