

増分符号相関による画像照合のための画像間距離

2W-3

小川修治 林崎基之 甲斐雅志 松尾守之

(東海大学工学部) (NTT東日本) (NTT西日本) (東海大学工学部)

1. はじめに

画像照合は、物体認識、位置計測などの基礎技術として生産、物流、道路監視など広範囲で実用化が進んでいる。これまでは濃淡画像を直接照合する方法が主であったが、照合すべき画像の全画素を計算の対象とするために画素値の僅かの違いが照合結果を変えてしまうなど、シビアな照合となる割にはいい結果が期待できなかった。一方、エッジ抽出などのち照合する、画像の特徴に依存する方法もあるが、エッジ抽出など前処理のパラメータの設定が必要であり、その設定によっては照合結果が大きく左右されるという問題があった。こうした問題を解決するために、本論文では、増分符号関数¹⁾を用いて濃淡画像を照合し、その結果を別に定める画像間距離を用いて評価を行った結果を報告する。

2. 画像の定義と増分符号関数

本論で扱う画像は $m_1 \times m_2 = M$ 個の実数値の濃度を要素とする二次元配列とする。すなわち、画像 x は M 次元ユークリッド空間 R^M の元

$$\begin{aligned} x &= (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{ij}, \dots, x_M) \\ &= (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_M) = \{x_i \mid i=1, 2, \dots, M\} \end{aligned} \quad (1)$$

とみなす。

ここで、画像 $x = \{x_i\}$ に対応するビット列を以下のように定義する：

$$B = \{b_j \mid j=1, 2, \dots, M-1\} \quad (2)$$

但し、

$$b_j = \begin{cases} 1 & (x_{i+1} \geq x_i) \\ 0 & \text{その他} \end{cases}$$

今、同じサイズの画像 x と y とを、対応する画

素ごとに比較することを考える。ここで、

画像 x, y から得られるビット列をそれぞれ

$$B_x = \{b'_j \mid j=1, 2, \dots, M-1\} \quad (3)$$

$$B_y = \{b''_j \mid j=1, 2, \dots, M-1\} \quad (4)$$

とする。

画像 x と y との一致度 $A(x, y)$ をビット列 B_x と B_y との排他的論理和の否定 ($XNOR$) で定義する：

$$A(x, y) = XNOR(B_x, B_y) \quad (5)$$

上式をビット長で割ったものを一致率という。

B_x と B_y の内積 (B_x, B_y) 及びノルムを次式で定義する：

$$(B_x, B_y) = \sum_{j=1}^{M-1} b'_j \cdot b''_j \quad (6)$$

$$\|B_x\| = \left\{ \sum_{j=1}^{M-1} \{b'_j \cdot b''_j\} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

画像 x と y との類似度を $S(x, y)$ とすると、

$$S(x, y) = \cos \theta = \frac{(B_x, B_y)}{\|B_x\| \|B_y\|} \quad (8)$$

2枚の画像 x と y との距離は次式で定義する：

$$\begin{aligned} d(x, y) &= \sqrt{(b'_j)^2 + (b''_j)^2} \\ &= \sum_{j=1}^{M-1} (b'_j \oplus b''_j) \end{aligned} \quad (9)$$

増分符号相関においては、見本画像内の隣り合う画素の明度の増加（あるいは減少）傾向が他方

の対象画像において保存されているか否かを判定して照合評価を行う²⁾。

3. 照合実験と結果

図-1の対象画像 x_0 に対し、位置を変えずに撮影条件（照度を変化）を変えて撮影した画像を x_1 (図-2)、撮影条件を変えずに位置を変えた画像を x_2 (図-3)、それを撮影条件を変えて撮影した画像を x_3 (図-4)とする。

それぞれの画像の一部を走査して 750 個の画素を抽出し、式(2)のビット列 B_0, B_1, B_2, B_3 を得る。

これらのデータを用いて式(5)の一致度を相互に求め、さらに、ビット長で割って一致率を求め表-1を得た。

表-1 照合結果

	画像 x_0	画像 x_1	画像 x_2	画像 x_3
画像 x_0	1	0.932	0.5667	0.5907
画像 x_1	0.932	1	0.5573	0.6053
画像 x_2	0.5667	0.5573	1	0.9147
画像 x_3	0.5907	0.6053	0.9147	1

4. 考察

見本画像 x_0 に対し撮影条件（明度）を変えた対象画像 x_1 、同一撮影条件下で位置を変えた画像 x_2 明度と位置を変えた画像 x_3 について増分相関を用いて相互に照合し、予想通りの結果が得られた。画像の大きさは 256×256 であったが照合に用いた画素数は 750 であった。照合結果は式 (5) で評価したが、この方法では、対象画像を光学的に複写（写真の焼増しなど）した見本画像との照合を行うとき、大きさに変化があった場合は良好な結果が保証されない。そこで、式 (8) あるいは (9) の方法が有効である。これによって、複数の対象画像を見本画像と照合し、画像間の距離が求まる。結果は発表時に明らかにする。

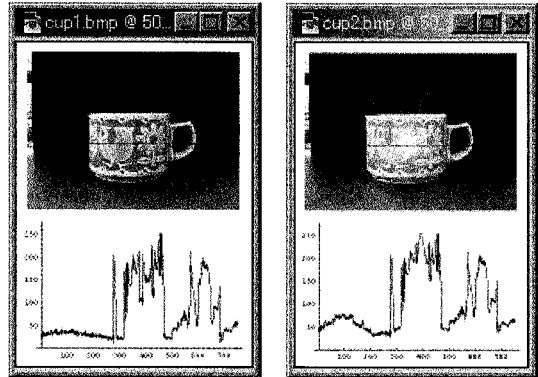


図-1 x_0 とヒストグラム

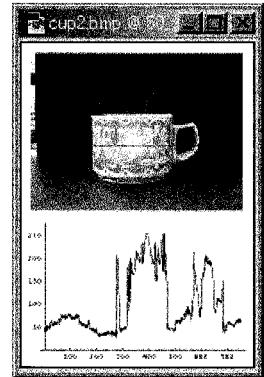


図-2 x_1 とヒストグラム

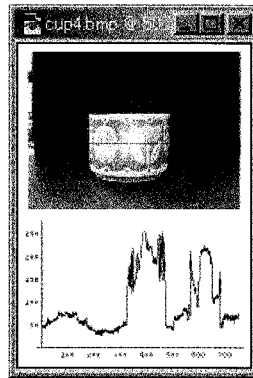


図-3 x_2 とヒストグラム

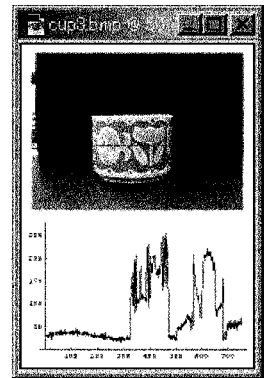


図-4 x_3 とヒストグラム

5. 終わりに

増分符号相関による画像照合について良好な結果を得た。今後の課題は、遠近などによる画像の大きさの変化、ノイズの影響、ボケに対する対策などを研究する必要がある。

参考文献

- 1) 村瀬、金子、五十嵐：「増分符号相関法による画像照合」、精密工学会誌、Vol.66, No.2, 2000, pp261-265
- 2) 武口、金子、近藤、五十嵐：「距離アスペクト画像照合に基づく物体認識」、信学技法、PRMU99-214(2000-1), pp.77-82