

投影正規化相関法の検討と評価

3 B-8

高橋一哉¹ 武長 寛¹ 高藤政雄¹ 浅田和佳²

¹ (株) 日立製作所 日立研究所

² (株) 日立製作所 大みか工場

1. はじめに

LSI 製造装置やその他FAの分野で濃淡パターンマッチング方式による位置決めや文字認識処理が注目を集めている。なかでも正規化相関法¹⁾を用いた濃淡パターンマッチング方式は、二値画像によるパターンマッチング方式に比して、照明や撮影の条件変化に基づく濃度レベルやコントラストの変化に強いと言われる。更に補間処理により、画素間隔よりも細かい精度(サブピクセル精度)で位置決めできるという利点がある。反面、演算量の多さが高速処理の障害となる欠点がある。そこでこの問題を解決するために段階的なパターンマッチング方式が提案されている²⁾。これは画像の解像度を落とした状態で大まかにサーチして候補を小領域に絞り込んだ後に、本来の解像度で精密に類似度を計算するものである。しかしこの方法はテンプレートが大きくなると大まかなサーチの回数が増えたり、精密計算時の演算量が増えたりで、演算量削減の効率が低下するという問題を有している。そこで本報告では大まかなサーチをせずに演算量を削減し、しかもサブピクセル精度を保つ濃淡パターンマッチング方式として、2方向に投影した画像に関して1次元の正規化相関演算によって類似度を計算する投影正規化相関法を提案して評価する。

2. 投影正規化相関法

図1は投影正規化相関法を示した図である。本方法では認識対象を含む画像をY方向、X方向にそれぞれ濃度を加算して2つの1次元配列を作りテンプレートとして登録する。ここではこれらをそれぞれY方向濃度加算テンプレートとX方向濃度加算テンプレートと呼ぶ。マッチング処理は同様な濃度加算処理を施した画像に対して行う。入力画像を部分的にY方向に濃度加算したものとY方向濃度加算テンプレートの間でX方向1次元正規化相関演算によって類似度を計算する(処理1)。この類似度を入力画像全域に渡って計算した結果はX方向にシャープでY方向にブロードになっている(処理画像1)。同様に入力画像を部分的にX方向に濃度加算したものとX方向濃度加算テンプレートの間でY方向1次元正規化相関演算によって類似度を計算する(処理2)。この類似度を入力画像全域

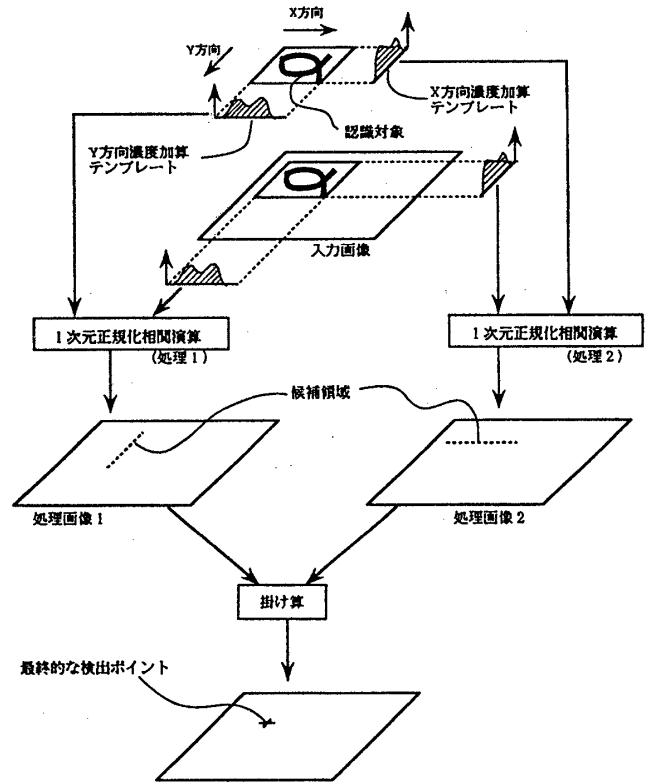


図1 投影正規化相関法

に渡って計算した結果はX方向にブロードでY方向にシャープになっている(処理画像2)。そこで処理画像1と処理画像2を掛け算してX方向とY方向に正確な位置決めを行う。

3. 演算量の評価

256×256画素の入力画像に投影正規化相関法と正規化相関法を用いる場合に要する演算量をプロットしたものを図2に示す。図2において横軸はテンプレート一辺の画素数であり、縦軸は乗算量である。正規化相関法の場合は演算量がテンプレートの一辺の画素数の2乗に比例するのに対して投影正規化相関法による演算量はテンプレートの一辺の画素数に比例するのみである。

