

アーク溶接の自動制御 (第14報) — アーク直視法によるI型開先突合せ溶接過程の監視 —

大阪大学溶接工学研究所
大阪大学工学部

荒田 吉明
○井上 勝敬

前回報告した* マイクロプロセッサを利用した二値画像処理装置を、I型開先突合せ溶接過程の自動制御系の監視装置として用いることができるので報告する。

1. I型開先突合せ溶接時の画像

図1のように、わずかにギャップのある平板と(ギャップが1~5mm) CO₂アークで突合せ溶接する場合、ほぼ可視域の波長範囲では、写真1のような画像が得られる。このように横向きに撮像した画像のデータを二値画像処理装置にインプットし、閾値を適当に設定して、ビデオ信号の明部、暗部に対応するパルス数をそれぞれのカウンタで計数する。各計数値を二次元的に表示すると、図2のようになる。図で+印は明部カウンタの、-印は暗部カウンタのそれぞれ計数値を表わしている。アーク光の変動などを考慮して、撮像カメラの絞りなどを調整すると、図3のように、閾値の設定にそれほど影響されなくなり、時間的にも比較的安定な像が得られる。

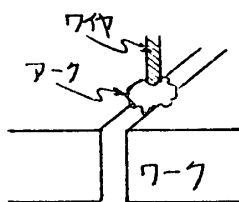


図 1



写真 1

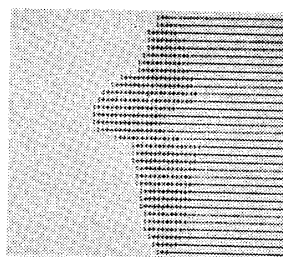


図 2 二値データの
二次元表示

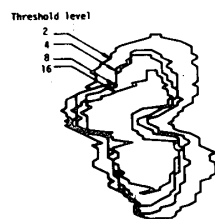


図 3 閾値の影響

2. 画像データの前処理

装置にインプットした画像データの前処理として、まず、スムージング処理を施した。スムージングは画像データ a_i (明部カウンタ計数値又は 明部カウンタ計数値 + 暗部カウンタ計数値 (は水平走査線の垂直方向の位置)) に対して

$$b_i = a_i - a_{i-1} \text{ を求め}$$

$$b_i \cdot b_{i-1} \geq 0 \text{ のとき}$$

$b_i \leftarrow b_i, b_{i-1} \leftarrow b_{i-1}$ $b_i \cdot b_{i-1} < 0$ のとき $b_i \leftarrow b_i - b_{i-1}, b_{i-1} \leftarrow 0 (|b_i| \geq |b_{i-1}|)$ とする。スムージングによって、図4下図の尖線の部分が尖線のようになる。

スムージングはノイズによって、得られた像の形状が局所的に不連続になるとき、有効である。図4上図はワイヤとワークのギャップとの相対位置を抽出するための差分処理の比較を示すもので、 $b_i = a_i - a_{i-1}, c_i = b_{i+1} + b_i = a_{i+1} - a_{i-1}, d_i = c_{i+1} + c_i + c_{i-1}$

*昭和51年度秋季全国大会 アーク溶接の自動制御(第14報) 講演番号 336

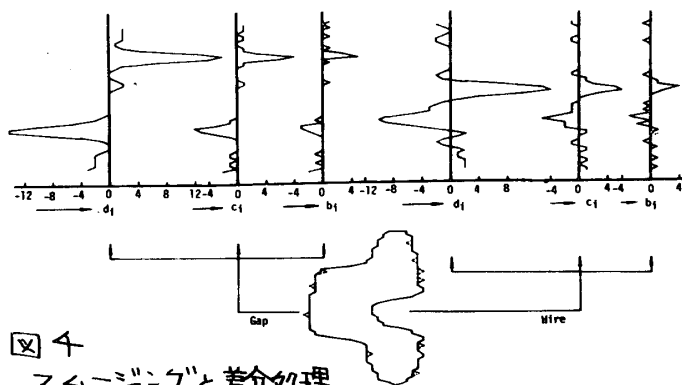


図 4
スムージングと差分処理

$=a_{i+2}+a_{i-1}-(a_{i-1}+a_{i+2})$ であり、 C_i 、 d_i は最も単純な差分 b_i よりS/N比が改善されている。 C_i と d_i とはS/N比は変わらないが、 d_i では安定度が増している。

