

単板カラーCCDによる撮像文字画像の輝度変換に関する検討

1D-6

宮原 景泰 依田 文夫

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

単板式カラー CCD は、低価格な構成でカラー画像を得ることができ、デジタルスチルカメラ等に広く使用されている。これを入力デバイスとして用いると、画像中の文字を認識すると共に、対応画像をカラー保存可能な文字認識装置が安価に実現できる。しかし、画像中の文字が小さい場合、単板式であることに起因する輝度成分の解像度低下が問題となる。

一般的な単板式カラーカメラで採用されている補完方法は不特定の被写体を対象としており、特に低解像度の（小さく写った）文字画像を対象としたものではない。例えば、文字線幅や文字線間の間隔が1画素しかない場合には、補完により画像がぼけ、CCD 本来の解像度が失われてしまう。

そこで、文字認識の前処理として、上記 CCD で撮像した生の画像（文字画像）を、解像度低下を押さえつつ輝度画像に変換する手法について検討を行ったので、本稿で報告する。

2. 検討内容

単板式カラー CCD には原色系と補色系があるが、今回の対象は、色再現性は良いものの輝度成分の解像度が劣る原色系である。原色系には、図1に示す4画素1組のモザイクフィルタがかかっている。

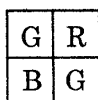


図1 原色系モザイクフィルタ

図1に示す画素のうち、G（緑）は最も良く輝度成分を反映しており、また画素数が他色の2倍あるため、今回検討した輝度変換では、G画素のレベルを輝度値とし、R（赤）/B（青）画素の輝度値を補完により

求めるようにした。なお、文字が極めて小さい場合には、離れた位置の画素値は補完に有効でないと考えられるため、主として使用できる情報は、補完対象画素を中心とした3×3画素の値である。一般に、3×3画素程度の局所的な補完では、周辺画素間のエッジ強度に基づいた方法が有効であるが、この方法では、文字線が細い場合に線の峰や谷（濃淡の局所的な最大または最小値）を適正に補完できない。そこで、上記エッジ強度による補完に加え、RGB濃淡比率から補完対象画素のG換算値を計算し、さらにエッジ方向による補完を行う。

2.1 検討手法

図2に検討した輝度変換手法の処理フローを示す。本手法は、前述の通り文字認識の前処理を前提としており、文字切り出し後の切り出し画像（文字パターン）を対象とする。以下、各処理を説明する。

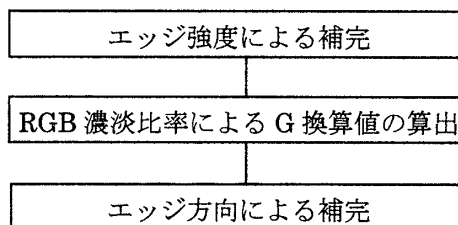


図2 処理フロー

(1)エッジ強度による補完

補完対象画素（RまたはB）の上下に隣接するG画素のうち、画素値の大きい方の値をGvmax、小さい方をGvminとする。同様に、左右に隣接するG画素のうち、大きい方をGhmax、小さい方をGhminとする。Gvmin~GvmaxとGhmin~Ghmaxとで重なる部分がある場合には、補完対象画素は滑らかなエッジ部分であると見なし、上下/左右隣接画素のエッジ強度による補完（式1）を行う。

$$\text{補完値} = \frac{W_h \times G_{\text{have}} + W_v \times G_{\text{gave}}}{W_h + W_v} \dots \text{(式1)}$$

但し、 $Wh = Gvmax - Gvmin$

$Wv = Ghmax - Ghmin$

$$Ghave = \frac{Ghmax + Ghmin}{2}$$

$$Gvave = \frac{Gvmax + Gvmin}{2}$$

(2) RGB 濃淡比率による G 換算値の算出

上記(1)で補完されなかった画素は、線の峰や谷の部分と見なすことができる。この画素について、CCD から得た濃淡値に、R と G 又は B と G の濃淡比率を掛けて、G 換算値を求める。

