

## カラー画像の色分割に関する考察

吉川浩市、足達義則\*、吉村ミツ\*\*

\*中部大学経営情報学部経営情報学科

\*\*名古屋市立大学芸術工学部視覚情報デザイン学科

あらまし バンクチェックやトラベラーズチェックなどのカラー画像上の署名を抽出し、照合することは重要な問題である。カラー画像中の署名は単一色と考えられるが、実は背景色の影響や境界色の影響で、様々な色で構成されている。そこで、署名抽出のために色空間において色領域の分割を行うのであるが、その際量子化が大きな問題となってくる。つまり、量子数が多すぎると単一色と考えなければならない署名が細分化される可能性が起こってくるし、少なすぎれば署名領域のみの量子化が難しくなる。本報告では、これらの問題に対処するため、色空間を RGB から YIQ、およびカラー画像固有の固有ベクトル色空間へと変更しながら署名抽出の検討を行った。

キーワード：トラベラーズチェック、署名、量子化、代表色、領域分割

## Study on Color Segmentation to Extract Signature Area from a Color Document

Koichi Yoshikawa, Yoshinori Adachi\*, and Mitsu Yoshimura\*\*

\*Business Administration and Information Science, Chubu University

\*\*School of Design and Architecture, Nagoya City University

**Abstract** It is very important to extract and to verify signatures from a color document such as a Bank Check or a Travelers' Check. Though it may be seen that the signature is of a single color, their wide color distribution is observed in each case. This is because of a background color and of a border color effects. Consequently, a quantization of a signature by a color segmentation becomes large and difficult problem. Too many quantized colors cause over-segmentation of a signature color, while fewer quantized colors cause fusion with a background color and a border color. In this paper, we examine a segmentation method for the adequate extraction of a signature by changing color spaces, from RGB space to YIQ space or eigenvector space.

**Key words:** travelers' check, signature, quantization, representative color, segmentation

## 1. はじめに

これまでバンクチェック(BC)については、アラビア数字と文字による数字表現のみを抽出し、金額を認識することが行われてきた。これには、通常 BC が比較的単純なため、カラー画像をグレースケールに変換し、明るさのみを情報として抽出が可能だったからである。しかし、EU の通貨統合に合わせ、EU の複雑な BC では単純なグレースケールでの抽出が困難になってきた。Franke ら[1]はこれに対処するため、複雑なマスクを作成し文字の抽出を検討している。また、トラベラーズチェック(TC)については、署名照合の難しさから殆ど何も成されていないのが現状であった。しかし、吉村ら[2]は、TC についても署名照合が可能であるとして、署名の自動切り出しについて検討した。これには画像をグレースケールに変換し、適当な閾値で2値化して雑音をマックスフィルタで除去する方法が採られた。しかし、この方法では署名の一部も除去され、特に西欧人の署名(長いストロークを含む)に適用することが困難な状況が生じた。

次に、色空間における領域分割には、クラスタリング手法を用いるものが多く[3][4][5]、処理時間が長く掛かることや、クラスタ数が多いと目的の領域が細分化されてしまったり、少なすぎると背景色との融合が起きるなどの欠点があった。しかし、グレースケールに比べ、3倍近い情報を持つカラー画像の色空間を有効に用いる必然性には変わりはない。

本論文では、TC を色分析し、署名領域の空間内分布をもとに署名抽出に適切な方法を検討する。ここではまず、長谷ら[6]が提案したヒストグラムに基づいた署名領域の量子化を検討し、代表色数と抽出領域について調べる。これには種々の色を含む TC 依存性についても合わせて検討する。次に、色空間を RGB から YIQ 空間へと変換し、色空間依存性について検討する。更に別の色空間、画像固有の固有ベクトル色空間での検討も試みる。また、代表色指定の分割といった新しい署名抽出法を検討する。これらによって、計算量の負担を極力増やさずにより目的にかなった署名抽出の可能性が大となった。

以下、2. では色空間別の色分布の特性と署名領域の特徴について、3. ではヒストグラム法での代表色数と抽出署名領域について、4. では新たな抽出法について結果を基に検討する。

