

変調画像に対する各種客観評価法に関する検討

An Investigation on Various Objective Evaluation Methods for the Modulated Images

†川崎順治 †宮下宗氏 ††金田将人 ††加藤恭子 †††飯島泰蔵
Junji Kawasaki Soshi Miyasita Masato Kaneda Kyoko Kato Taizo Iijima

1.はじめに

本研究の目的は、外界・網膜・脳を通じて行われる視覚神経の情報処理能力の様相を解析するための視覚モデルを構築し、このモデルを用いて各種変調画像の主観評価の優劣に対応する客観評価法を構築することである。従来の客観評価法 PSNR と我々の提案している視覚モデルによる近似度 η^2 に関しては、 η^2 が主観評価 MOS と一致することが明らかになっている[1]。

本稿では、ランダムノイズ等で主観評価と一致する従来の客観評価法 WSNR[2]と新たに提案する GSNR, ASNR を加えた5種類で画質評価実験を行い、近似度の有効性を比較・検討したので報告する。

2.PSNR, WSNR, ESNR, ASNR, GSNR の評価法

PSNR, WSNR を式(1),式(2)に示す。以下の f_i は原画像、 \hat{f}_i は変調画像、 $S(\mu, \nu)$ は原画像の FFT 画像、 $\hat{S}(\mu, \nu)$ は変調画像の FFT 画像である。

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(S_{\max})^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{f_i - \hat{f}_i\}^2} \quad (1)$$

$$WSNR = 10 \log_{10} \frac{(S_{\max})^2}{\sum_{\mu=1}^{255} \sum_{\nu=1}^{255} \{s(\mu, \nu) - \hat{S}(\mu, \nu)\}^2 W(\mu, \nu)} \quad (2)$$

ここで $W(\mu, \nu)$ は重み付け係数、 N は画素数、 S_{\max} は画像の最大値である。

提案している視覚モデルによる近似度 η^2 [1]の代わりに、SNR形式に習って式(3)で定義される ESNR を用いる。

$$ESNR = 10 \log_{10} \frac{\|f(r)\|^2}{\|f(r) - \hat{f}_{MN}(r)\|^2} \quad (3)$$

ここでは $f(r)$ は原画像、 $\hat{f}_{MN}(r)$ は変調画像からの復元画像である。

次に新たに提案する、ASNR, GSNR を式(4),式(5)に示す。

$$ASNR = 10 \log_{10} \frac{(S_{\max})^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{f_i - \bar{f}_i\}^2} \quad (4)$$

$$GSNR = 10 \log_{10} \frac{(S_{\max})^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{f_i - \sum_{j=1}^N G_{ij} \cdot \hat{f}_j\}^2} \quad (5)$$

ここで平均値画像 \bar{f}_i は注目画素とその近傍の平均値を

†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

出力したものである。ASNR は比較対照の画像に平均値フィルタを掛け、PSNR で計算する。 G_{ij} は分散 σ^2 をパラメータとするガウス分布の重みである。 σ^2 を変化させ GSNR が最大になるように GSNR を求める。

尚、ESNR の復元画像は視覚モデルの最良近似項数で打ち切り、ちょうど LPF(Low Pass Filter)による平滑化機能に該当するので[1]、視覚モデルを特に用いないでも変調画像に対して類似の平滑化機能を持たせた GSNR, ASNR が有効ではないかと考えた。又、PSNR, WSNR, ESNR, ASNR, GSNR、は値が大きい程誤差が少なく原画像に近い。

3.原画像と各種変調方式

実験で使用した原画像は図1の Girl, Moon-Surface, Milk-Drop の3種類の画像を用いた。原画像は $256 \times 256 = 65536$ 画素、256階調である。

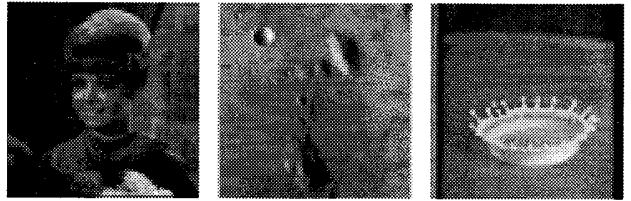


図1 原画像(Girl, Moon-Surface, Milk-Drop)

実験で使用した変調画像は図2である。変調方式は組織的ディザ法(D)、平均誤差最小法(H)、単純2値化法(S)、パルス密度4分割法(P)、ランダムディザ法(R)の5種類を用いた。



組織的ディザ法(D) 平均誤差最小法(H) 単純2値化法(S)



パルス密度4分割法(P) ランダムディザ法(R)

図2 各種変調画像(Girl)

4.主観評価法

主観評価実験の条件は ITU-R 勧告[3]を参考にした。条件は次の通りである。原画像と各種変調画像を同時に見せ、各画像を比べて最も原画像に近く、滑らかな濃淡の出ている画像から順に番号を1, 2, 3, 4, 5とする。この時、視距離は画像の高さの4倍離れた位置で、照度は暗くする。15名の

評定者数で行い、主観的平均順位 MOS で示す。MOS は1が最も原画像に近く、5が最も離れている。

5. 変調方式と各種評価法、主観評価との比較

図3～図5は、各々 Girl, Moon-Surface, Milk-Drop の PSNR, WSNR, ESNR と MOS との比較結果である。図6～図8は3種類の画像の ASNR, GSNR, ESNR と MOS との比較結果である。横軸は各種変調画像、縦軸は評価の優劣の順位を示し、これは低いほうから高いほうに対応する。例えば図3では、ESNRだけが MOS の優劣の順位と共に右上がりとなり D>H>P>S>R となる。

