



アーク溶接の自動制御

荒田吉明* 丸尾大**
井上勝敬*** 松村清明****

1. 溶接の自動制御

溶接作業特にアーク溶接は、作業従事者が、高熱、強い光、粉塵、ヒューム、スパッタなどにさらされるため、作業環境の悪いものの一つと考えられている。

近年、各種の自動または半自動の溶接機が使用されるようになってきた。しかし溶接の主体を占めるアーク溶接では、被溶接物の色々な意味での「不規則性」のために、完全な自動化は困難で人力に頼るところが大であった。

そこで、この「不規則性」を克服するための各種センサを溶接機に附加し、自動制御系の導入が試みられているが、種々の目的に対して汎用性のある決定的なセンサはまだ現われていない。このセンサとして2次元の画像データ（ITVカメラ等の出力）を用いて物体認識を行う

ことは、その情報量の多さからも溶接用センサとして有力な方式であると考えられる。

ところが一般に溶接が進行中に得られる画像の画質は、不鮮明で、さまざまなノイズが入り易く、その対象物の形状や明るさも時間的にはげしく変化するため、短時間に一画面分の情報をサンプリングし、かつ何らかの前処理によって特徴を抽出することが必要である。

そこで、前処理として一般によく行われているディジタル画像に対する2次元コンボリューションを考えてみると、この処理は画質の改善や特徴抽出に対してきわめて有効な手段である反面、コンボリューションを求めるための演算が非常に多数回となり、単数のコンピュータで直列的に演算すれば長時間を要するので、一般にリアルタイムな処理は不可能である。

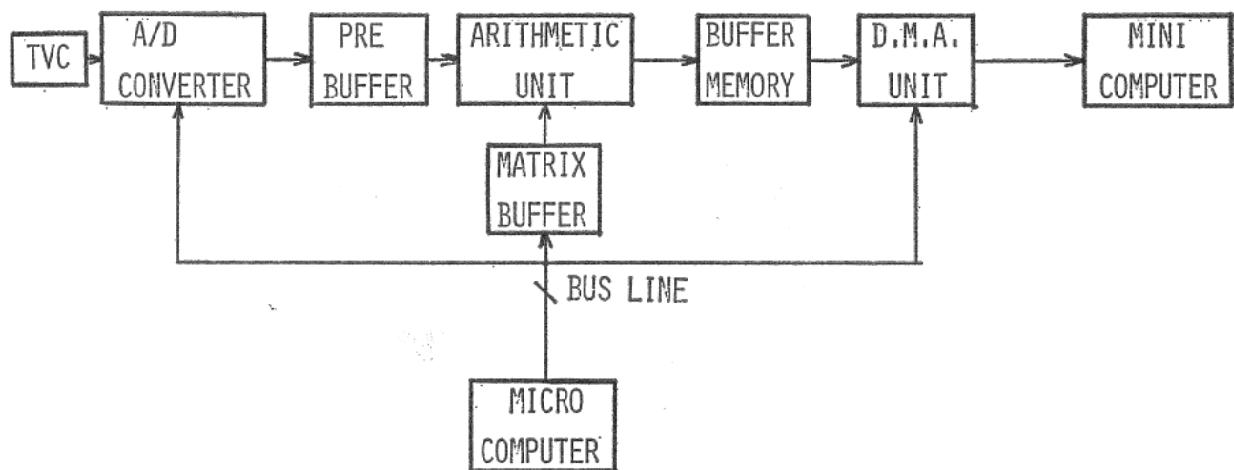


図1 全体ブロック図

*荒田吉明 (Yoshiaki ARATA), 大阪大学溶接工学研究所教授

**丸尾 大 (Hiroshi MARUO), 大阪大学工学部, 溶接工学教室教授

***井上勝敬 (Katsunori INOUE), 大阪大学工学部, 溶接工学教室

****松村清明 (Kiyoaki MATSUMURA), 大阪大学工学部, 溶接工学教室

そこで、このコンボリューション処理および高速の取り込みを専用のランダムロジックを用いてリアルタイム処理する装置を試作し、好結果を得ている。

2. 高速ディジタル画像処理装置

この装置は、図1のブロック図のように、デ

ータの取り込み・演算処理・後処理の3つのステージより構成されている。プリバッファおよびバッファ・メモリにデータが順次保持されているので、この3つのステージはそれぞれ独立に並列処理を行うことができる。

