

視覚モデルの視点・視野の二乗誤差率による検討
 An Investigation on View-Point and View-Field of Visual Model by Square Error Rate
 川崎 順治* 池田 航将** 安高 智貴* 佐藤 誠*** 飯島 泰蔵****
 Junji Kawasaki, Kosuke Ikeda, Tomoki Yasutaka, Makoto Sato, Taizo Iijima

1. はじめに

人間が画像の主観評価を行う場合、複数の視点・視野を遍歴した結果に基づいた総合評価をしていると考えられる。しかし、この総合評価に関する客観評価法は求まっていない。これ迄に我々は視点中心、視野画像全体で二乗誤差率による客観評価法を提案し、主観評価法の優劣の順位と概ね一致することを明らかにした[1]。

本稿の目的は、従来から提案してきた視覚モデルによる視点中心・視野画像全体の二乗誤差率と人間が主観的に持っている各視点・視野の総合評価に対する客観評価法との関係を実験的に明らかにするものである。

結果として、従来から提案してきた視覚モデルによる視点中心・視野画像全体の二乗誤差率が、人間が主観的に持っている各視点・視野の総合評価に対する客観評価法として容認されることが、実験的に明らかになることを述べる。

2. 画像と視点・視野

2.1 原画像と各種変調画像

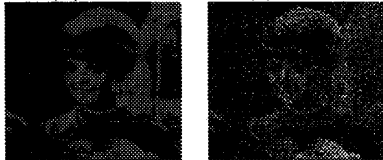
使用した原画像は図1のGirlを用いた。原画像は8bit, 256×256である。図2に示す各種変調画像は256×256で白黒2値化し擬似的に表現している。今後、組織的ディザ法をD, 平均誤差最小法をH, 密度4分割法をP, 単純2値化法をS, ランダムディザ法をRと表記する。



図1 原画像(Girl)



組織的ディザ法(D) 密度4分割法(P) 平均誤差最小法(H)



単純2値化法(S) ランダムディザ法(R)

図2 各種変調画像(Girl)

2.2 視点・視野の定義

筆者の一人は嘗て視覚情報の基礎理論体系を構築するに際して、次の様な事柄を解明した。一般に任意の画像から安定した情報を獲得するに適した注視点は、有限個存在するだけでなく、それぞれの注視点に対応する情報抽出領域がそれに付随して確定することを、理論的に明らかにした。前者は視点、後者は視野と呼ばれている[2]。

図3は、対象画像に対する印象の強い9種類の特徴点を視点[2]とした画像である。

各視点において視野は、画像サイズ256×256の全体を100%として、10%, 20%, 30%, 40%, 50%の5個の大きさで取った。

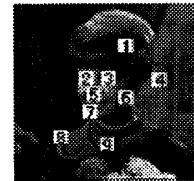


図3 視点決定後の対象画像(Girl)

3. 視覚モデルによる二乗誤差率の概要 [1]

2次元の視覚パターンの基礎方程式は式(1)のように表される。

$$\left(\nabla^2 - \frac{\partial}{\partial \tau}\right) f(r, \tau) = 0 \quad (1)$$

次に各種変調画像 $\hat{f}(r)$ からの擬似濃淡化された復元画像 $f_{MN}(r)$ を求める。ぼけ τ が 0 の $f_{MN}(r)$ を有限項 $m \equiv M, n \equiv N$ で打ち切ると、

$$\hat{f}_{MN}(r) = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N \left(\frac{1}{m!n!}\right) \tilde{B}_{mn} H_m \left(\frac{x-a_0}{\sigma_0}\right) H_n \left(\frac{y-b_0}{\sigma_0}\right) \quad (2)$$

の形式で与えられる。 \tilde{B}_{mn} はパルスの位置の情報を含んだ変換係数、 H_m, H_n はエルミートの多項式、 a_0, b_0 は視点、 σ_0 は視野、 r は位置ベクトルである[1]。

更に原画像 $f(r)$ と復元画像 $f_{MN}(r)$ の誤差を規格化した二乗誤差率 η^2 は式(3)で表される(注)。

$$\eta^2 = \frac{\|f(r) - \hat{f}_{MN}(r)\|^2}{\|f(r)\|^2} \quad (3)$$

4. 視野に関する客観評価

各視野に関する二乗誤差率を求める。二乗誤差率 η^2 は、 $M=M_0, N=N_0$ を用いて求める。

図4, 5, 6は視点3, 6, 9の視野に関する二乗誤差率の評価である。復元画像が原画像に最も近くなる、二乗誤差率が最も小さい視野を最適視野として選ぶことにする。