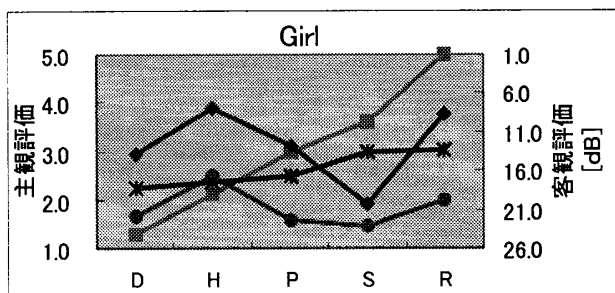


図3 PSNR, WSNR, ESNR と MOS との比較(Girl)

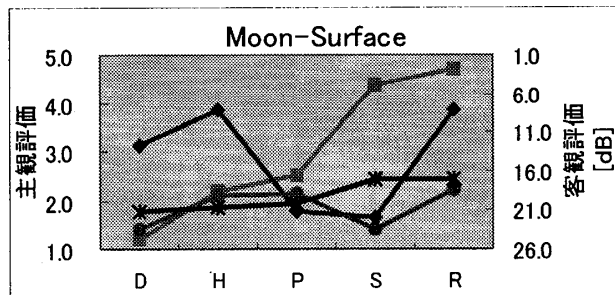


図4 PSNR, WSNR, ESNR と MOS との比較(Moon-Surface)

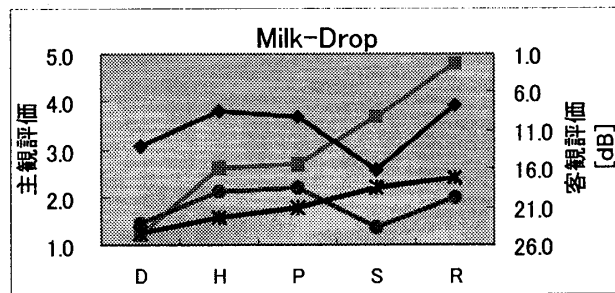


図5 PSNR, WSNR, ESNR と MOS との比較(Milk-Drop)

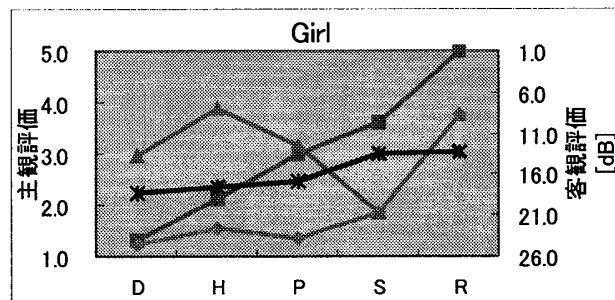


図6 ASNR, GSNR, ESNR と MOS との比較(Girl)

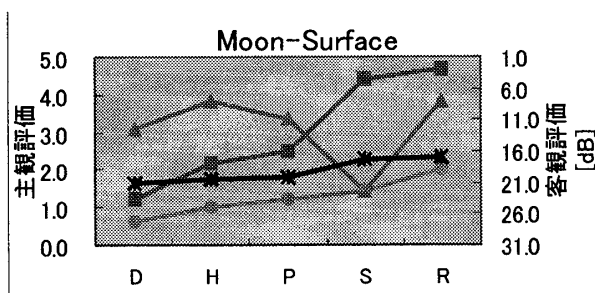


図7 ASNR, GSNR, ESNR と MOS との比較(Moon-Surface)

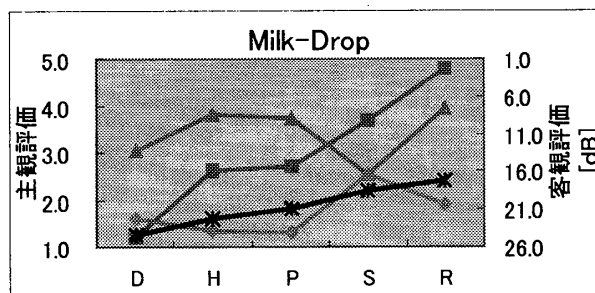


図8 ASNR, GSNR, ESNR と MOS との比較(Milk-Drop)

図2 各種評価法の比較

図3～図8において MOS の優劣の順位は D>H>P>S>R となった。図3～図5の結果において従来の PSNR や WSNR は主観評価 MOS との優劣の一致は見られなかった。又、図6～図8の提案法での平滑化の考えを用いた GSNR や ASNR においても Moon-Surface の GSNR を除いて同様のことが言えるが、視覚モデルによる近似度評価尺度である ESNR は全ての場合において主観評価 MOS と優劣が一致していることが明らかになった。さらに、視覚モデルによる ESNR と類似の機能を外界のレベルで表現しようと提案した ASNR や GSNR は LPF をかけただけでは必ずしも MOS の優劣と一致してないことが分かった。

6. まとめ

Girl, Moon-Surface, Milk-Drop の画像を5種類の変調方式によって変調した画像を、従来からの客観的な画質評価法である PSNR や WSNR, 新たな提案法である ASNR, GSNR は主観評価 MOS と優劣が異なることが明らかになったが、視覚モデルによる近似度 ESNR では主観評価の優劣と一致する。従って、2値化された各種変調画像の優劣を客観評価する上で、従来から提案している視覚モデルによる近似度の評価法の有効性がより明確に示された。

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卒研究生の家中善行氏、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。

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方式を用いた理論の検証” 信学論 D-II Vol. J85-D-II No.2 pp.228-241 2002-02
- [2]半谷精一郎, 和田徹, 宮内一洋 “静止画の画質を評価するための空間周波数領域上の重み付け関数の実験的導出” テレビ誌 Vol.46, No.3, pp295~299(1992)
- [3]Rec. ITU-R, BT.500, Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.