3. リアルタイム監視用アルゴリズムと

それによる処理結果

時間的に連続して送られる写真1のような画像に対して、前項の前処理を施して、処理結果データをサーチして最大、最小値とそれらの画像での位置を求めることにより、ワークのギャップ位置、ワイヤの位置、ワーク～ワイヤ先端距離(アーク長)を検出することができる。

このためのアルゴリズムと処理装置の

CPU(μ -8080A)の言語でコーディングし、実際の画像に適用した結果を図5に示す。ワイヤがギャップに対してやや偏っていることが、検出結果にも見られる。アーク光は変動しているが、検出量は安定に検出されている。1画面分のデータから所要検出量を決定するためのサイクルタイムは70(msec)であり、アーク溶接の自動制御には十分な速応性があると云える。

この方法以外に、ギャップ両側のアーク明部の長さの差を求めて、その確率密度分布から、ベイズの定理を利用して、ワイヤが適正位置にあるか、否かを判定する方式についても実験を行い、良好な結果が得られることを確認している。

4. アーク光の分光スペクトルの検討

アーク溶接部を直視した際得られる画像に対して、適当なフィルタを用いれば、アーク光を選択的に減衰させることができると報告されている^{*}。これを利用して溶接進行部の金属溶融部などを撮像することができる。しかしながら、アークの分光スペクトルとして報告されているものには、あまりな差が多い。そこでアーク光の分光分析を行った。下図はその結果の一部で、図6はCO₂アーク(300A)、図7はArTIGアーク(200A)のものである。CO₂アークでは赤外線透過フィルタで、TIGアーク(MIGでも同様)では、800(nm)又は900(nm)附近のバンドパスフィルタを用いれば、溶融部の撮像に都合がよいことがわかる。

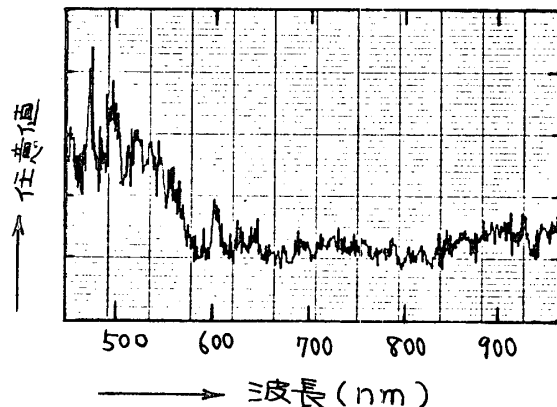


図6 CO₂アークの分光スペクトル

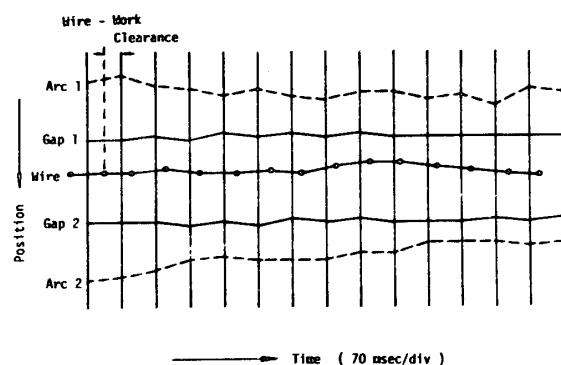


図5 リアルタイム処理結果

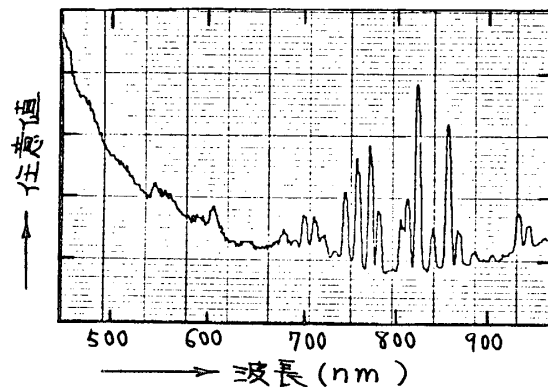


図7 Ar TIG アークの分光スペクトル

※昭和50年度春期全国大会 I.T.V.による遠隔自動溶接技術の開発 講演番号140