

# ネイルカメラシステムの文字認識性能向上に向けた特徴量の考察

## —特徴表現方法の比較—

鈴木 将平† 山本和彦† 加藤邦人†

†岐阜大学工学部 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

E-mail: †suzuki@yam.info.gifu-u.ac.jp, †{yamamoto, kato}@yam.info.gifu-u.ac.jp

あらまし 携帯電話のカメラ機能としてテキストリーダーがある。しかし、対象にカメラを合わせようとすると、自分からはカメラのついてる位置を正確に把握することは難しく、対象にカメラを合わせにくいという問題がある。そこでユーザーが指先に小型カメラをつける「ネイルカメラシステム」を提案する。また、文字認識機能をこのシステムで実現する際の問題を解決するための特徴選択の考察を行い、特徴抽出として有効であるベクトル表現型四方向面特徴抽出法について述べる。

キーワード ネイルカメラシステム、文字認識、特徴選択、ベクトル表現型四方向面特徴

### 1. はじめに

近年、デジタルカメラの利用者が増加してきている。多種多様な機能や保存可能なデータ数が多いなど、デジタルカメラを用いることで得られるメリットは多い。その機能の一つとして、文字認識がある。現在、文字認識を用いたシステムは数多く提案されている<sup>[1][2]</sup>。身近なシステムとして携帯電話に搭載されているテキストリーダー機能があるが、カメラを対象となる文字列に合わせようとしたとき、携帯電話を持っている位置と、カメラがついている位置に差があるため、自分が撮影しようと思っている文字列にカメラを合わせることが難しいという問題がある。

本稿では、このような問題を解決するための手法として「ネイルカメラシステム」を提案し、またその実現のために必要ないくつかの手法について考察を行い、最も有効である特徴量選択法を決定した。

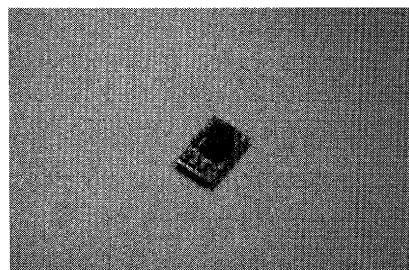


図 1：ネイルカメラの模型

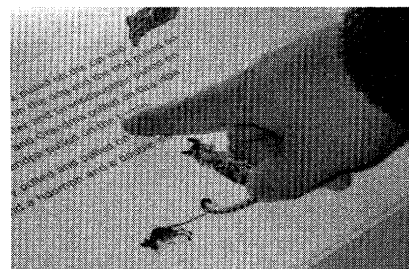


図 2：ネイルカメラの使用例

### 2. システムの提案

デザインを重視した近年の携帯電話は、カメラが目立たない位置につけられるようになり、カメラを用いる際にどこに付いているかが把握しづらい。ゆえに撮影対象にカメラを合わせにくいという問題が生じる。

そこで、このような問題を解決するために、小型のカメラを指先に付ける「ネイルカメラシステム」を提案する。ネイルカメラとは、指先につける図 1 のような小型カメラということからこのように呼ぶ。カメラが非常に小型であり、指さしてなぞるという自然な動作で撮影するため、スムーズに対象にカメラを合わせることができる。

ネイルカメラを用いることによる将来的な展望として、前述のような利便性だけでなく、単語の翻訳や発音など様々な応用が考えられる。

#### 2.1. システムの流れ

本システムの大まかな流れを図 3 に示す。

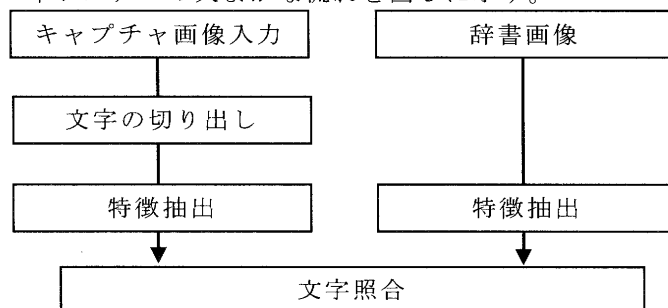


図 3：システムの流れ

本システムは、カメラからの得られた画像をリアルタイムで処理することができる。まず、ネイルカメラを用いて取得した画像から文字領域を切り出す。そして、文字の特徴を抽出しあらかじめ辞書画像から作成

