

5P-4

2次元アレイプロセッサLSI の画像処理・文字認識への応用

杉山 吉 木村 隆
NTT 電気通信研究所

1 まえがき

近年のVLSI技術の進展を反映して、プロセッサを2次元配列した完全並列型アレイプロセッサが実現できるようになった。当所では4年前にアレイプロセッサVLSI-AAP1を開発し⁽¹⁾⁽²⁾、1ビットのプロセッシングエレメントを256×256搭載した装置を作成し、LSI CADを中心に応用を行ってきた⁽³⁾。また、これを改良したアレイプロセッサVLSI-AAP2を新たに開発し⁽⁴⁾、画像処理、文字認識への応用も検討したので、ここに報告する。

2 AAP2-VLSIの概要

AAP2-VLSIは、1ビットのプロセッシングエレメント(PE)を8×8 2次元配列した構造をもつ。PEのブロックダイアグラムを図1に示す。PEは、データ転送部とRALU部から成る。データ転送部は2つの独立なパスから成り、夫々4隣接、8隣接のPEと接続する。RALU部は制御レジスタを持ち、その値により、レジスタへのデータの格納の可否を制御できる。さらに、RALU部は外部入出力用のポートを持ち、各PEから外付の大容量ローカルメモリ(外付RAM)に直接アクセスすることが可能である。

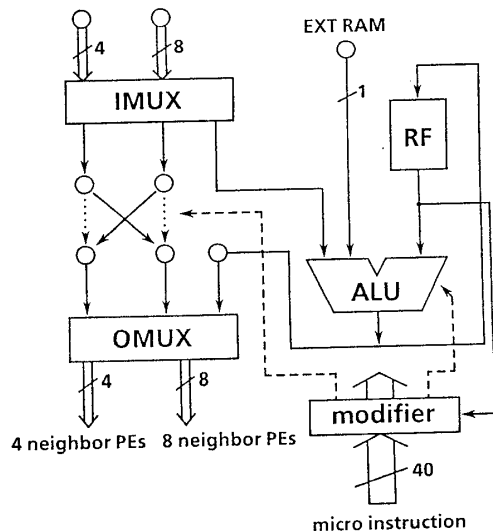


図1 PEのブロックダイアグラム

3 リプル総和演算

ここでは、画像処理、文字認識でよく使われるリプル総和演算について、図2に基づいて説明する。左方向へのリプル総和演算では、右隣接PEから部分和をもらい、各PEの持つデータに加算し、その結果を左隣接PEへ送るとともに、自己PE内に格納しておくことを1ビットずつ順次実行することが行われる。この際、領域の境界で制御信号により右隣接PEから流入する信号を"0"にクランプすれば、連続領域のリプル総和を求めることができる。

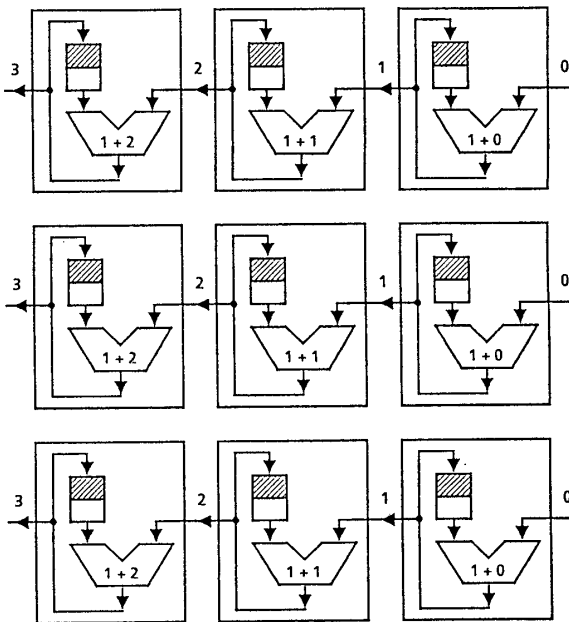


図2 リプル総和演算

4 画像処理への応用

入力デバイスで読みこんだ画像データにつき、①入力画像の濃度ヒストグラムを求め、②それからしきい値濃度を求め、③補正後に2値化する、の一連の処理のうち、①および③は並列処理に向く。

入力画像の濃度ヒストグラム計算は、中山のアルゴリズム⁽⁵⁾が適用できる。図3で、(a)は入力画像データであって下辺から1ラインずつ順にデータを入力するものとする。(b)は2次元アレイプロセッサであって、横方向には1ラインのピクセル数だけのPEを並べたものである。データは上辺から下辺に

向かって流れ、その過程でプロセッサ第 i 行は濃度 i のピクセルを検出し、その頻度をカウントしたものである。(c) は (b) の結果を横方向にリプル総和演算したものであり、各行の右辺にヒストグラムが得られる。補正および2値化はプロセッサの配列構造を利用して容易に計算できる。

5 文字認識への応用

2値の文字イメージ データの特徴抽出において、8方向黒部分交叉回数の計算、8方向ランレングス計算を以下の方法で行う。

黒部分交叉回数の計算 図4に従い、右方向黒部分交叉回数計算の並列処理手法を説明する。(a) の原2値イメージデータ $p(i, j)$ から、 $q(i, j) = p(i, j) \wedge p(i+1, j)$ を計算し (b)、右端PEを境界として $q(i, j)$ を左方向にリプル総和演算する (c)、その結果から $p(i, j)$ を引算したものが右方向黒部分交叉回数である。

