

並列画像処理装置FP<sup>3</sup>における

7T-6

画像処理形態

金子 正秀

小池 淳

羽鳥 好律

国際電信電話(株)上福岡研究所

1. まえがき

マイクロプロセッサの性能の向上に伴ない、画像処理の分野でもマルチプロセッサを用いた実用装置の開発が現実的なものとなってきている。このような状況下では、並列処理等を始めとした多様な画像処理形態に対応した処理アルゴリズムの開発・実行を効率良く行なえる様な実験用ツールが望まれる。筆者らは、このような観点から、マルチマイクロプロセッサと分散画像メモリを有した柔軟性のある並列画像処理装置FP<sup>3</sup>(Flexible Parallel Picture Processor)を開発した<sup>[1]</sup>。本論文では同装置の構成概要、及び具体的な画像処理形態について述べる。

2. 並列画像処理装置FP<sup>3</sup>の構成概要

本装置の全体構成を図1に示す。プロセッサ部については、32bit 汎用マイクロプロセッサ(MC68020)と浮動小数点演算用コプロセッサ(MC68881)の組合せを用いている。GPE(Global PE)、UPE(Upper PE)、及び8台のPE(Processor Element)を階層構成に配している。なお、画像処理用VLSIをPEと同じレベルで利用可能である(但し、未実装)。

次に、ビデオ系及び計算機系からのアクセスが可

能な画像メモリとして、各PEに共有される共有メモリ(CM: 16MBx3バンク)と、各PE毎に用意されたローカルメモリ(LM: 2MBx2バンク、[A, B])とがある。LM中のバンクA、Bに対しては、PE、CMからの柔軟なアクセスが可能である。PEからLMへのアクセスは、特定の配列名を指定することにより直接行なわれる。なお、各PEは対応するLMだけでなく順次隣接したLMに対しても直接アクセスすることができる。

この他、プロセッサ間での情報の授受のため、通信共有メモリが用意されている。

3. 画像データの転送

ビデオレート(16.11M画素/秒の速度)での画像転送形態として以下のものを用意している。この他、VAX11/780とCMとの間でDMAによる画像データの転送が可能である。

(1) CM→LM: (a) 放送モード: CM内の画像データを全てのLMに一齐に転送。(b) 個別モード: 転送先LMを指定して転送。

(2) LM→CM: (a) 分割処理時: 各PE毎に処理結果のみをCMに転送。各LM毎に独立に転送処理を行なう場合[(a)-1]と、LM毎に読出しラインを連続的に切換

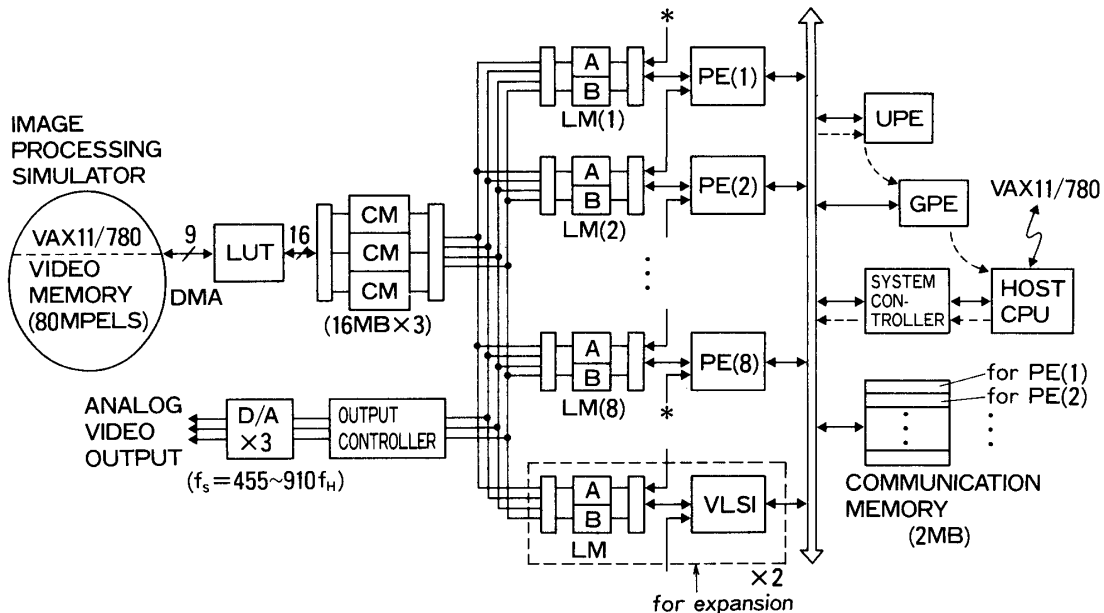


図1. FP<sup>3</sup>の構成概要 (---→は階層処理時の制御の流れを示す。)

Various Types of Picture Processing Realized by Flexible Parallel Picture Processor : FP<sup>3</sup>

Masahide KANEKO, Atsushi KOIKE, and Yoshinori HATORI

KDD Kamifukuoka R&D Laboratories

えて  $n$  台の LM に分散している処理結果を  $16.6ms^*$  で転送する場合 [(a)-2] と、いずれも実現できる。(b) 全画面処理時：指定された LM 内の指定された画像を CM 内の指定された場所に転送。(c) 矩形領域の転送：各 LM 毎に別個に設定された矩形領域内の画像データを CM 上の 1 枚の画像中の所定の場所にはめこむ形で転送。各 LM 中の矩形領域について  $16.6ms^*$  で転送できる。[\*：転送ライン数が 256 以下の場合。257 ライン以上の場合には 2 回に分けて転送。]  
(3) LM $\leftrightarrow$ LM：指定された LM 間で指定された画像データを転送。