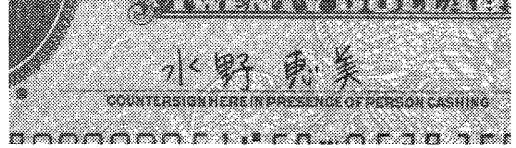
## 2. トラベラーズチェックの署名領域における色分布特性

本研究ではトラベラーズチェックとして、アメリカンエクスプレスの\$50(タイプ A)、同\$20(タイプ B)、シティコープの\$20(タイプ C)、VISA の\$20(タイプ D)、について署名部分とカウンター署名の部分について検討を行った。入力装置はイメージスキャナ(EPSON 社製 GT-9500)を用い、文字認識で通常使われている8ドット/mmまたは10ドット/mmを実現するため、200dpiまたは240dpiとしてRGB各8ビットで入力した。

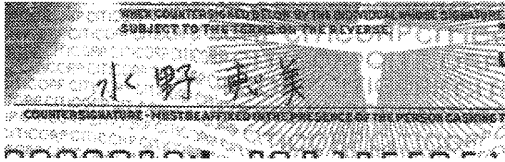
本研究に使用した6種類の署名入りTCのオリジナルイメージ(画像の大きさは一定ではない)を図1に示す。まず、入力した画素をRGB空間に配置し、どのような領域に分布するかを色の大きく異なる2つのTC(タイプ B-I, D)について検討した。色空間での2軸間の散布図を図2に示す。図からもわかるように、各色画素の分布は座標に独立ではなく、強い正の相関で分布していることがわかる。従って、この空間ではグレースケールと大きく異なる署名領域の抽出が期待できない可能性がある。しかし、R-GやB-Rでは幅広く分布しているため、これによってうまく



(a) タイプ A (漢字署名)



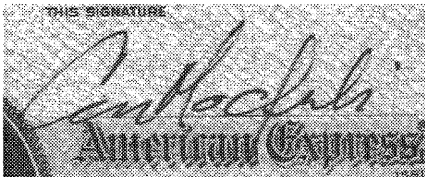
(b) タイプ B-I (漢字署名)



(c) タイプ C (漢字署名)



(d) タイプ D (漢字署名)

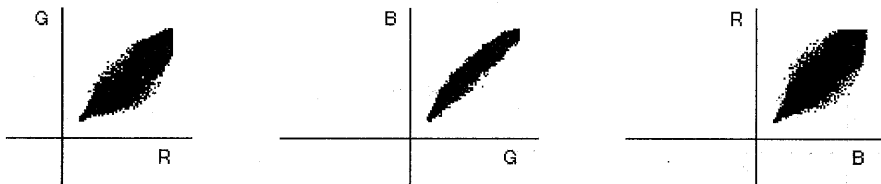


(e) タイプ B-II (ローマ字署名)

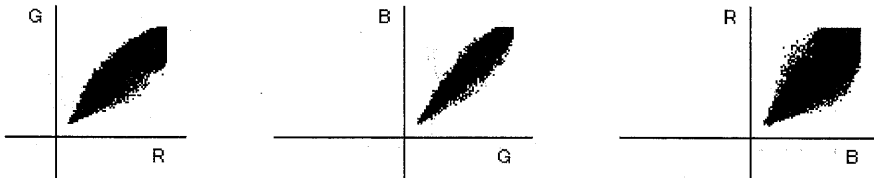


(f) タイプ B-III (ローマ字署名)

図1 オリジナル TC



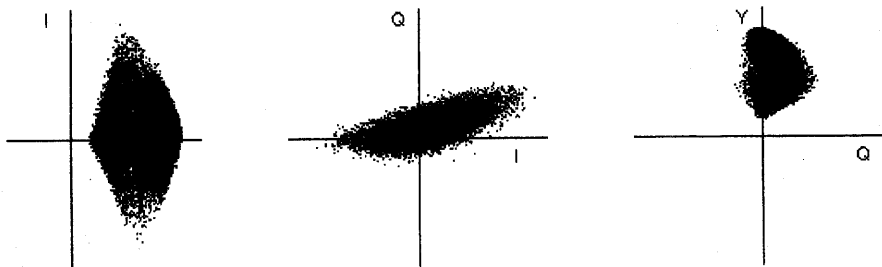
(a) タイプ B-I (漢字署名)



