

5B-3

SAMD 計算機とその結合方式

鈴木 達郎 田中英彦 元岡 達

(東大 工学部)

§0 はじめに

並列度の十分高い(100台程度)システムを実現するための処理方式及び制御方式として SAMD 計算機を提案する。パイロットモデルを試作して、正しく動作することはすでに確かめたので(文献1,2)現在20台程度のマルチプロコンピュータ(2-80)を用いたシステム, TOPSTAR (Tokyo Univ. Pipeline SAMD Transaction Architecture) を設計し, 製作にとりかかっている。

今回は, システムの結合方式を中心に, TOPSTAR の構成及び動作について報告する。

§1 SAMD 処理

§1-1 SAMD とは

SAMD とは Single Algorithm - Stream Multiple Data - Stream の略で, アルゴリズムの構成は図1.1のようになっている。これを複数のデータの流に対応して表現すると図1.2のようになる。即ち, SAMD の定義は、

全体は一連のアルゴリズムから成り, 各アルゴリズムは複数のデータの流を持つ。その並列度はアルゴリズムごと及びデータごとに変化してよい。

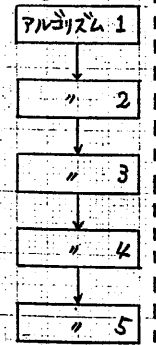


図1.1

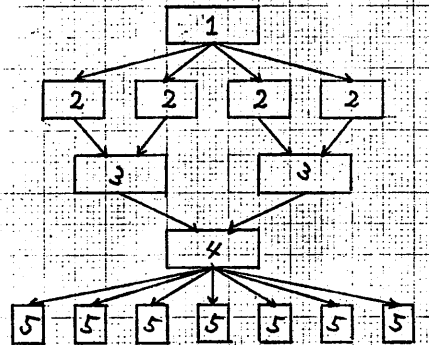


図1.2 SAMD 処理

§1-2 パイプライン化と data-driven はスケジュール

図1.2の処理構造にデータが連続的に流れ込む場合, これをパイプライン的に処理することができる。

このとき図1.2は data flow を表わすと同時に control flow でもあるので, これを data driven にスケジュールすることで大規模な並列度を実現する処理を行なうことができる。これを(パイプライン)SAMD 処理という。

§1-3 自由競争制御方式

data driven でスケジュールされる各タスクは, (algorithm, data) pair と呼ばれる形でキューにつながるが, これらは各プロセッサの自由競争で取り込まれ, 必要に応じて作成される。即ち, 自由競争制御方式とは、

- (1) アイドルになったプロセッサは自分で次の (algor., data) pair を探す。
- (2) タスクが終了するときに, 同期カウンタの値に応じて必要ならば, 関連したデータをまとめて, 適当な (algor., data) pair を作成する。

この自由競争により, 全体として時間のかかる部分に自然に多くのプロセッサが集中し, パイプラインが能率よく流れて行く。これは一種の可変構造パイプラインであるが, その様子は, シミュレーションで確かめている。

§2 SAMD 計算機

SAMD 処理方式を実現するアーキテクチャーを持つ SAMD 計算機 (TOPSTAR システム) の構造は以下のようになっている。

§2-1 結合方式

SAMD 計算機はメモリ共有形のマ

ル4プロセッサであり、多数のPM (Processing Module) とMM (Memory Module) から成る。PMとMMは互いに図2.1のように結合される。これは空間分割形部分結合方式で、結合制御はPM側で行ない、アクセス競合はMM内で解決する部分分散制御方式である。

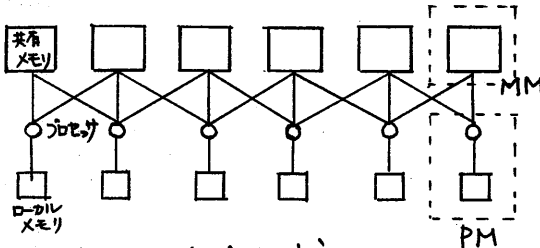


図2.1 結合方式

§2-2 DMA結合

1組のPM, MM間は図2.2のようにDMA結合されており、アルゴリズム及びデータは2つのモジュール間とDMAでブロック転送される。これは2回のDMA通信により実現する。

(1) 1次DMAはPMからMMに対するアクセス要求で、目的のアドレス、バイト数、R/Wの区別などをプロセッサ側からメモリ側の固定領域へ送る。

(2) 2次DMAは1次DMAによる情報を用いて本当のメモリアクセスを行なう

このとき2つのDMAコントローラは図2.3のように同期を取る。(データの転送速度は1 byte/4 clock, 1 clock = 2MHzである。)

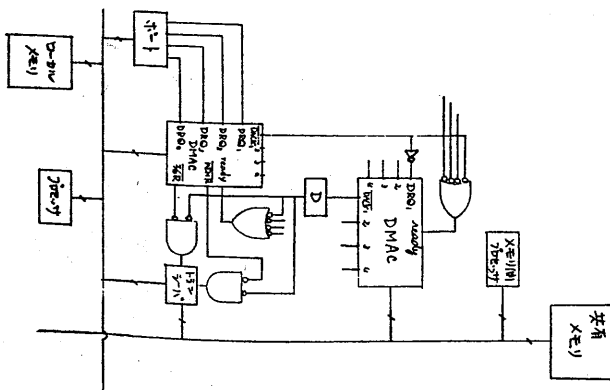


図2.2 DMA結合

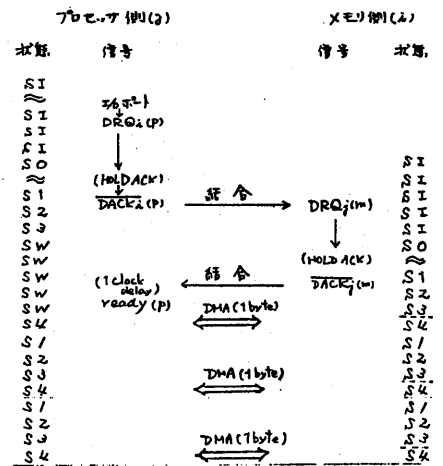


図3.3 DMA Cの同期 (DMA Cはインテル8257で、図3.3はその内部状態遷移を表わす。)

§2-3 メモリ管理

MM内のプロセッサはDMA Cの管理などを行なうが、一般に知能的メモリとして見る事ができ、アクセス競合の解決、Critical Sectionの設定、同期カウンタの更新、スケジュールキュー操作などを容易に実現することができる。

§3 応用ソフトウェア

SAMD計算機の応用として印刷漢字認識について詳しく検討した。そのシミュレーションの結果、128x128画素に対して、150台程度の並列度が得られた。また、Sortingや組合せ問題、ゲームなども良い応用分野であるが、ソフトウェアについては別の機会に改めて報告する。

§4 結論及び今後

以上に述べた構成により100台程度の規模で有効に動作できる見通しがあったが、今後はTOPSTARを製作し、その上にソフトウェアを乗せて具体的な動作を通じて、並列アルゴリズムの検討なども行ないたい。

<参考文献>

- (1) 鈴木達郎 「パイプライン式SAMD計算機とその漢字認識への応用」 東京大学修士論文 昭和52年度
- (2) 鈴木田中, 元岡 「パイプライン式SAMD計算機とその漢字認識への応用」 信学技報 EC 78-2