されている特徴とマッチングさせ認識させるという流れである。

## 2.2. システムの問題点

しかし、ネイルカメラを用いた場合にいくつかの問題点が発生する。

まず、ネイルカメラは小型であることが他のデバイスと比べて優位であるため、撮影状況を表示するディスプレイを用いない。ユーザーは最初にカメラを指先に装着する。このとき、ユーザーはできるだけカメラを水平につけようとしても、実際にはわずかに傾いてつけられている場合があり、撮影している文字に傾きや回転などの変形が起こることが考えられる。また、実際に文字を撮影する際にも変形が生じることが考えられる。至近距離で撮影を行うことで対象となる文字を撮影しやすくなるが、それと同時に少しでも距離が変われば文字のサイズも大きく変わってしまうという問題などがある。これはネイルカメラ特有の問題であるといえる。

このような問題を解決するためには、ぼかしをかけることが必要となり、その際に文字の特徴を正確に表現できるかどうかが重要となる。そこで、本稿では特に特徴抽出に着目し、システムを実現するために有効である手法を選択するための考察を行った。

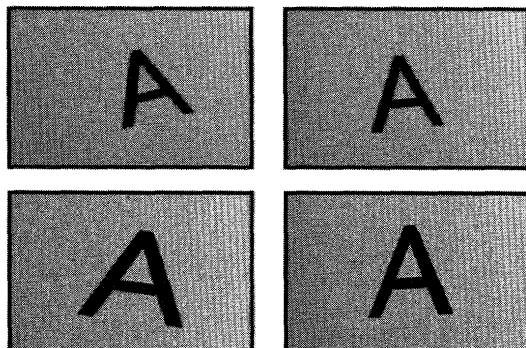


図 4：システムの問題点

## 3. 特徴選択

前述のネイルカメラを用いる際の問題に対して、文字の変形に強い特徴抽出手法が必要となる。本稿では文字認識に用いる特徴量として、Prewitt オペレータによるエッジ特徴、Prewitt フィルタによる四方向面特徴、ベクトル表現型四方向面特徴について考察を行い、認識性能の比較実験を行い、評価した。

### 3.1. 特徴量について

ネイルカメラを用いると文字の変形が生じることは 2.2. で述べた。文字の変形を軽減するためには、その文字から抽出された特徴にガウシアンフィルタや低解像

度化によりぼかしをかける必要がある。同じ文字同士は元々特徴が接近していると考えられるので、ぼかしをかけることで文字の変形が軽減できる。

しかし、同じ文字ではないが、似た特徴を持つ文字同士は当然特徴が接近してくる。つまり、ぼかしをかけるほど様々な文字の特徴が接近してくるため、文字を誤認識する場合が生じる。

よって、文字から抽出した特徴を、いかに失わずにぼかしをかけるかが重要となり、これが可能となる特徴抽出手法を用いなければ、文字を認識することは難しい。

### 3.2. Prewitt オペレータ

初めに、Prewitt オペレータによる一般的なエッジ特徴を用いた場合の考察を行う。Prewitt オペレータを用いて特徴抽出した例を図 5 に示す。

特徴抽出した時点では文字の特徴を区別することが可能である。しかし実際には、文字の変形を軽減するためにぼかしをかけなければならない。そこで特徴抽出後にぼかしをかけた画像を作成すると、どちらの文字か区別が付きにくくなってしまっている。この原因として、Prewitt オペレータでは図 6 に示すように、ぼかしをかけると、異なる方向のエッジと区別がつかなくなってしまう。この原因として、1 つの特徴面で複数の方向を表現しようとする、特徴が互いに干渉してしまい、本来の方向情報を失ってしまうという問題が生じる。