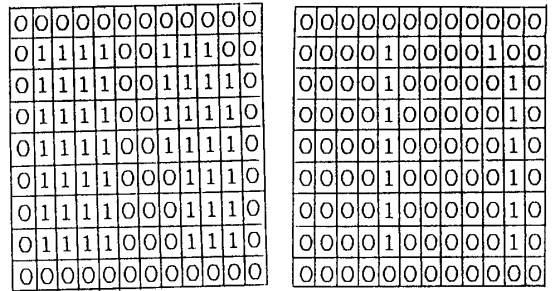
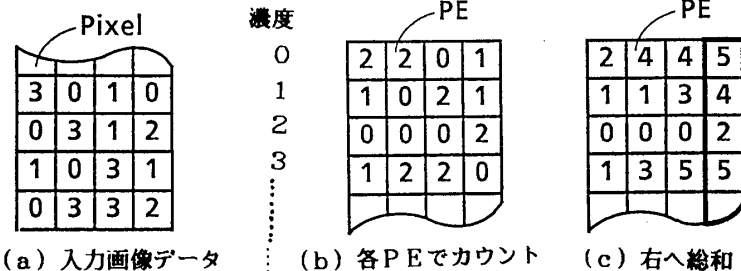
ランレングスの計算 図5に従い、右方向ランレングス計算の並列処理手法を説明する。(a) の原2値イメージデータ $p(i, j)$ から、 $q(i, j) = q(i, j) \oplus p(i+1, j)$ を計算し (b)、 $q(i, j)$ を制御信号に用いて $p(i, j)$ を左方向へリプル総和演算する、その結果 (c) が右方向ランレングスである。

6 おわりに

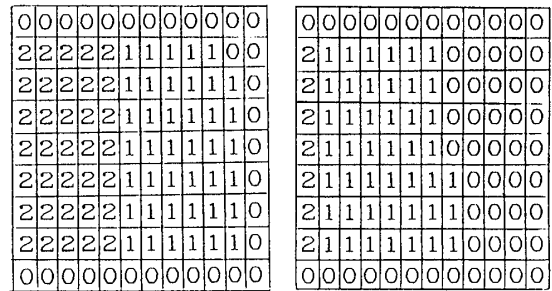
画像処理や文字認識を2次元アレイプロセッサで高速処理するにはリプル総和演算が有効であり、大きな問題を扱うにはAAP2の外付RAMの機能が有効である。例えば6800×4800ピクセルの画像データの濃度ヒストグラムの計算は論理空間を外付RAM上に折り畳むことにより装置を小型化でき、AAP2-VLSI 2個の装置により25秒で実現出来る。

参考文献

- (1) T. Sudo et al., "An LSI Adaptive Array Processor", IEEE ISSCC Dig. Tech. Papers, pp.122-123(1982)
- (2) T. Kondo et al., "An LSI Adaptive Array Processor", IEEE JSSC Vol. SC-18, No. 2, pp.147-156(1983)
- (3) T. Kondo et al., "A Large Scale Cellular Array Processor :AAP-1", Proc. 1985 ACM Computer Science Conference, pp.100-111(1985)
- (4) T. Kondo et al., "Pseudo MIMD Array Processor-AAP2", The 13th Computer Architecture Conference Proceedings, pp.330-337(1986)
- (5) 中山, 他 "SIMD型計算機上でのヒストグラム計算と中央値フィルタのアルゴリズム", 信学研資 PRL83-16

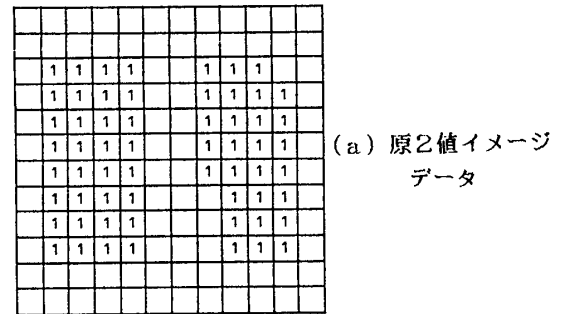


(a) 原2値イメージデータ (b) $q(i, j)$

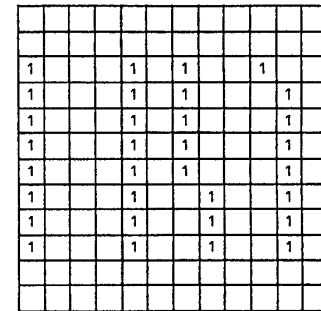


(c) 左へ総和 (d) 補正

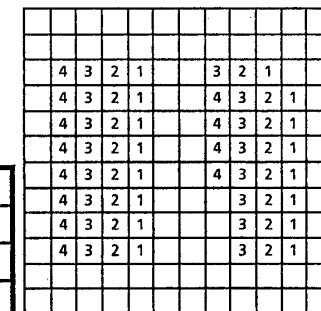
図4 黒部分交叉回数の計算



(a) 原2値イメージデータ



(b) $q(i, j)$



(c) 左へ総和

図5 ランレングスの計算

図3 濃度ヒストグラムの計算