

固定型等価近似法による変調画像の評価に関する検討

An Investigation on Evaluation of Various Modulation Images using Fixed Equivalence Approximation Method

川崎順治* 北村直人** 加藤恭子** 飯島泰蔵***
Junji Kawasaki, Naoto Kitamura, Kyoko Kato, Taizo Iijima

1. まえがき

我々は人間の視覚系である外界・網膜・脳を一つの視覚モデルとして考え、人間が2値画像の全体を眺めると、疑似濃淡画像として認識する過程を定量的に解析した。このモデルにより、各種変調画像の画質の主観評価に対応する客観評価法を提案した[1]。この評価法では視覚モデルを用いて画像を脳で認識復元した画像を想定し、評価するが、その際に必要となる最良近似項数 M_0, N_0 の算出に時間がかかる。そこで、画像を小領域の枠単位で捉え、一様画像の特性を用いる事で、 M_0, N_0 の算出時間を短縮する等価近似法を提案した[2]。本稿では、提案した等価近似法の M_0, N_0 を求める方法として、一部変調方式において枠の変化する所が見つけにくいという問題点を、枠を固定する事で、等価近似法とほぼ同精度で、且つ簡便に評価できる固定型等価近似法を提案する。

2. 原画像と変調画像

実験に使用した原画像は従来から標準画像として用いられている図1のGIRL, MOON-SURFACE, MILK-DROPである。いずれも $256 \times 256 = 65536$ 画素, 256階調である。



(a)GIRL (b)MOON-SURFACE (c)MILK-DROP
図1 原画像

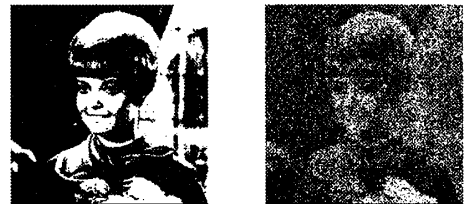
図2はGIRLにおける各種変調画像、組織的ディザ法、平均誤差最小法、パルス密度4分割法、単純2値化法、ランダムディザ法による画像である(以下、各々D,H,P,S,Rとする)。主観評価実験をITU-R勧告を参考に15人の評定者により評価した。その結果 $D > H > P > S > R$ となった[1]。

3. 等価近似法

一様画像を変調すると等間隔にパルスが現れる。そのパルス数 N_p と M_0, N_0 で、 $M_0, N_0 = 0.4N_p$ の関係式が成り立つ事がわかった。等価近似法はその一様画像の特徴を各種変調画像に適応させる手法である。実際には、 2×2 から 13×13 程度までの枠のサイズで画像上を順次走査し、その中にパ



組織的ディザ法(D) 平均誤差最小法(H) 密度4分割法(P)



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)

ルス(3~4本程度)がある枠の数を調べ、パルスのある枠の数が、急激に変化する枠の大きさを調べる。その枠の中にパルスが一つあるものとする事で一様画像を想定し、その特性である $M_0, N_0 = 0.4N_p$ の関係式により M_0, N_0 を求め、評価尺度である近似度を得るものである[2]。これにより M_0, N_0 の算出時間を短縮できたが、一方、R等の一部変調方式には、枠が変化する位置が見つけられないという問題もあった。

4. 固定型等価近似法

4.1 固定型等価近似法の提案

枠を見つける事が困難な場合でも評価できるように、枠を固定し M_0, N_0 の値を固定し評価することを検討する。各原画像を $2 \times 2 \sim 12 \times 12$ の枠を用いて評価した結果、いずれの画像でも、概ね 4×4 の近傍で近似度 η^2 の優劣と主観評価が一致した。そこで $3 \times 3 \sim 5 \times 5$ の範囲で調べると、図3のGIRLでは枠が 3×3 と 4×4 、図4のMOON-SURFACEでは 4×4 と 5×5 、図5のMILK-DROPでは 4×4 と 5×5 の場合に主観評価の結果と近似度 η^2 の優劣が一致し、枠が 4×4 の場合では全ての画像で主観評価と一致する事がわかった。よって、枠を 4×4 に固定して評価する固定型等価近似法を提案する。

ここで、枠を固定し M_0, N_0 を算出すると、 256×256 画素で枠を 4×4 とすると一辺あたり $256/4 = 64$ 個の枠となり、画像全体で $64 \times 64 = 4096$ 個の枠となる。この枠の中にパルスが一つずつ存在する一様画像を考えるので、パルス数 N_p は4096となる。そして、 $M_0, N_0 = 0.4 \times N_p = 0.4 \times 4096 = 1638$ となる。

*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

4.2 等価近似法と固定型等価近似法との作業時間の比較

等価近似法は近似度 η^2 を求めるにあたり、変調画像のヒストグラムを作成し、そこから枠の個数が急激に変化する位置を見つけ、それに対応した M_0, N_0 より近似度を求める。

枠の変化している位置を見つける際には測定者が判断する必要があるため時間がかかる。しかし、固定型等価近似法では枠固定、すなわち M_0, N_0 固定のため、機械的に求めることができるので、等価近似法より圧倒的に早く近似度 η^2 を求める事ができる。CPUが1.7GHz、メモリ256MBのパソコンを使用した場合、 M_0, N_0 の算出にかかる時間は、視覚モデルによる方法では48秒、等価近似法では23秒、固定型等価近似法では2秒であった。