4. 位置決め精度の評価

濃淡パターンマッチングの代表的な応用として認識対象の位置検出があるが、ここでは正規化相関法と投影正規化相関法を位置検出に用いた場合の位置決め精度を評価し、比較する。通常、入力画像とテンプレートが完全に一致することはない。これはテンプレート登録時のサンプリングと入力画像のサンプリングの位相ずれに起因する。そこで位置決め処理においては、類似度の最大値とその近傍の数点の類似度を曲線近似して³⁾、その近似曲線が極大値をとる位置をもって認識対象の位置とする。入力画像としてはICの実装されている基板をITVで撮影したものを用いた。そしてこの基板上の英文字をテンプレートとした。これらを図3(a)と(b)に示す。この画像を補間処理することで認識対象の位置をX方向に0.1画素から1.0画素まで10分の1画素ピッチでずらして11種類の画像を作った。これらの画像に対して正規化相関法と投影正規化相関法で1画素以下の認識対象の移動を検出し、実際の移動量と検出された移動量の差を誤差として求めることで、位置決め精度を評価した。また、誤差は次式による。

$$(\text{誤差}) = (\text{検出された移動量}) - (\text{真の移動量})$$

結果を図4にプロットする。図4において横軸は真の移動量を表し、単位は画素である。縦軸は誤差を表し、単位は画素である。誤差が±0.05画素以内に収まれば10分の1画素の精度で位置決めできることになる。2つの方法を比較すると正規化相関法の方がやや精度が良く、その差は0.02画素程である。しかし、正規化相関法と投影正規化相関法はともに10分の1画素の精度を満たしている。

5. まとめ

濃淡パターンマッチング方式として投影正規化相関法を提案し、処理時間を決める一要素である演算量と、応用の一例である位置決め処理の精度を、正規化相関法と比較評価して次の結論と課題を得た。

(1) テンプレートが大きい場合は投影正規化相関法は正規化相関法よりも演算量が少なく、高速実現性があることがわかった。

(2) ITVで撮影した画像に対して位置決め処理すると、投影正規化相関法は正規化相関法に対して精度はやや劣るものの、サブピクセルの精度を実現できることがわかった。

(3) 照明や撮影条件が位置決め精度に与える影響に対する検討を要する。

(4) 投影正規化相関法の適用範囲に対する検討を要する。

参考文献

1) 長尾 真: デジタル画像処理
: pp.305-312 近代科学社 (1985)

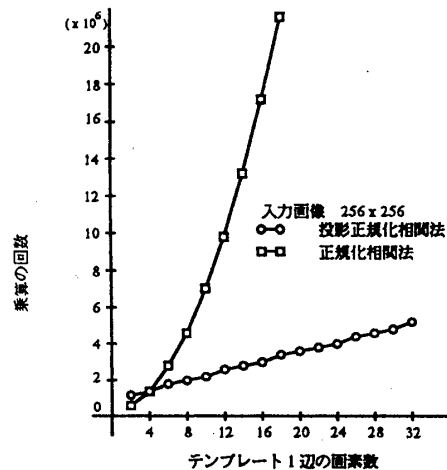
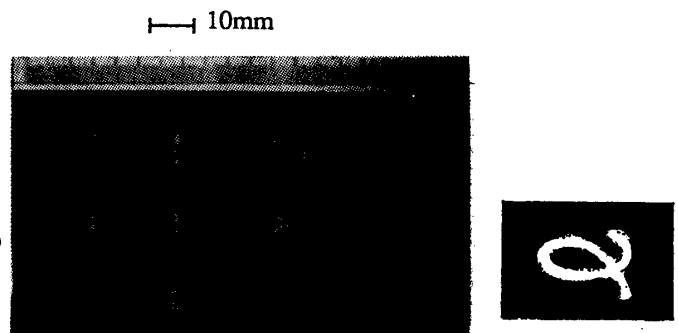


図2 乗算数とテンプレートの大きさの関係



(a) 入力画像 (b) テンプレート

図3 ITVで撮影した画像とテンプレート

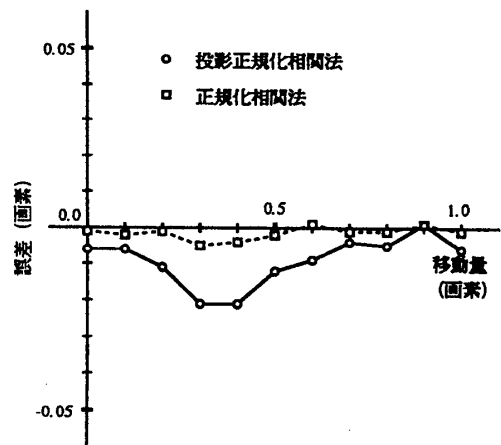


図4 ITVで撮影した画像に対する位置決め精度

2) 朱 瑞豊: スtringマッチングを用いた高速化テンプレートマッチング方式: 情報処理学会研究報告, Vol.89, No.16, 1989

3) 八田夏夫: 数値計算法の基礎と応用: pp.54-59 森北出版 (1988)