濃淡比率は、対象とする文字画像全体の濃淡値から求めるが、一般に文字部と背景部の色は大きく異なるため、全体を同等に扱うことはできない。そこで、文字画像の濃度ヒストグラムを複数の部分ヒストグラムに分割し、各部分ヒストグラムの平均濃淡値から濃淡比率を求める。まず、RGB 別に濃淡ヒストグラムを作成し、このヒストグラムに対して、それぞれ判別分析 2 値化 \square を適用して 2 値化レベルを求める。この 2 値化レベルは、大まかに文字と背景を分離するレベルである。さらに、この 2 値化レベルで分割した各部分ヒストグラムから同様の方法で 2 値化レベルを求め、最終的に 4 組の部分ヒストグラムを得る。この 4 組の部分ヒストグラムについて、それぞれ平均濃淡値を求めて代表値とし、代表値の比率を当該濃淡レベルにおける R と G 又は B と G の濃淡比率とする。実際の G 換算で用いる濃淡比率は、この四つの濃淡比率を線形補完した値とする。

(3) エッジ方向による補完

上記(2)で得た G 換算値は、補完対象画素の大まかな属性（峰なのか谷なのか）を示す値ではあるが、周辺画素の濃淡レベルと滑らかに繋がらない場合も多い。このため、上記換算値をそのまま輝度値とはせず、補完方向（水平または垂直）の判定材料として用いる。判定基準は 2 次微分によるエッジ強度とし、(2)での補完対象画素を中心とした 3×3 画素の領域と図 3 の 2 次微分マスクとの畳み込み演算を行い、水平方向マスクの出力値（畳み込み演算結果の絶対値）の方が大きければ式 1 の $Ghave$ を補完値とし、垂直マスク

の出力値が大きければ、 $Gvave$ を補完値とする。

-1	-1	-1
2	2	2
-1	-1	-1

(a) 水平方向マスク

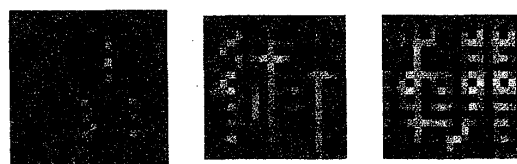
-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

(b) 垂直方向マスク

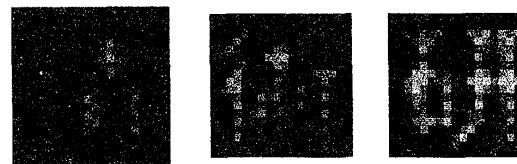
図 3 2 次微分マスク

2. 2 適用例

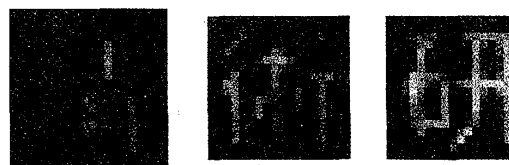
図 4 に適用例を示す。同図において、(a)は CCD の出力画像、(b)は R/B 画素を隣接する 4 個の G 画素平均濃淡値で置き換えた画像（比較のための参考）、(c)は本手法による輝度画像である。(c)は(b)と同レベルの分解能を保ち、かつジャギーの無い、濃淡の滑らかな輝度画像になっている。



(a) CCD 出力画像



(b) G 画像 (R/B は隣接 G 画素の平均濃淡値)



(c) 本手法による輝度画像

図 4 適用例

3. まとめと今後の課題

文字認識の前処理を前提として、単板式 CCD で撮像した文字画像を輝度変換する手法について検討を行った。今後は、多数の画像データを用いて本手法の画質評価を行うと共に、文字認識部と結合させて文字認識精度を評価する予定である。

参考文献

- [1] 大津: "判別および最小 2 乗基準に基づく自動しきい値選定法", 信学論 J63-D No. 4, pp. 349-356 (1980)