

2B-9

画像の主観的評価法を利用した 画像復元の一方法

松尾 守之 坂本 敬志 小菅 勝
東海大学工学部

1. まえがき 画像の復元問題には、パラメトリックウィナーフィルター法(PWF)が有名である。しかし、この復元法の原理は確率測度を基礎にしているため、適用するための条件が厳しい。そこで本論文では、確率測度より条件のゆるいファジー測度を導入することを試みる。すなわち、劣化画像を主観評価し、その評価値とファジー推論から劣化画像を復元する方法について報告する。

2. 画像の評価基準

2.1 画像の劣化及び復元モデル

画像の劣化モデルを以下とする：

$$g = hf + n \quad (2.1)$$

但し、 g ：劣化画像、 f ：原画像、 h ：線形作用素、 n ：雑音。また、画像の復元モデルを以下とする¹⁾：

$$f_0 = kg \quad (2.2)$$

但し、 f_0 ：復元画像、 k ：線形作用素。式(2.2)において、劣化が移動不変であれば空間領域では以下と表せる。²⁾

$$F_0(\xi, \eta) = K(\xi, \eta)G(\xi, \eta) \quad (2.3)$$

但し、 $f_0 \leftrightarrow F_0, k \leftrightarrow K, g \leftrightarrow G$ であり、 \leftrightarrow はフーリエ演算子である。

2.2 PWF

周知のように、信号 f と雑音 n が無相関の時PWFは、 f と n のパワースペクトルを $W_f(\xi, \eta), W_n(\xi, \eta)$ とし、 γ を f_0 の信号成分の f に対する近似の良さと、 n の抑制の度合いとを調整するための値とすれば以下となる：²⁾

$$K(\xi, \eta) = H(\xi, \eta) / \{ |H(\xi, \eta)|^2 + \gamma W_n(\xi, \eta) / W_f(\xi, \eta) \} \quad (2.4)$$

3. ファジー推論

今、単調で画像評価に対してポジティブとネガティブな性質を持つメンバーシップ関数($P(x), N(x)$)を考える。但し、ファジー変数は評価対象に対する評価値である。入力値を $X=X_N, X=X_P$ としそれぞれの適応度を ω_1, ω_2 とすれば

$$\begin{aligned} \omega_1 &= N(X_N) * P(X_P) \\ \omega_2 &= N(X_P) * P(X_N) \end{aligned} \quad (3.1)$$

となる。但し、演算子 $*$ は \min である。それぞれの規則の推論結果 y_1, y_2 は $y_1 = N^{-1}(\omega_1), y_2 = P^{-1}(\omega_2)$ (3.2) 全体の推論結果は y_1, y_2 の重み付け平均をとることにより以下となる。³⁾

$$y^0 = (\omega_1 y_1 + \omega_2 y_2) / (\omega_1 + \omega_2) \quad (3.3)$$

4. 画像の復元とファジー理論

4.1 画像の評価

画像に対する主観評価の為の相反する意味を持つ2つの評価語を用意し、それぞれ q_p, q_n とする。この評価語を用いて画像の劣化度合いを変えた数枚の画像を評価対象として" f に対してどの位良いか悪いか"という評価を下し評価値の組を2次元行列とする。この行列からそれぞれ q_p, q_n の固有ベクトルを算出し、その中の最大固有値に対する固有ベクトルを λ_p, λ_n とし、ファジー推論で用いるメンバーシップ関数(q_n, q_p のメンバーシップ関数をそれぞれ $N(x), P(x)$)とする。

4.2 ファジー推論とPWF

式(2.1)に於いて $h=1$ とすれば、曖昧な値になるのは $\gamma W_n(\xi, \eta) / W_f(\xi, \eta)$ の部分である。そこで、ファジー推論

