

2J-7

データフローマシン "TOPSTAR" の 制御方式とその評価

鈴木達郎 田中英彦 元岡 達
(東大 工学部)

§ 1. データフロー計算機とは、

データフロー計算機とは、従来のコントロールフローに対して、「データ依存性」という中心概念を用いて、データの流れるによって制御を行なう計算機ということが出来るが、これが注目されている理由は、現在の計算機システムにおけるいくつかの問題点の解決方向が(偶然に?)一致した点に存在していたということである。

その問題点とは、

- (1) Von Neumann 型計算機の欠点
- (2) ソフトウェア危機
- (3) 大規模(並列)システムの制御法の3つを挙げることが出来る。

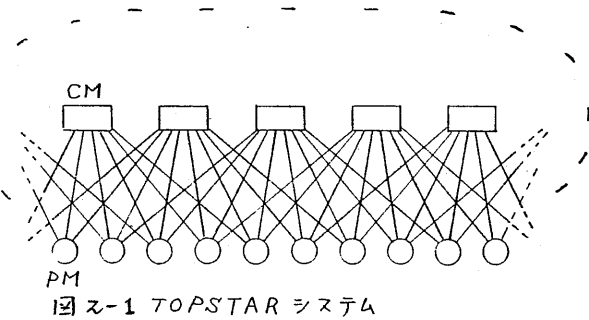
(1)に関しては、本来順序関係のない処理単位までも強制的に一次元化する(プログラムカウンタに対応)、及び、CPUと記憶とのやりとりの効率の悪さ(所謂 Von Neumann ボトルネック)を解消することがあり、

(2)に関しては、これまで、構造化、抽象化ほどの手法が取られて来たが、その底を流れる思想は、副作用の防止と制御構造の単純化である。データの流れると「依存性」として明確に表現し、それによって処理を制御するデータフローは、この考えを最も押し進めたものと言うことができる。

(3)に関しては、これまでの大規模な集中制御には限界があり、これに対して、局所的な情報のみを用いる分散制御の基本原則として、データフロー制御を考えることができる。

§ 2. TOPSTAR システム

我々の研究室で開発した、プロシミュレーブルなデータフロー計算機TOPSTARは図2-1の様な構造を持つ、ている。



ハードウェアの特徴をまとめると、次の様になる。(詳しくは文献参照)

- (1) モジュール構成
ペトリネットの"place"と"transition"に対応して、CM, PMの2種類のモジュールから成る。
- (2) オーバーラップした部分結合
- (3) DMAによる、メモリ対メモリのデータ転送
- (4) LSIの活用

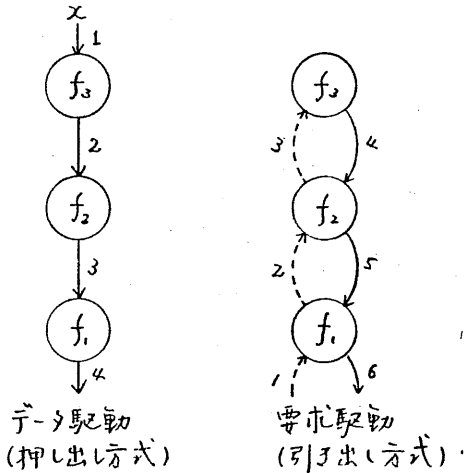
現在、CM2台、PM3台からなるTOPSTAR-Iが動作しており、以下の各制御方式や応用プログラムはその上に実装されている。さらにCM8台、PM16台から成るTOPSTAR-IIを製作中である。

§ 3. 制御方式

一般に「データ依存性」による制御方法には、データ駆動型と要求駆動型

の二種類がある。TOPSTAR システムでは、その両方を独立に実装したので、その比較も含めて以下に簡単に紹介する。

〈データ駆動 v.s. 要求駆動〉



データ駆動型としては、ベトリネットに対応させたシステムプログラムがあり、応用として、論理回路シミュレータが動作している。また要求駆動型としては、並列 (pure) LISP システムが動いている。これらを実装した経験では、制御プログラムにかよりの違いが感じられた。例えば、データ駆動方式ではデータパス (リンク) が固定で、コマンドを用いてフローコントロールを行なうが、要求駆動方式ではデータパスは動的に生成され、フローコントロールは通常のスタックと同じで、オーバーフローすればエラーとなる。また必要なものだけを実行する lazy eval などの実装方式も異なってくる。

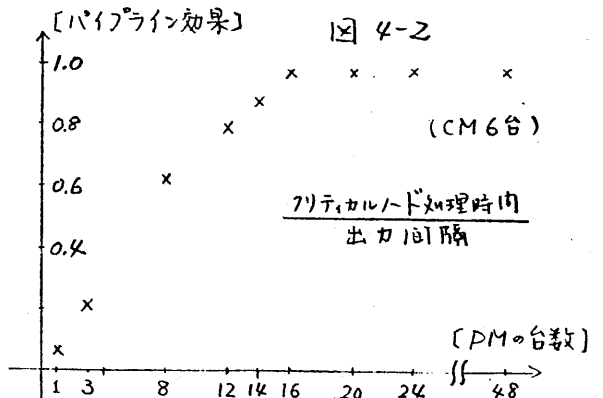
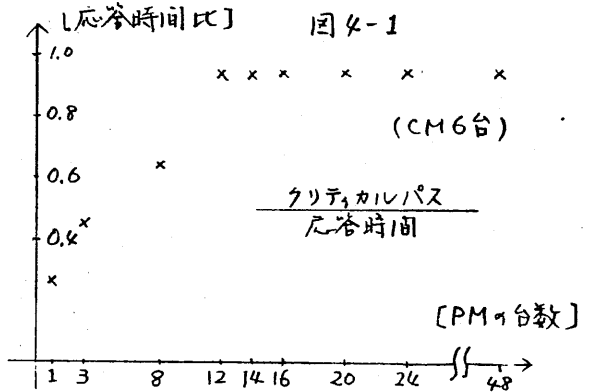
§4. TOPSTAR システムのシミュレーション

現在用いられているのは、データ駆動方式システムプログラム version 1 の上で動作するものに限定されている。

シミュレーションプログラムは、GPS 記述されており、CMには facility, PMには transaction をそれぞれ対応させた。

時間データは、DMA の通信時間とプログラムのステップ数から計算した。シミュレータへの入力は、応用データフロープログラムのノード接続関係をマトリックスで表現し、さらに関数の形で、プロシージャごとに、プログラムの転送時間、データ転送時間、プロシージャ処理時間を入力する。

これを用いて、24ノードの並列マージソートプログラムについてシミュレーションを行なった結果が、図4-1, 4-2である。



〈参考文献〉

- 元岡他, 「SAMD 計算機, ~ A High Level Data Flow Machine」, 情報, アーキテクチャ研 34-1, 1979
- 鈴木, 元岡, 「データフロー計算機の制御と評価」, 情報, システム解析制御研, 8-1, 1980 2月