第1ステージでは、TVカメラの出力であるビデオ信号1フィールド(1/60秒)から
 $64 \times 64 = 4096$

の点に対して、4ビットでサンプリングし、プリバッファに書き込んでいく。

第2ステージでは、後述する画像データに対するコンボリューション演算を行いバッファ・メモリに書き込む。

第3ステージでは、このバッファ・メモリに書き込まれた演算結果に対して後処理をする。

以上の処理は、すべてマイクロコンピュータシステムの管理下で行われ、また後述するマトリックス・バッファにマイクロコンピュータか

ら任意の値を入れることによって種々の処理を、プログラムでコントロールすることが可能となっている。

3. コンボリューション演算と高速演算方式

図2において、処理前のデータ(原データ：画像の濃淡に比例して量子化を行なった離散的なデータ)を $f(i, j)$ 、あらかじめ設定しているマトリックスのデータを $g(k, l)$ とすると、一般に2次元ディジタルコンボリューション演算は、図中の式で求められ $F(i, j)$ が出力データとなる。

ここで、マトリックス $g(k, l)$ の大きさを
 $8 \times 8 = 64 (M=N=8)$

入力データ $f(i, j)$ の大きさを

$64 \times 64 = 4096 (I=J=64)$

とすると乗算および累算による全演算回数は、

$2 \times 8 \times 8 \times 64 \times 64 = 2^{12} = 524288$

となり、これを1フィールド(1/60秒)の間に

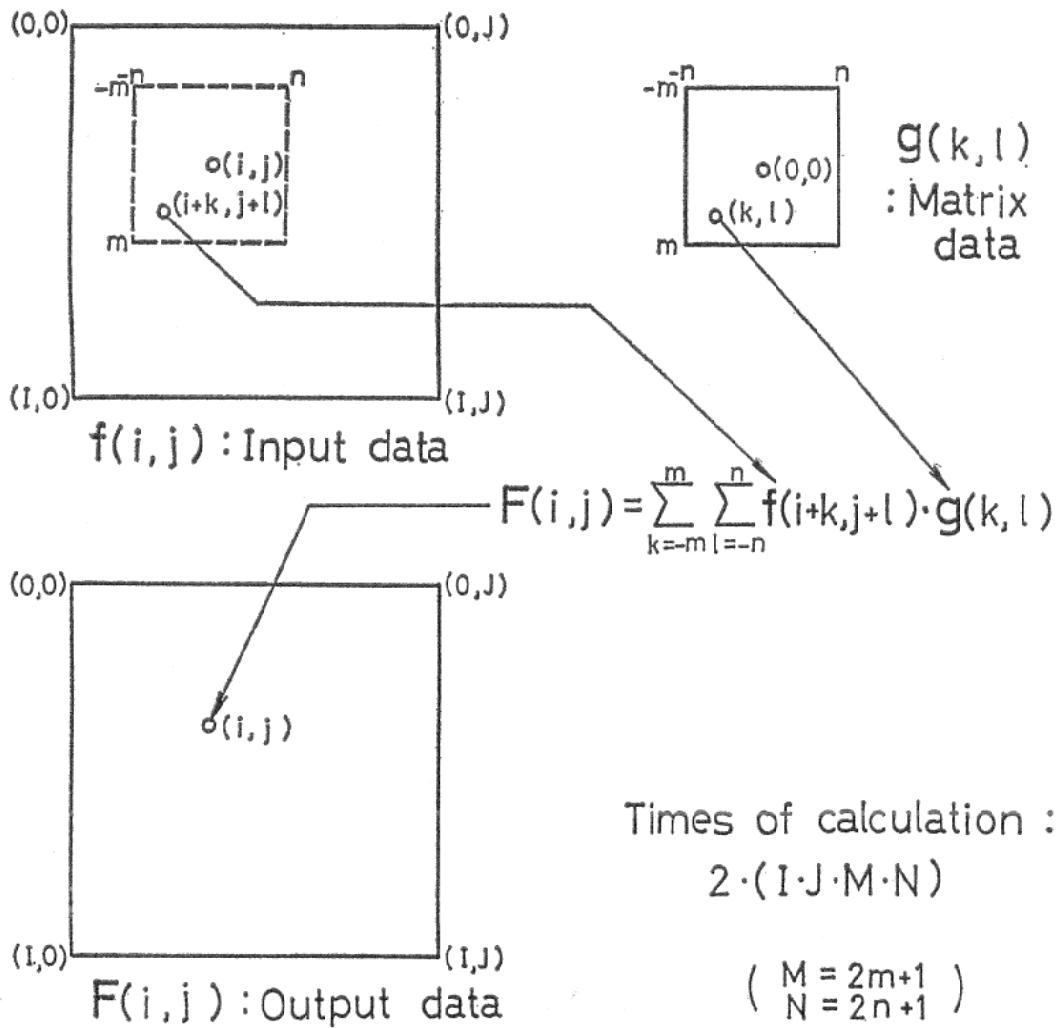


図2 コンボリューション説明図

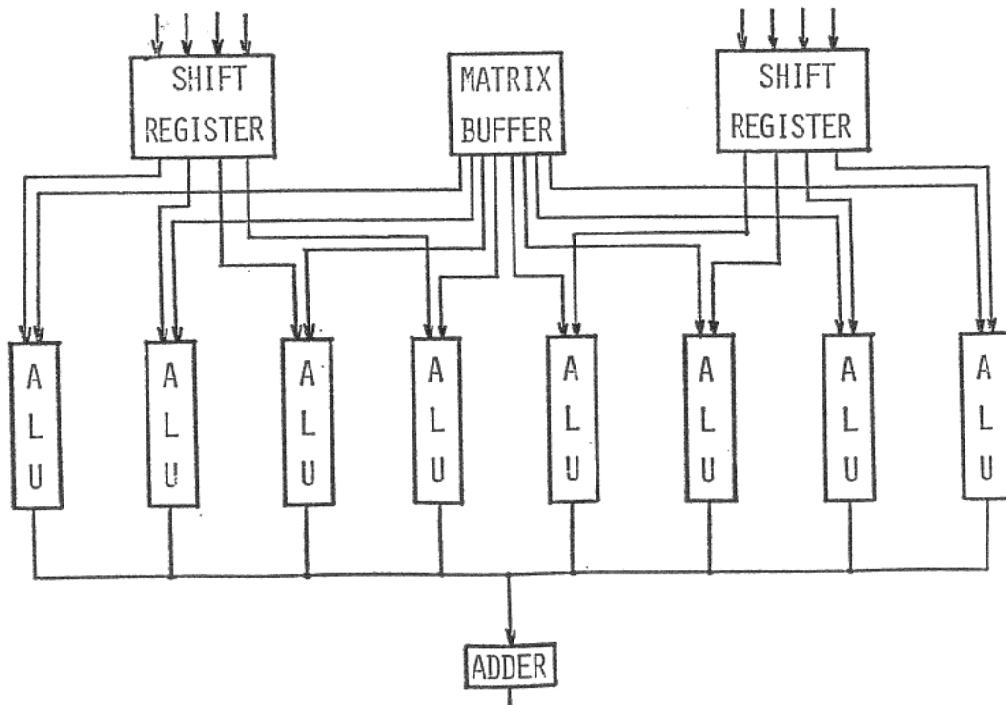


図3 演算部ブロック図

行うとすれば、一回当たりの演算時間は、 31.8 nS であり単一のプロセッサによる直列的な演算を行うことでは要求に沿わない。

そこで、高速でこの演算を行うためには並列演算を行うことが必要となる。