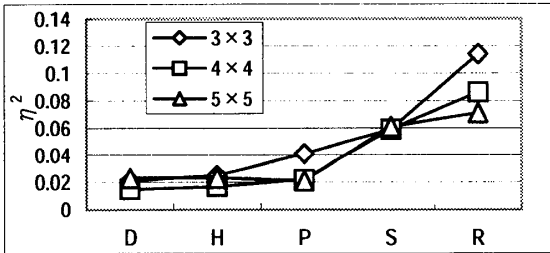


図3 等価近似法と枠の関係 (GIRL)

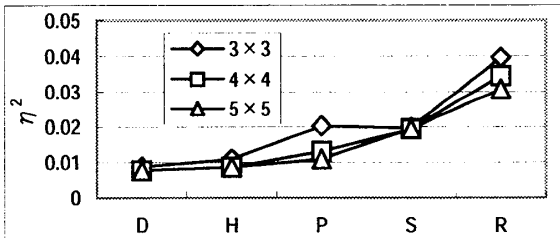


図4 等価近似法と枠の関係 (MOON-SURFACE)

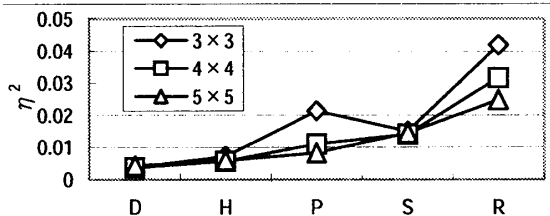


図5 等価近似法と枠の関係 (MILK-DROP)

5. 実験結果

図6～図8は固定型等価近似法と等価近似法による評価の結果である。固定型等価近似法が、視覚モデルによる方法や等価近似法とほぼ同精度で(但し、Rでは差がある)評価でき、更にRも主観評価の優劣の順位と対応して近似度 η^2 で客観評価できることが明らかになった。又、5種類の変調方式の主観評価の優劣と近似度による優劣の順位が対応していることも明らかである。

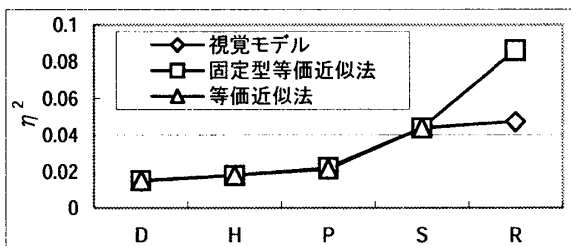


図6 固定型等価近似法と等価近似法(GIRL)

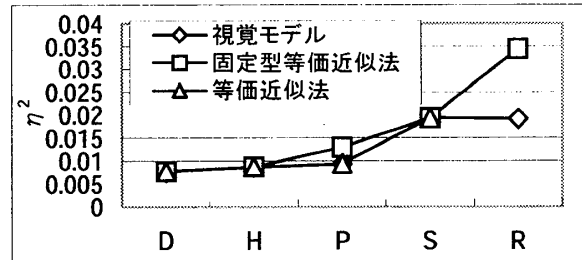


図7 固定型等価近似法と等価近似法(MOON-SURFACE)

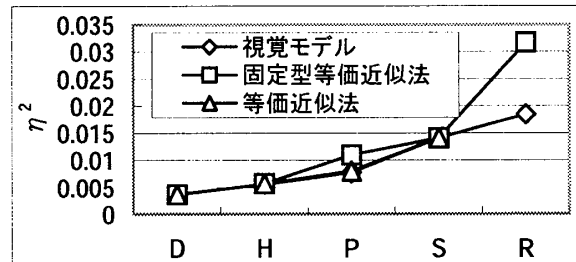


図8 固定型等価近似法と等価近似法(MILK-DROP)

6. まとめ

本論文では、固定型等価近似法を提案し、従来から標準画像として用いられている GIRL, MOON-SURFACE, MILK-DROP の3種類の原画像、密度4分割法、組織的ディザ法、平均誤差最小法、単純2値化法、ランダムディザ法の5種類の変調画像の評価を行った。枠を4x4に固定して評価すると、従来の等価近似法に比べてもほぼ同精度で(但し、Rでは差がある)ありながら、短時間で簡便に処理できる事が明らかとなった。この結果から近似度による優劣の評価と変調画像の優劣の主観の評価が対応しており、主観的な評価と一致するより簡便な客観的な評価法が構築できた。以上により、評価法の実用化の可能性が出てきたと考えられる。今後の課題としては、Haar変換など他の各変調方式や他の画像の場合に関して検討する予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたりご鞭撻頂いた金沢高等専門学校・堀岡雅清校長、山田弘文研究主事並びに、協力頂いた卒研生の橋健太郎氏(現・富士通北陸システムズ)、柿木哲夫氏(現・成和インフォメーション)、宮野雅仁氏(現・NTTドコモ北陸)に深謝いたします。尚、本研究の一部はイヌワシ教育研究資金と澁谷学術文化スポーツ振興財団の助成金によるものである。

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画像を用いた理論の検証", 信学論, D-II, vol. J85-D-II, No.2, PP.228-241, Feb-2002
- [2]川崎順治,飯島泰蔵: "2次元等価近似法による各種変調画像の評価法", 信学論, D-II, Vol. J82-D-II, No.12, PP.2230-2239, Dec-1999