#### 4. 画像処理形態

##### 4.1. 並列処理

(1) 画面  $n$  分割処理：画面を  $n$  分割して、各 PE で分割画面を処理する。

(前準備) 処理プログラムはホスト計算機上で開発され、実行プログラムの形で各 PE にダウンロードされる。各 PE 毎の処理範囲についてはパラメータの形でホスト計算機から与えられる。

(処理) ① PE のセットアップ：システム全体の動作モードの設定、各 PE へのパラメータの設定、等。

② CM $\rightarrow$ LM の画像転送：分割画面における端処理の煩わしさを避けるため、画面全体を放送モードにより全 LM に転送する。

③ 処理：1 枚の画像に対する処理では、各 LM に対し図 1 に示すバンク A、B にそれぞれ原画、処理結果を割当てる。一方、動画像に対する処理では、CM $\leftrightarrow$ LM 間の画像転送と処理とを並列的に行なうことも必要となり、この場合には CM、PE からのバンク A、B へのアクセスをフレーム毎に交互に切り替えるダブルバッファ形式により処理を進める。

④ LM $\rightarrow$ CM の画像転送 (3 項(2) [(a)-1] による)。

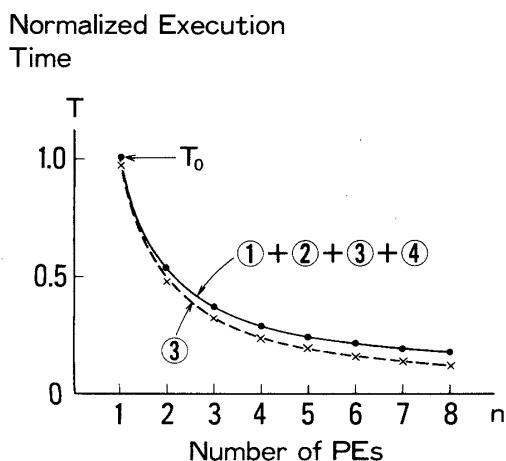


図 2. PE の台数  $n$  と処理時間との関係

(1 画面の  $n$  分割処理。512x512 画素、Sobel operator(root)、 $T_0 = 29.79$  秒で正規化。  
① PE のセットアップ。② CM $\rightarrow$ LM (放送モード)。③ 処理。④ LM $\rightarrow$ CM (処理結果を順次回収)。

(具体的動作例) 図 2 は、512x512 画素の画像 1 枚、Sobel operator(root) (2 次元 adjustable array を使用、言語は FORTRAN77) の場合について、PE の台数と処理時間との関係の実測結果例を示したものである。実線は ①+②+③+④ の時間、破線は ③ のみの時間を示している。③ に関しては、PE の台数に反比例して処理時間が減少していることが分かる。①+②+④ については、3 項(2) [(a)-2] の使用、等により更に時間の短縮を図ることができる。

(2)  $n$  枚の画像の同時処理： $n$  枚の画像を順次 CM から各 LM に転送し、各 PE により一斉に処理を行なった後、処理結果を各 LM から CM に転送する。

(3) 1 枚の画像を  $n$  種のパラメータで処理：1 枚の画像を放送モードで各 LM に分配した後、同一プログラムを用い、各 PE 毎に異なる  $n$  種のパラメータセットを設定して処理を行なうことにより、 $n$  種類の処理結果を同時に得る。

##### 4.2. パイプライン処理

$n$  台の PE 間で順次処理結果を渡しながらい行なうタイプの処理である。図 1 に示す様に、各 PE は隣接した LM に直接アクセスできるため、容易にパイプライン処理を実現することができる。各 LM 中のバンク A、B はダブルバッファとして動作し、前段からの処理結果の受取りと、対応する PE からのアクセスが交互に切りわりながら並列的に進められる。

##### 4.3. 階層型処理

$n$  台の PE における処理結果を UPE で集約し、更に、GPE (必要があればホスト計算機も使用) において上位の処理を行ない、これに基づいて各 PE における処理内容を制御する、という形式により階層型の処理を実現することができる。また、通信用共有メモリを黒板として利用することにより、プロセッサ間で相互に情報を受け渡ししながら処理を進めることができる。なお、画像データ自体の転送が必要な場合には、LM $\leftrightarrow$ LM 間での転送を行なう。

##### 4.4. 非同期動作

$n$  台の PE は独立したプロセッサ群として各々別個に動作させることもできる。

#### 5. むすび

種々の画像処理形態に対応できる、柔軟性を有した並列画像処理装置 FP<sup>3</sup> について、構成概要、具体的な処理形態に関して述べた。複数の処理単位を並列に、或いはパイプライン式に配置させた様なシステムを本装置により模擬し、性能評価、負荷配分などの検討を行なうことも可能である。

謝辞 日頃御指導頂く KDD 上福岡研究所小野所長、山本次長、村上画像通信研究室長に感謝致します。また、本装置の製作に当たられた東光(株)の各位に謝意を表します。

文献 [1] 金子、小池、羽鳥：“柔軟性を有した画像処理装置 FP<sup>3</sup>”，情処 36 全大、3V-6、1988。