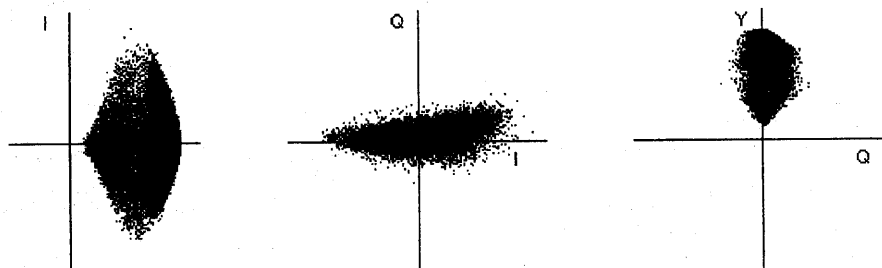
(b) タイプ D (漢字署名)

図2 RGB空間における色画素分布の散布図

領域分割できる可能性も否定できない。次に、YIQ空間に変換して同様の散布図に表すと図3となる。この図も1つの軸(I軸)のみで表現される可能性を表しているが、Q軸の精度如何によっては領域分割精度の向上が期待できる可能性も同時に示唆している。また、軸間の相関がないために、RGB空間よりも操作しやすいという可能性もある。カラー画像固有の固有ベクトル色空

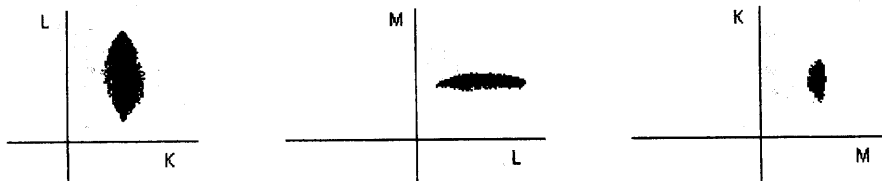


(a) タイプ B-I (漢字署名)

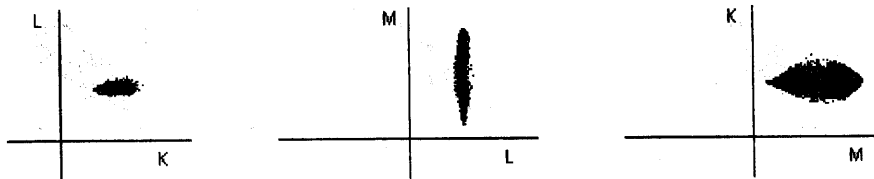


(b) タイプ D (漢字署名)

図3 YIQ空間における色画素分布の散布図



(a) タイプ B-I (漢字署名)



(b) タイプ D (漢字署名)

図4 固有ベクトル色空間における色画素分布の散布図

間での結果を図4に示す。(a)と(b)で表現している分布が異なるが、これは固有ベクトルの選択から生じる違いであり、どちらも同じ傾向を示している。YIQ空間に近い傾向を示しているが、画像毎に異なる色空間を設定する割には署名抽出にあまり貢献できないことがわかる。