図3は、図1の装置の第2ステージにあたる部分のブロック図であり、この部分でコンピューション処理を行なっている。

ここでは、 $F(i, j)$ を j を一定として $i = 0$ から $i = I$ まで、順次演算していくもので、一点の演算に対して j 方向8つの入力データ（第1ステージで、プリバッファに書き込まれたデータ）が、プリバッファから読み出されシフトレジスタに送り込まれる。

シフトレジスタは、 i 方向に8つ前の点のデータまで保持しており、 j 方向8つの新しいデータ（ $i = a$ のデータ）を受けとる時データ全体をシフトして、 $i = a - 8$ にあたる古いデータはあふれさせてしまう。このようにして、シフトレジスタは入力データを 8×8 、つまりマトリックスデータ $g(k, l)$ と同数の、図3の演算対象となるデータを一時保持している。

これと並行して、シフトレジスタは j 方向8つをそれぞれ一列づつスライスして、 i 方向8つのデータをALU (j 方向に対応するように

8つ並列に置かれている)に時分割の形で出力する。

またマトリックス・バッファも各 j に対して i 方向8つを同一タイミングでALUに $g(k, l)$ を出力する。ALUにおいては、このシフトレジスタからの f とマトリックス・バッファの g に対して順次同期して乗算を行いその結果を累算し、各列の累算結果を個別に並列して求める。この j 方向8つの結果は、アダマーで累算され、コンピューション結果を求める。

- シフトレジスタのデータの更新
- ALUによる乗算および累算
- アダマーによる累算
- バッファメモリへの結果の書き込み

以上の4つの動作はラッチを用いることによって並列して行われる。

このように多重に並列して演算を行うことによって、前述したような多数個の演算処理をリアルタイムで行うことができる。

本装置によって、複雑な画像情報に対してリアルタイム処理が可能となり、実際の溶接自動制御系の中へ組み込んで、例えば溶接シームをトラッキングさせるようにトーチの位置を制御する、ことを試みている。