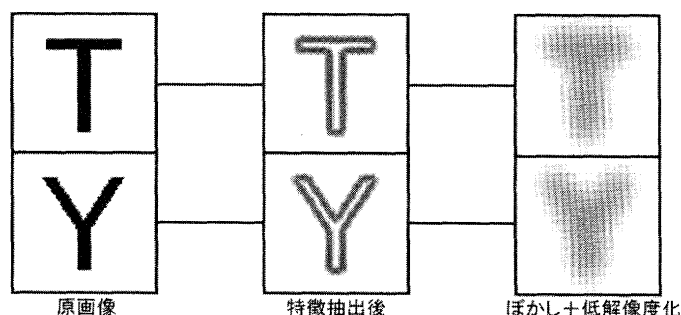


図 5：Prewitt オペレータによる特徴抽出例

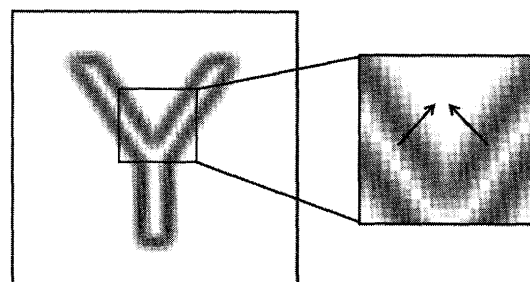


図 6：Prewitt オペレータによる特徴抽出の問題点

### 3.3. 四方向面特徴

3.2.で述べた問題を解決するためには、ぼかしをかけても、エッジの方向情報を保持できる手法を用いなければならない。このような状況に強い手法として四方向面特徴<sup>[3]</sup>がある。四方向面特徴は各画素の勾配を水平、垂直、右下がり、右上がりの4つの特徴面に分けて表現したもので、本稿では各方向の検出には図7に示す Prewitt フィルタを用いている。

1	1	1	1	1	0	1	0	-1	0	-1	-1
0	0	0	1	0	-1	1	0	-1	1	0	-1
-1	-1	-1	0	-1	-1	1	0	-1	1	1	0
水平			右上がり			垂直			右下がり		

図7：方向検出フィルタ

四方向面特徴は、最初に4つの特徴面に分けるため、それぞれの面について独立にぼかしを施すことで、Prewitt オペレータのように特徴を1つの面で表す場合に比べて、高解像度での方向情報をより多く保持することができる。よって、解像度を落としても文字自体の構造の特徴をより効果的に表現することができる。図8に四方向面特徴を抽出した例を示す。

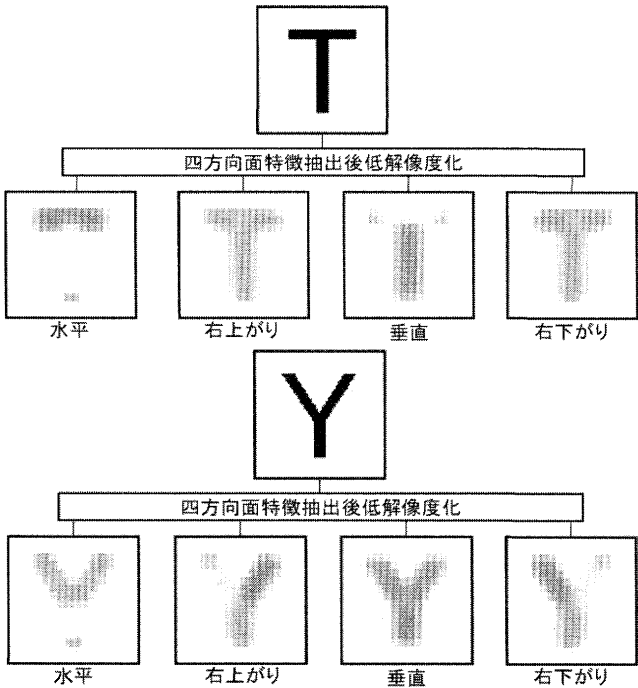


図8：四方向面特徴抽出例

3.2.で述べたように、Prewitt オペレータによるエッジ特徴の場合、ぼかしをかけることで似ている文字同士は非常に接近するという現象が生じる。

しかし、四方向面特徴を抽出した場合、各特徴面を比較してみると、特徴の差ははっきりしていることが確認でき、十分な違いが保存されている。ゆえにぼかしを施しても他の文字との特徴の違いを保持すること

ができ、元々のエッジの方向情報を低解像度化しても表現可能な手法であるといえる。

### 3.4. Prewitt フィルタによる特徴抽出の問題点

3.3.で四方向面特徴の有効性について述べた。しかし Prewitt フィルタによる四方向面特徴では、問題が生じる場合がある。図9に示すように、本来その特徴面では存在しないはずの方向の特徴が出てしまっている。さらに、ぼかしにより、その特徴面の特徴が接近する。ゆえに、この手法ではせつかくの四方向面特徴の有効性が発揮できない場合が生じる。