を用いて $W_n(\xi, \eta)$ を推論する。 $W_n(\xi, \eta) \leftrightarrow R_n(x, y)$ として以下より、 $R_n(x, y)$ を求める。

$$R_n(x, y) = \theta(x, y) y^0 \quad (4.1)$$

また $R_n(x, y) \leftrightarrow W_n(\xi, \eta)$ として $W_n(\xi, \eta)$ を決定する。但し、 $\theta(x, y)$ は乱数関数である。一方

$$\gamma / W_r(\xi, \eta) = \Gamma \quad (4.2)$$

とする。

5. 実験方法

5. 1 画像の作成

f を図 5.1(a) とし、 g を式 (2.1) において、 $h=1, n=\theta' (-\varepsilon \leq \theta' \leq \varepsilon)$ とする。但し ε は雑音の量に対するパラメータとし今回は 3 枚の g ($g_1: \varepsilon=15, g_2: \varepsilon=25, g_3: \varepsilon=35$) を用いた (図 5.1(b), 以下省略)。

5. 2 画像の評価

画像の主観評価語にはノイズの量 q_N , 鮮明さ q_P を用いた。評価法は、 f に対して g_1, g_2, g_3 の評価値を 10 段階とし、 f より評価が悪い場合は逆数をとるとする (表 5.1, 2)。節 4. 1 より $N(x), P(x)$ を求める (図 5.2)。次に、 $g_P(\varepsilon=20, \text{図 5.1(c)})$ を、 q_N, q_P について f を想定してそれに対する評価値を同様にして得、式 (3.3) より y^0 を求める。同様に、 g_1, g_2, g_3 についても y^0 を計算した (表 5.3)。以上より節 4. 2 に従って画像を復元した (図 5.1(d): g_P の f_0 (雑音情報有): f_{0P} , (e): g_P の f_0 (雑音情報無): f_{0P})。但し、 $\Gamma = 1.02 \times 10^{-7}$ とした。

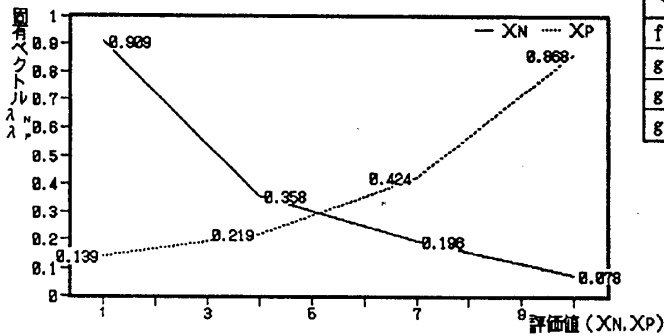


図 5.2 評価値に対する固有ベクトル (メンバーシップ関数)

6. 結言 本論文では、主観評価値とファジー推論を用いて雑音の量を推論し復元画像を得た。その結果、既知の雑音の量に対する復元画像と比較してもあまり大差ない事が示せ、更に本方式の妥当性も併せて示した。

謝辞 日頃から御指導頂いている通信工学科町田東一主任教授ならびに電気系人工知能研究会の先生方に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 小川他: "信号と画像の復元 [I]" '信学誌 Vol. 71 NO. 5 (1988. 5)'
- 2) 高木他: "画像解析ハンドブック" '東京大学出版会'
- 3) 寺野他: "ファジィシステム入門" 'オーム社'



図 5.1 復元のシュミレーション

表 5.1 q_N の評価値

	f	g_1	g_2	g_3
f	1	3	5	9
g_1	1/3	1	2	5
g_2	1/5	1/2	1	3
g_3	1/9	1/5	1/3	1

表 5.2 q_P の評価値

	f	g_1	g_2	g_3
f	1	1/2	1/3	1/5
g_1	2	1	1/2	1/5
g_2	3	2	1	1/2
g_3	5	5	2	1

表 5.3 劣化度合いに対する評価推論値

ε	y^0
15.000	5.4690
20.000	5.8205
25.000	6.0334
35.000	6.4144