

## カメラによる文字認識のための付加情報抽出法に関する検討

酒井 恵\* 江崎弘記\* 内田誠一\* 岩村雅一\*\* 大町真一郎\*\*\* 黄瀬浩一\*\*  
 (\*九州大学) (\*\*大阪府立大学) (\*\*\*)東北大学)

## 1 はじめに

本研究は、3次元実環境中の文字パターンの高精度認識を目標としている。この目標達成のために従来の文字認識手法を強化するアプローチが採られることが多い[1, 2]。一方、本研究では、カテゴリ情報を文字パターンそのものに埋め込んでおくことで、パターンの機械可読性を積極的に向上させることを試みている。本論文では、この埋め込み情報を実環境で抽出するための一手法について論ずる。

## 2 カメラによる文字認識のためのカテゴリ情報埋め込み

カメラと紙面が正対していない場合、撮影された文字パターンは射影歪みを受ける。そこで射影歪みに影響されない付加情報の埋め込み・抽出手法を提案する[3]。具体的には、水平縞模様状のパターン(以下、複比パターン)を埋め込んだ文字パターンを提案する(図1(a))。この縞目の間隔 $l_1, l_2, l_3$ から計算される複比

$$r = \{(l_1 + l_2)(l_2 + l_3)\} / \{l_2(l_1 + l_2 + l_3)\} \quad (1)$$

は射影不変であり、従って、どのような角度から撮影した文字パターンであっても、量子化等の影響がなければ、常に同じ複比を抽出できる。この時、複比の値とカテゴリを対応付けておけば、射影不変なカテゴリ情報を文字パターンに埋め込んだことになる。

## 3 付加情報抽出の原理

文字画像から複比を抽出する際は、それを横断するような直線を引き(図1(b)中の直線 $p$ )、その直線上のガイドに挟まれた区間について、縞の幅(同図 $l'_1, l'_2, l'_3$ )を求め、 $l_i = l'_i (i = 1, 2, 3)$ として式(1)を用いて複比を計算すればよい。量子化誤差などのノイズが無ければ、どのように直線を引いても、またどのように射影変換を受けても、埋め込んだ時と同じ複比 $r$ が求まる。従って、この複比パターンを埋め込んだ文字画像をいかなる角度から撮影しても、原理的には常に同じ複比が取り出せることになる。

## 4 動的計画法による境界の検出

上述の手順で複比を取り出すためには、縞の境界を検出する必要がある。すなわち、直線 $p$ 上で、画素値が変わる点を検出する必要がある。埋め込んだ複比パターンの画素値が既知であるとするれば、最も単純には、その画素値を用いた閾値処理により検出するという方法が考えられる。しかし、実環境にある文字パターンをカメラで撮影した場合、照明環境やカメラの特性により画素値は大きく変動するため、その精度には限界がある。

そこで、本論文では、最適化手法に基づいた複比パター

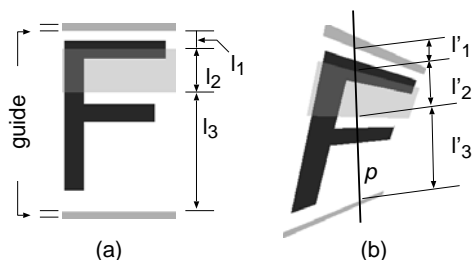


図1: 複比パターンを埋め込んだ文字と射影歪み。

ンの境界検出法を提案する。直線 $p$ 上の点 $x$ での画素値を $f(x)$ とすると、この手法は $f(x)$ を $N$ ステップからなる階段関数で最適近似する。ここで $N$ は、変動の無い場合に直線 $p$ 上で画素値が変化する回数である。こうして得られた階段関数の境界を、複比パターンの境界もしくはストロークと背景の境界であると見做し、このうち前者だけを利用することで $l'_1, l'_2, l'_3$ を決定できる。

最適化の目的関数 $J = J(x_1, \dots, x_n, \dots, x_{N-1})$ は以下の通りである。

$$J = \sum_{n=1}^N \int_{x_{n-1}}^{x_n} \|f(x) - \bar{f}_{x_{n-1}, x_n}\| dx \quad (2)$$

これは、区間 $[x_{n-1}, x_n]$ での $f(x)$ の最適近似値が同区間での平均値 $\bar{f}_{x_{n-1}, x_n}$ に等しくなることを利用している。ただし、 $x_0, x_N$ はそれぞれ画像の上端、下端の座標値とする。以上の問題は、 $x_n$ を $n = 1$ から $N - 1$ まで順次決定していくという多段決定過程上で考えることができ、従って動的計画法(DP)により効率的にその最適解を求めることができる。

図2は本手法の結果例である。直線に沿った $f(x)$ を元に、境界を求めたものであるが、複比パターンの境界ならびにストロークと背景の境界が正しく検出されていることがわかる。なお、同図を見ると、上下のガイドの画素値(白抜き矢印の箇所)が、本来同じ値であったにも関わらず、照明環境による変動によりかなり異なっており、単純な閾値処理による境界検出は困難であることもわかる。

## 5 まとめ

複比パターンを埋め込んだ文字画像から、カテゴリ情報に相当する複比を抽出するために、複比パターンの境界検出法を提案した。

## 参考文献

- [1] 黄瀬, 大町, 内田, 岩村, “カメラを用いた文字認識・文書画像解析の現状と課題,” 信学技報, PRMU2004-246, 2005.
- [2] D. Doermann, et al., “Progress in camera-based document image analysis,” Proc. ICDAR, pp. 606–616, 2003.
- [3] 内田, 岩村, 大町, 黄瀬, “カメラによる文字認識のための付加情報の埋め込みに関する検討,” 画像の認識理解シンポジウム(MIRU2005), OS7A-29, 2005.

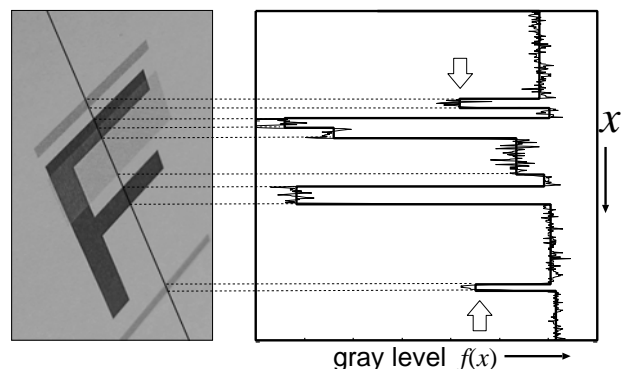


図2: 境界検出結果例。点線が境界位置 $x_n$ を表す。