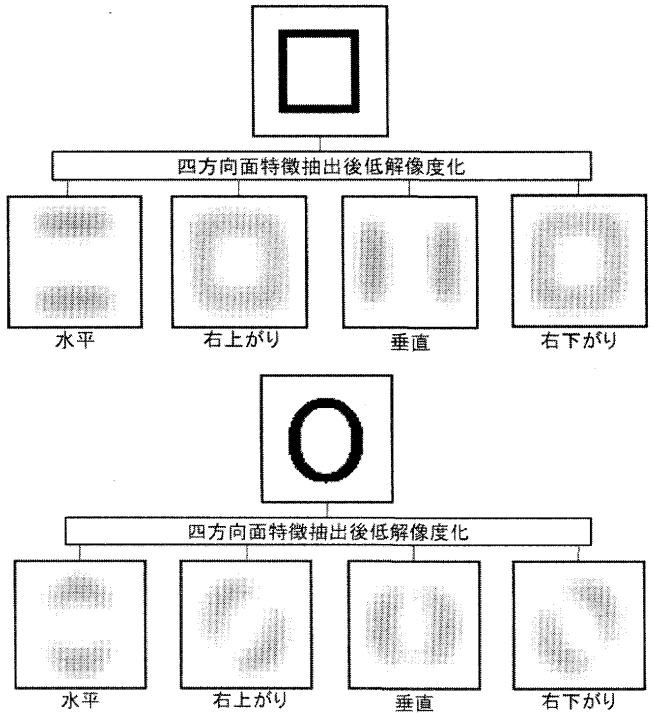


図9：Prewitt フィルタによる特徴抽出の問題点

### 3.5. ベクトル表現型四方向面特徴

Prewitt フィルタで検出されたエッジの値を用いた手法では問題があることを3.4.で述べた。

ここで、エッジは方向と強度を持っており、ベクトルと等価であるため、勾配ベクトルとして表現できる。また勾配ベクトルは、複数のベクトル和で表現することができ、四方向面特徴の場合も、隣接する2つの特徴面を用いて特徴を表現することができる。この概念を特徴表現方法として利用した手法がベクトル表現型四方向面特徴<sup>[4]</sup>である。概念を図10に示す。

処理の流れを説明する。まず Prewitt フィルタにより4方向の特徴を求める。その後、直交する2つの特徴面から特徴の角度を求め、その角度から特徴  $G$  の大きさを求める。 $G$  に隣接する2つの特徴面をそれぞれ  $v1$ 、 $v2$  とすると、 $G=v1+v2$  であるので  $v1$ 、 $v2$  を式(1)によ

り求めれば、特徴を 2 つの特徴面で表すことができる。特徴抽出例を図 11 に示す。

特徴を隣接する 2 つの特徴面で表すため、3.4.で述べた本来その特徴面では存在しないはずの方向の特徴が出てしまうという問題は生じない。また、他の文字の特徴との差もよりはっきりする。ゆえに、前述した手法と比べて、より文字本来の特徴を正確に表現できているといえ、ぼかしによる効果もより大きくなる。

