

3J-4

# 連想プロセッサ DREAM-II による 2値画像前処理

高橋 秀明 · 上森 明 · 後藤 厚宏 · 元岡 達  
田中 英彦 (東京大学 工学部)

## ①はじめに

マルチモジュール構成連想プロセッサ DREAM-II は、パターン処理、連想処理などに有効と思われる処理機能をハードウェアで実現している。

また、モジュール間のデータの転送のためにモジュール間シフトを設け、ホストとの間のデータの転送には特別の転送命令を設けている<sup>①</sup>。

DREAM-II のハードウェア処理機能の評価のために、応用として2値画像前処理をとりあげた。

また、その処理能力を定量的に評価するために、従来の汎用ミニコンと比較して、評価、検討を行なった。

実際に応用プログラムを書き、処理速度の向上について結果を得たのでここに報告する。

## ②処理速度の比較

比較評価の対象としたのは、パナファコム U-300 である。

U-300 は、データ長が16ビットで、主記憶の容量が64KBの汎用ミニコンである。

DREAM-II でハードウェアで実現されている処理機能について、ビット処理機能を中心にして、U-300 でアセンブラプログラムによって同じ処理を記述して、その実行時間を比較した。DREAM-II の動作の記述は、マイクロプログラムで行なった。

U-300 の命令実行速度は、レジスタメモリ間加算 (Add X, R) で、3.27  $\mu$ s である。DREAM-II のマイクロプログラムでは、1  $\mu$ s である。

DREAM-II のハードウェア処理機能で特徴的なものには、以下のものがある。

③ 2次元アクセス — 行方向、列方向いづれの方のアクセスも、同一時間で可能な2次元記憶 (Two-Dimensional Access Memory TDAM) である。

④ バレルシフト (Barrel Shift) — 1 マイクロサイクルで任意のビット数のサイクリックシフトを行うものである。

⑤ バブルロジック (Bubble Logic, BL) — 右端へ1のビットを掃き寄せるものである。

⑥ プライオリティ・エンコーディング (Priority Encoding, PE) — 最左端の1のビットを検出して、そのビット位置を出力するものである。

これらの機能の処理速度の比較結果を表1に示す。

	DREAM-II	U-300	速度比
2次元アクセス (ビット512アクセス)	1 $\mu$ s	800 $\mu$ s	800 倍
バレルシフト	1.5 $\mu$ s	4.86 ~ 63.15 $\mu$ s	3.2 ~ 42.1 倍
バブルロジック	0.5 $\mu$ s	40.53 ~ 54.53 $\mu$ s	81 ~ 109 倍
プライオリティ エンコーディング	0.5 $\mu$ s	46.17 ~ 79.81 $\mu$ s	8.3 ~ 159.6 倍

どの処理とも、大きな速度向上が認められた。これは、U-300 ではビットごとの処理の並列性がなく、マスク、シフトの動作をくり返していることによると考えられる。

次に2値画像前処理に適用した場合について比較してみた。ここで取りあげたのは、平滑化、拡大、縮小、回転である。

処理するデータは、あらかじめメモリにロードされているものとする。

処理速度の比較結果を表2に示す。

表 2

	DREAM-II	U-300	速度比	補正速度比
平滑化	28 ms	4.75 s	170 倍	13 倍
拡大	a) 1.85 ms	12.8 ms	6 倍	0.46 倍
	b) 1.85 ms	193 ms	103 倍	7.9 倍
縮小	a) 0.2 ms	1.2 ms	6.5 倍	0.5 倍
	b) 0.2 ms	181 ms	905 倍	69 倍
回転	4.5 ms	416 ms	93 倍	7 倍

それぞれについて検討してみる。

i) 平滑化

処理は次のように分けられる。

- ① 3x3 の窓の近傍点を取出して二次元にひきのぼす。
- ② ビット数カウントと結果のセット。
- ③ その他の処理

① の処理には、二次元アクセスが有効で、② の処理には、BL, PE の機能が有効であった。各処理の割合は、DREAM-II では、① が約 8 割、② が約 2 割である。U-300 では、① が約 5 割、② が約 5 割であった。

速度比は、DREAM-II が 4 台のモジュールが並列動作していることと、命令実行時間の差を含めて考えても約 13 倍となり、処理速度の向上が認められた。

ii) 拡大

処理は、次のように分けられる。

- ① 行番号から移動先の行番号を計算する。
- ② 行を移動させて、その間を埋める。

表 2 の a) の場合は、ワード単位のデータアクセスだけで処理できる方向への拡大であり、①、② の処理とも DREAM-II の特別な処理機能は必要でない。

表 2 の b) の場合は、ビットスライスのアクセスが必要である方向への拡大で、② の処理に二次元アクセスが有効であった。

平滑化と同様に考えた場合の補正速度比は、a) の場合 0.46 倍、b) の場合 7.9 倍となり b) の場合のみ処理速度の向上が認められた。

iii) 縮小

データを行または列ごとに縮小率に応じて間引く処理を行なっている。

拡大の場合と同様に縮小する方向によって a), b) 2通りの場合が生じる。

速度比についても、並列動作、命令実行速度の差を考慮して、a) の場合 0.5 倍、b) の場合 69 倍となり b) の場合のみ処理速度の向上が認められた。

iv) 回転

処理は、縦方向、横方向のシフトを組み合わせて実行しており、次のようにあけることができる。

- ① アドレスからシフト量計算
- ② 連結シフト
- ③ データの読み出し、結果の書き込み。
- ④ データの読み書きに、二次元アクセスが有効であった。

処理時間の差の大部分は、③ の処理時間に負っている。

速度比については、i) と同様に考えると、約 7 倍となり処理速度の向上が認められた。

マルチモジュール化とデータ転送について

DREAM-II は、マルチモジュール構成で SIMD 型動作をしているが、2値画像前処理の応用に対しては、モジュール間連結シフトによって、マルチモジュール化のオバヘッドが取りのぞかれている。また処理すべきデータの転送については、転送と処理のパイプライン化<sup>[1]</sup>によってそのオバヘッドが取りのぞかれた。

[3] まとめ

i) DREAM-II, U-300 のそれぞれのプログラムを書き、DREAM-II の特別な処理機能が有効であることが認められた。

ii) 2値画像前処理(平滑化、拡大、縮小、回転)に適用した場合、DREAM-II の特徴的処理機能を用いている場合には、かなりの処理速度の向上が認められた。

iii) DREAM-II は、データをビットごとに処理する応用に有効である。

参考文献 [1] 後藤、大和、上森、元岡：多重モジュール構成型画像処理装置 DREAM-II のハードウェア設計、信学会 EC79-64