視点3, 6では最適視野は20%、視点9では最適視野は30%である。更に視点1では30%、視点2, 4, 5, 7, 8では10%の最適視野となった。

*金沢工業高等専門学校 **金沢工業大学

東京工業大学 *東京工業大学名誉教授

(注)従来は近似度という表記でしたが、本来式(3)は原画像と復元画像との誤差率を計算しているので二乗誤差率という表記に改める。

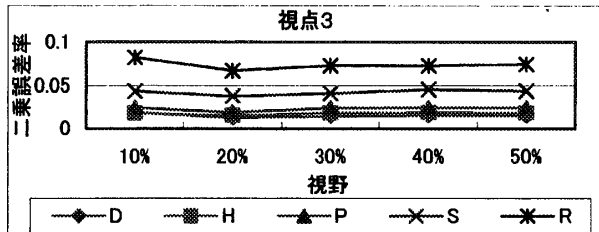


図4 視野に関する η^2 (GIRL) 視点3の結果

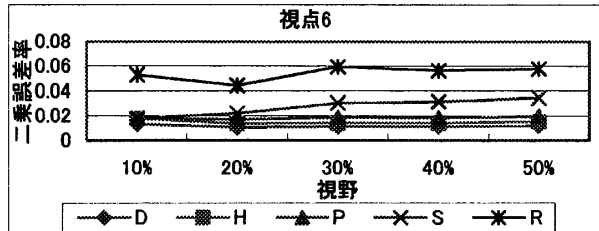


図5 視野に関する η^2 (GIRL) 視点6の結果

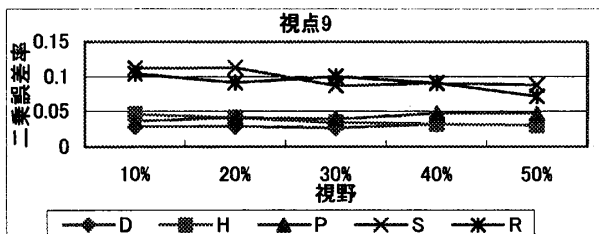


図6 視野に関する η^2 (GIRL) 視点9の結果

5. 各種評価の関係

最適視野の9種類の視点の二乗誤差率 η^2 による相加平均値と、視点を画像中心とし、視野を画像全体にした場合の二乗誤差率 η^2 と主観評価 MOS(Mean Opinion Score)を比較したものが、図7である。

GIRLの各種変調画像において、最適視野の9種類の視点の二乗誤差率 η^2 の相加平均値と視点中心・視野画像全体の二乗誤差率 η^2 の優劣の順位が等しくなり、主観評価のMOSとも優劣の順位が一致することが明らかとなった。

更に図7では画像の中心周辺から離れた視点9での二乗誤差率の評価が、視点中心、視野全体の評価より、違いが大きくなり判別しやすい特性が出ていることが明らかになった。

主観評価実験の条件はITU-R [3]を参考に評定者15名で行い、評価尺度は各種変調画像が表現する濃淡の度合いと原画像の濃淡の間の近さを比較し、優れた順番に1, 2, 3, 4, 5の順位をつけた[1]。客観評価における視点9点の評価時間は、3~5秒程度の短時間で行うので、主観評価との類似性も妥当なものである。

6. 考察

我々は、これまでに画像の主観評価の在り方を客観的に表現する方法として、視点・視野を考慮した視覚モデルを構築した。しかしこのモデルの構築方法と人間の目視の在り方とは、視点・視野の選択方法に関して若干の食い違いが存在していることが判明した。

そこで、画像GIRLで9種類の特徴点を選び、それらの点を視点とした後、各視点の最適視野を求めた。これら

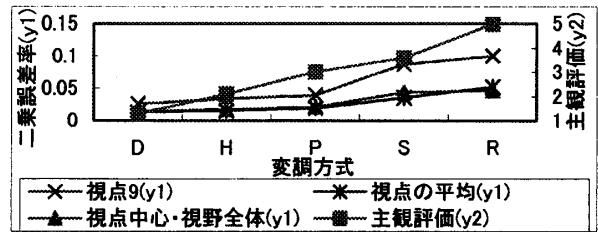


図7 各種変調画像のMOSと η^2 の関係(GIRL)

の最適視野の各視点の二乗誤差率の相加平均値と、視点を画像中心とし、視野を画像全体に選んだ場合の二乗誤差率の優劣と等しくなり主観評価の優劣とも一致することが明らかになった。

これにより、従来から提案してきた視覚モデルによる視点中心・視野画像全体の二乗誤差率が、実は人間が主観的に行っている各視点・視野の総合評価に対する客観評価法として実際に概ね容認されることが、実験的に明らかになったと考えられる。

7. まとめ

本稿は、画像GIRLを用いて従来から提案してきた視覚モデルによる視点中心・視野全体における二乗誤差率と人間が主観的に行っている各視点視野の総合評価に対する客観評価法との関係を実験的に明らかにした。

その結果、最適視野の各視点の二乗誤差率の相加平均と視点を画像中心、視野を画像全体にした場合の優劣の順位が等しくなり、主観評価の優劣とも一致することが明らかになった。このことから、従来から提案してきた視点中心、視野全体の二乗誤差率が人間が主観的に行っている各視点・視野の総合評価に対する客観評価法として実際に概ね容認されることが、実験的に明らかになったことになる。

なお、画像の中心周辺から離れた視点での二乗誤差率の評価が、視点中心、視野全体の評価より、違いが大きくなり判別しやすい特性が出ていることが明らかになった。

今後の課題は、他の画像に関して検討することである。更に、新しい擬似濃淡表示の変調方式が開発される場合に、この二乗誤差率で従来法の変調方式との優劣の評価をするために活用してみたいと考えている。

謝辞

本研究で、ご支援頂いた金沢工業高等専門学校・山田弘文校長、天日三知夫研究主事並びに、金沢工業大学・林彬教授と実験にご協力頂いた川崎研究室の倉、太田、山岸氏に感謝致します。尚、本研究の一部は渋谷学術文化スポーツ振興財団の助成金による。

参考文献

- [1]川崎順治,林彬,飯島泰蔵:“2次元視覚モデルによる画質評価法と各種変調画像を用いた理論の検証”信学論,Vol.J85-D-II,No.2,pp228~241(2002)
- [2]飯島泰蔵:“パターン認識理論”森北出版(1989)
- [3]Rec.ITU-R, BT.500, Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.