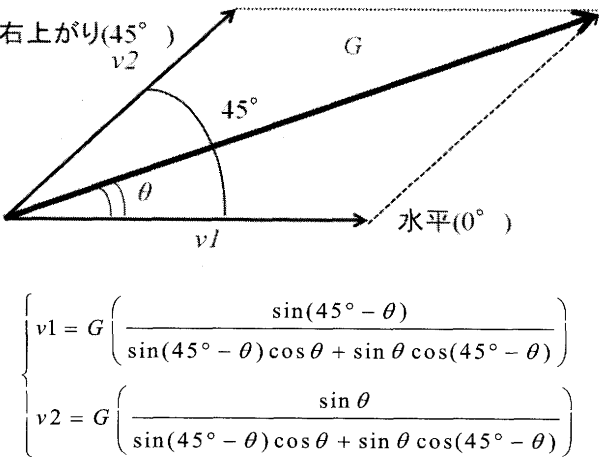


図 10：ベクトル表現型四方向面特徴

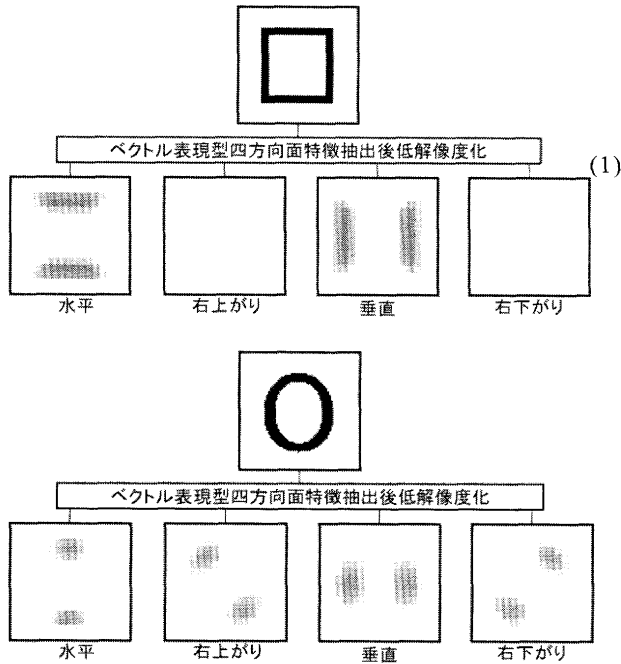


図 11：ベクトル表現型四方向面特徴抽出例

4. 性能比較実験

ネイルカメラを用いることで生じる問題に対して最も有効である手法を選択するために実験を行う。比較する手法として、Prewitt オペレータによるエッジ特徴、Prewitt フィルタをそのまま用いた四方向面特徴、ベク

トル表現型四方向面特徴の 3 つの手法を用いて文字認識を行った。紙面に印字したアルファベットを認識対象とし、画像データを 1000 個取得した。実験に用いた文字データとして、辞書はアルファベット A~Z、小文字 a~z の合計 52 個とし、入力画像に用いた文字種とは異なったものを学習している。結果を表 1 に示す。

スカラー量として Prewitt フィルタを用いた場合と四方向面特徴を用いた場合で認識率に大きな差があり、この結果は四方向面特徴の有効性を顕著に示している。また、Prewitt フィルタをそのまま用いる場合に比べてベクトル表現型四方向面特徴が高い認識率を得ており、その有効性が示された。

表 1：性能比較実験結果

手法	スカラー	四方向面特徴	
	Prewitt	Prewitt	ベクトル
認識率 (検出枚数)	69.9% (699/1000)	94.0% (940/1000)	98.2% (982/1000)

5. まとめ

本稿では、ネイルカメラシステムを提案した。また、システムを用いる際に生じる文字の変形に対して有効な特徴量を選択するために、Prewitt オペレータによるエッジ特徴、Prewitt フィルタによる四方向面特徴、ベクトル表現型四方向面特徴を比較した。

各手法を比較した結果、ベクトル表現型四方向面特徴は特徴を正確に表現することができ、エッジ特徴の方向情報を低解像度化しても十分に表現可能な手法であることを確認した。ゆえに、ベクトル表現型四方向面特徴はネイルカメラを用いる場合に生じる文字の変形に対しても強力であり、システム実現のために有効な手法であることが確認された。

今後の予定として、提案した手法を実装して、ネイルカメラシステムを実現することが挙げられる。

文 献

[1] K.Iwatuka, K.Yamamoto, and K.Kato, “Development of a Guide Dog System for the Blind People with Character Recognition Ability”, Proc. of 17th International Conference on Pattern Recognition, Vol.1,pp.453-456, 2004

[2] N.Sasayama, K.Yamamoto, and K.Kato, “A Proposal of Mobile Support System for Blind Person with Character Recognition”, Proc. of the 13th Japan-Korea Joint Workshop on FCV, pp.192-195, 2007

[3] K.Yamamoto, “Present State of Recognition Method on Consideration of Neighbor Points and Its Ability in Common Database”, IECE Trans.Inf.&Syst., Vol.E79-D, No.5, pp.417-422, 1996

[4] A.Marumo, K.Yamamoto, and K.Kato, “A Proposal of a Nonlinear Normalization Algorithm for Recognition Using Convex Hull”, Proc. of the 15th Japan-Korea Joint Workshop on FCV, pp.45-50, 2009