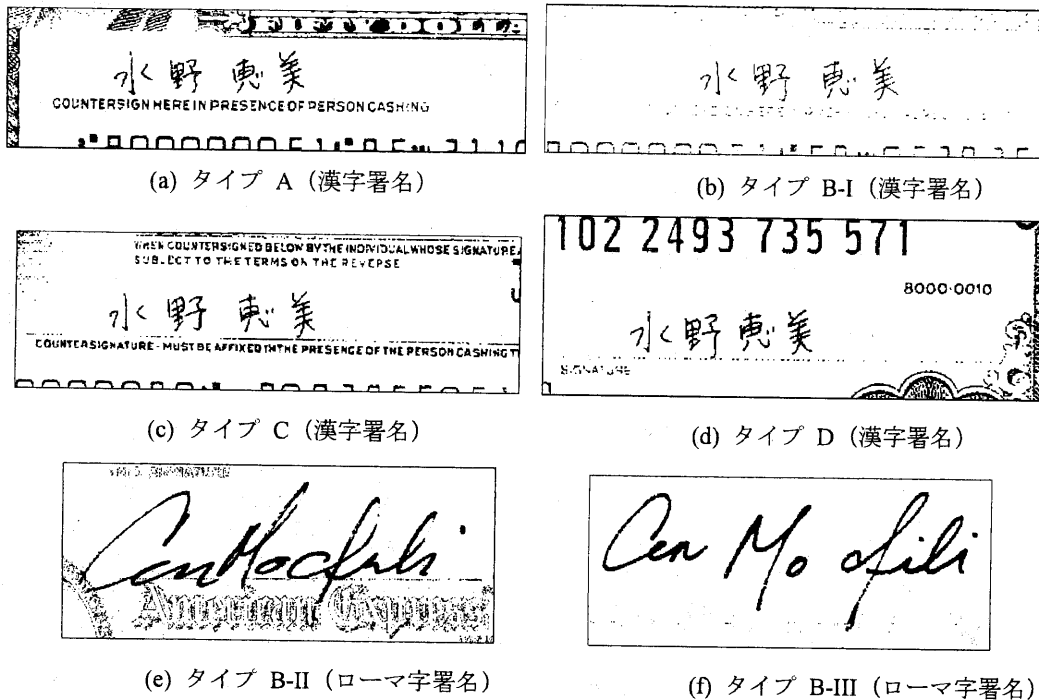


図 5 RGB 空間からヒストグラム法で抽出された署名領域

表 1 RGB 空間における代表色数と抽出署名領域の割合

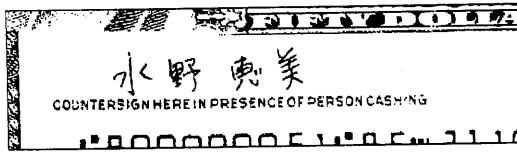
TC	代表色数	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	μ (%)
A	5	1389	508	6280	63.4
B-I	5	1667	1066	741	36.0
C	4	1509	701	4396	53.5
D	4	1514	652	4320	56.9
B-II	4	9650	3144	3984	67.4
B-III	4	8487	3709	46	56.3

### 3. ヒストグラム法による署名抽出

TC の種類により、かなり配色に特徴があり、これがヒストグラム法(軸の分割数は 20 に固定する)での代表色数および署名抽出結果にどのような影響を及ぼすかについて検討した。RGB 空間での結果を図 5 および表 1 に、YIQ 空間での結果を図 6 および表 2 に示す。ここで、S は正しい署名領域の面積、S<sub>1</sub> は署名領域内における他色の面積、S<sub>2</sub> は署名領域の色に融合した背景領域の面積とする。抽出署名領域の割合 μ は次式で表され、抽出した署名の太さを示している。

$$\mu = \frac{S - S_1}{S} \times 100 (\%) \quad (1)$$

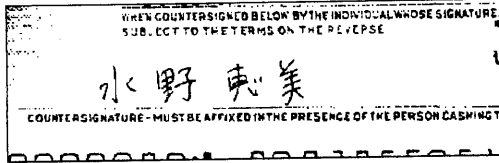
表 2 で顕著なように、TC の種類によって代表色数が異なり、これに伴って署名抽出領域が変化する。ただし、代表色数が少ない場合は、一般的に、背景の印刷文字列などが署名領域と融合して抽出されているが、抽出された署名領域の割合 μ は大なる値となる。また、タイプ B-II およ



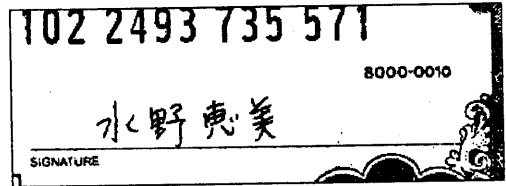
(a) タイプ A (漢字署名)



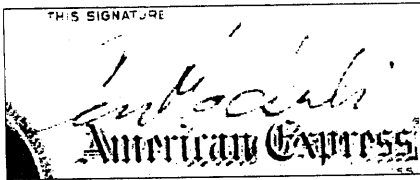
(b) タイプ B-I (漢字署名)



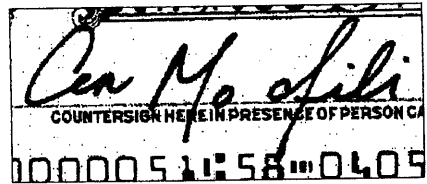
(c) タイプ C (漢字署名)



