

視覚モデルにおける視点・視野の近似度からの検討 An Investigation on View-point and View-field of Visual Model by Measure of Approximation

川崎 順治* 武田 康佑** 加藤 恭子** 飯島 泰蔵***
Junji Kawasaki, Kosuke Takeda, Kyoko Kato, 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、視野画像全体で近似度による客観評価法を提案し、主観評価法の優劣に関する傾向と概ね一致することを明らかにした[1]。

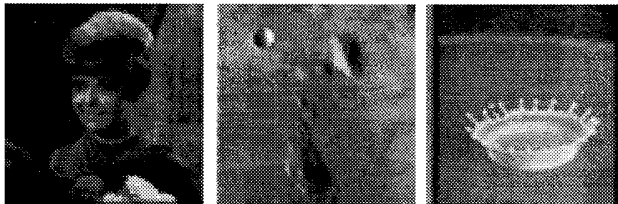
本稿の目的は、従来から提案してきた視覚モデルによる視点中心・視野画像全体の近似度と人間が主観的に行っている各視点・視野の総合評価に対する客観評価法との関係を実験的に明らかにするものである。

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・視野画像全体の近似度が、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

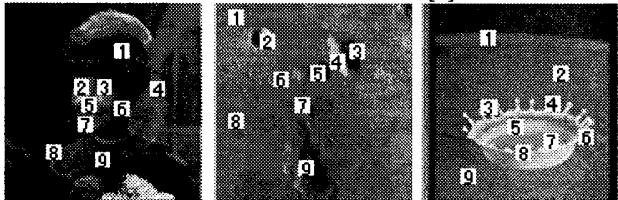
今回の実験で使用した図1の原画像は8bitでサイズは256×256のGIRL, MOON-SURFACE, MILK-DROPの3種類の画像である。



GIRL MOON-SURFACE MILK-DROP
図1 原画像

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]。



GIRL MOON-SURFACE MILK-DROP
図2 画像の各視点・視野

図2は各画像の9個の各視点を示す。各視点は画像にお

*金沢工業高等専門学校

**金沢工業大学

***東京工業大学名誉教授

いて注目する特徴点の場所を選択した。各視点において視野は、画像サイズ256×256の全体を1(100%)として、0.1(10%)・0.2(20%)・0.3(30%)・0.4(40%)・0.5(50%)の5個の大きさで取った。

3. 各種変調画像と視覚モデルにおける近似度 [1]

各種変調画像は、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)の5種類の変調方式を用いた。



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3 各種変調画像(GIRL)

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 $\hat{f}(r)$ からの復元画像 $\hat{f}_{MN}(r)$ を求める。ぼけ $\tau \rightarrow 0$ 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。 a_0, b_0 は視点、 σ_0 は視野である。更に原画像 $f(r)$ と $\hat{f}_{MN}(r)$ の誤差を規格化した近似度 η^2 は式(3)で表される。

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

4. 各視点・視野に関する近似度による評価

4.1 各視点に関する近似度による評価

図4は原画像 GIRL を使用して、視野を0.3(30%)に設定した場合のものである。1から9までの各視点で各種変調画像の近似度 η^2 の大小は $\eta_D^2 < \eta_H^2 < \eta_P^2 < \eta_S^2 < \eta_R^2$ となる。近似度 η^2 は小さい程、変調画像が原画像に近くなり、各種変調画像の優劣は $R < S < P < H < D$ の順となる。また、他の視野でも同様の結果となった。

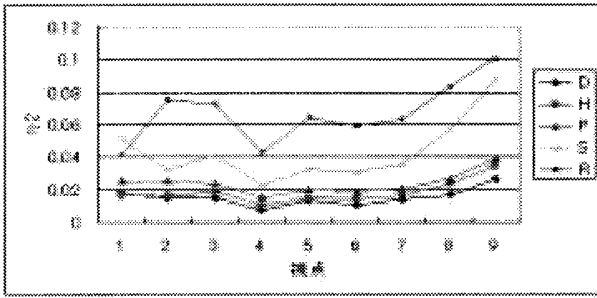


図4 視点に関する近似度(GIRL)

4.2 各視野に関する近似度による評価

各視野に関する近似度を求める。1例として図6は画像 GIRL で、視点4に設定した場合のものである。0.1(10%)から0.5(50%)までの各視野で、各種変調画像の近似度 η^2 の大小は $\eta_D^2 < \eta_H^2 < \eta_P^2 < \eta_S^2 < \eta_R^2$ の順となる。