(d) タイプ D (漢字署名)



(e) タイプ B-II (ローマ字署名)



(f) タイプ B-III (ローマ字署名)

図 6 YIQ 空間からヒストグラム法で抽出された署名領域

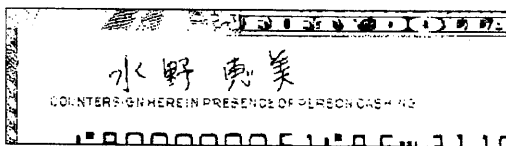
表 2 YIQ 空間における代表色数と抽出署名領域の割合

TC	代表色数	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	μ (%)
A	5	1389	540	6186	61.1
B-I	2	1667	330	11183	80.2
C	5	1509	731	4173	51.6
D	4	1514	398	6989	73.7
B-II	3	9650	7368	7806	23.6
B-III	2	8487	1860	8762	78.1

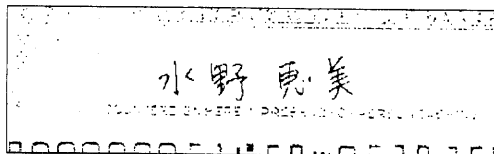
び B-III の結果のように、背景印刷文字列などの類似色に埋没した署名ストロークについては、代表色数が少ない場合には融合により抽出不可能になる部分が生じている。

#### 4. 新しい抽出方法の提案

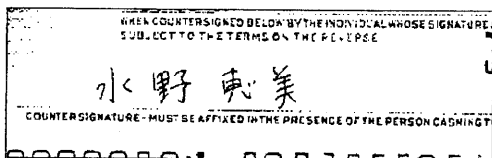
TC からの署名の抽出には、筆記具の色が背景とかけ離れていない限り、ヒストグラム法では偶然性を除いて困難であることがわかった。そこで、まず軸の分割値域をダイナミックに変更するために、YIQ 空間において分布の存在値域のみ 20 分割する方法で検討してみた。結果を図 7 と表 3 に示す。署名の太さは代表色数の増加に伴って細くなり、抽出署名領域の割合  $\mu$  も小さくなっている。また、署名の一部も欠落しておりむやみに代表色数を増加させることは好ましくない。次に、B-II および B-III タイプで量子数をコントロールし、代表色が 5~6 になるようにダイナミックレンジを調節した。結果を図 8 と表 4 に示す。



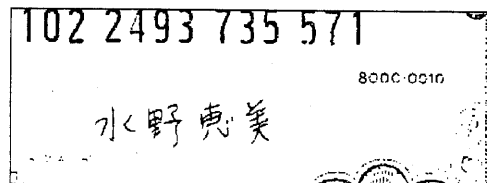
(a) タイプ A (漢字署名)



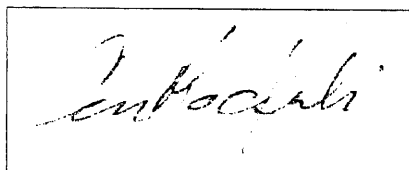
(b) タイプ B-I (漢字署名)



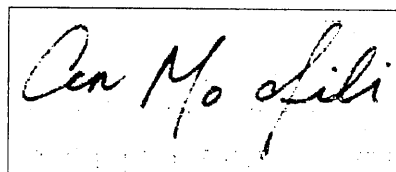
(c) タイプ C (漢字署名)



(d) タイプ D (漢字署名)



(e) タイプ B-II (ローマ字署名)

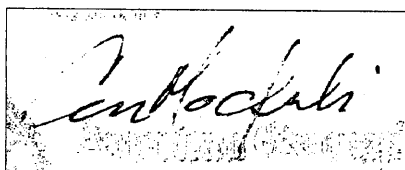


(f) タイプ B-III (ローマ字署名)

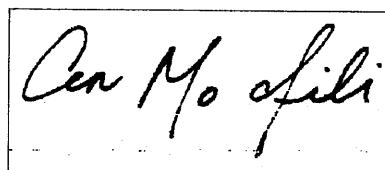
図 7 YIQ 空間からダイナミックレンジのヒストグラム法で抽出された署名領域

表 3 YIQ 空間におけるダイナミックレンジでの代表色数と抽出署名領域の割合

TC	代表色数	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	μ (%)
A	6	1389	689	4258	50.4
B-I	19	1667	1019	1138	38.9
C	17	1509	783	3402	48.1
D	22	1514	896	2568	40.8
B-II	30	9650	7622	1	21.0
B-III	32	8487	4816	51	43.3



(a) タイプ B-II (ローマ字署名)



(b) タイプ B-III (ローマ字署名)

図 8 YIQ 空間から拡張ダイナミックレンジのヒストグラム法で抽出された署名領域

表 4 YIQ 空間における拡張ダイナミックレンジでの代表色数と抽出署名領域の割合

TC	代表色数	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	μ (%)
B-II	5	9650	5496	1183	42.8
B-III	6	8487	3600	48	57.6

図 8(b)と図 7(f)を比較してもわかるように代表色数の調整でかなり抽出結果を改善することが出来る。そこで、署名領域を目的色からの距離で自動的に生成する方法を検討するため、RGB 空間での距離を基準にして抽出を行った。タイプ B-III の結果を図 9 に示す。ここで距離は、R、G、B の差の 2 乗和で示す。図 10 に示すように、RGB 空間内で色の分布が等方的でないため、色空間での分布を考慮した距離を用いることで更なる分離精度の向上が図れる可能性を示唆した。

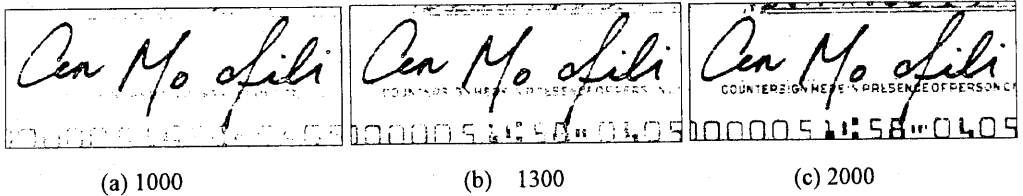
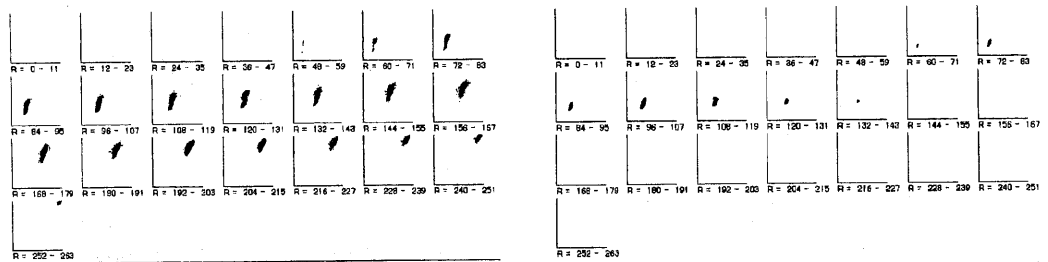


図 9 署名色の周りの距離による領域分割



(a) TC 全体の画素分布

(b) 署名領域の画素分布

図 10 空間内分布の形状

## 5. まとめ

本論文では、TC から署名を抽出するため、署名領域の色特性を解析し、単一色として署名の抽出ができる条件を検討した。その結果、TC の種類や対象領域にも依存するが、ヒストグラム法のみでは難しいことが判明し、新しい方法を検討した。ダイナミックレンジで分割数を調節する方法と署名色からの距離で領域分割する方法を提案し、より良い量子化方法となりうる可能性が得られた。今後はこれらについて更に深く検討していく予定である。

## 参考文献

- [1] K.Franke and M.Köppen: Proc. IWFHR-VI, pp.55-66 (1998).
- [2] I.Yosahimura and M.Yoshimura: Int. J. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Vol.8, No.3, pp.693-708 (1994).
- [3] E.Riseman and M.Arbib: Comput. Graphics Image Processing, Vol.6, pp.221-276 (1977).
- [4] 富永: 情処論, Vol.31, No.11, pp.1589-1596 (1990).
- [5] 仙田, 美濃, 池田: 信学技報, PRU94-29, pp.17-24 (1994).
- [6] 長谷, 丸山, 松下, 米田, 酒井: 信学技報, PRMU97-217, pp.1-8 (1998).