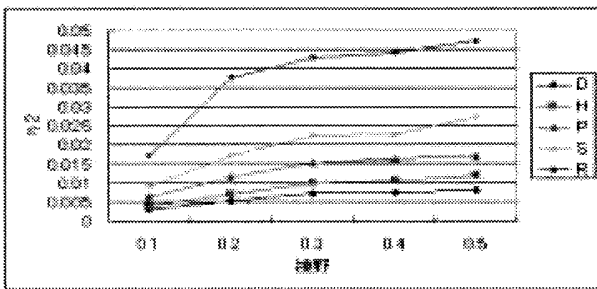


図5 視野に関する近似度(GIRL)

5. 各視点・視野の近似度の相加平均、視点中心、視野画像全体の近似度と主観評価との関係

9個の各視点と5個の各視野の近似度の相加平均と、視点を中心とし、視野を画像全体にした場合の近似度と主観評価(MOS)を比較したものが、図6, 7, 8である。

ここで、主観評価実験の条件は ITU-R[3]を参考に評定者数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、優れた順に1, 2, 3, 4, 5の順位を付けた[1].

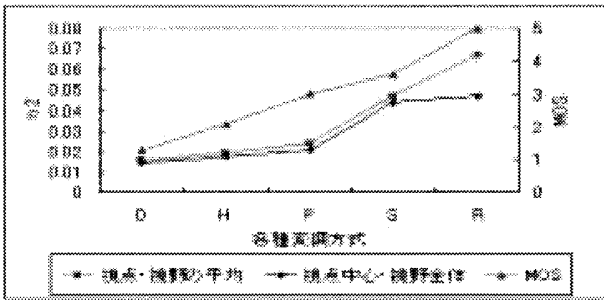


図6 各種変調画像のMOSと η^2 の関係(GIRL)

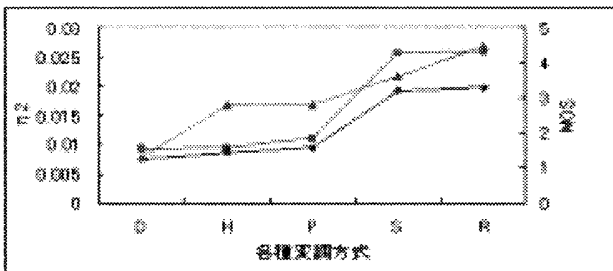


図7 各種変調画像のMOSと η^2 の関係(MOON-S)

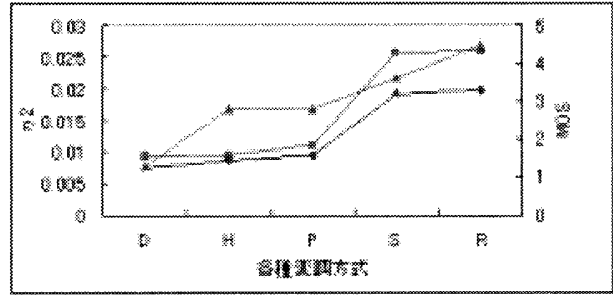


図8 各種変調画像のMOSと η^2 の関係(MILK-D)

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、3種類の画像において9種類の特徴点を選び、それらの点を視点とした後、各視点を中心として画像全体の10%から50%を視野とする場合の近似度評価を行った。その結果、これらの各視点・視野に関する近似度の相加平均値が、視点を画像中心、視野を画像全体に選んだ場合の近似度に、ほぼ等しくなることを明らかにした。

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・視野画像全体の近似度が、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、3種類の画像 GIRL, MOON-SURFACE, MILK-DROP を使用し、5種類の各種変調画像の視覚モデルによる各視点・視野における近似度の関係を検討した。

その結果、各視点・視野の近似度の相加平均が視点画像中心、視野画像全体の近似度にはほぼ等しくなり、主観評価 MOS の優劣の結果とも一致することが明らかになった。このことより、従来から提案してきた視点中心、視野画像全体の近似度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。今後の課題は、視点・視野の局所性や重み付け平均での特徴抽出、他の画質が近い変調方式や画像に関して検討することである。

謝辞

本研究で、ご支援頂いた金沢工業高等専門学校・堀岡雅清校長並びに、金沢工業大学・林彬教授と実験にご協力頂いた加藤研究室・川崎研究室の皆様へ感謝致します。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,pp42~69(1989)
- [3]Rec.ITU-R, BT.500, Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.