

錯視を誘発する画像特徴合成・強調処理を動画像に適用した場合の効果について

東京理科大学 理工学部 土木工学科 正会員 小島尚人
 独立行政法人 国立がん研究センター 非会員 金子和弘
 東京理科大学大学院 土木工学専攻 学生員 ○広田健一
 東京理科大学大学院 土木工学専攻 非会員 二宮 建
 (現：日本工営株式会社)
 東京理科大学 理工学部 土木工学科 非会員 田村 遼
 (現：国土交通省 東北地方整備局)

1. はじめに

錯視現象を利用した画像判読支援策として、「擬似回転錯視を誘発する画像特徴合成動画」が提案されている。この画像特徴合成動画は、「元画像の画質維持・鮮鋭化」と「目的とする画像特徴の強調」を同時に実現でき、特許出願に至っている¹⁾。しかし、提案されている画像特徴合成動画は、静止画像のみを対象としていたため、この技術を「動画像(以下、動画という)」に適用できないか、といった新たなニーズもあがってきた。動画の画質を維持しつつ、画像特徴を強調できれば、医療分野等、各種検査計測動画を判読・分析する技術者にとって有用な支援情報となる。

以上の背景のもと、本研究では、「動画像を対象とした画像特徴合成・強調動画(A image-FEature Composite Moving image inducing pseudo-rotational visual illusion for moving image:以下 FECM image)」を提案する。視覚評価と「動画エントロピー」に基づく定量評価によって、FECM image 上では「元動画の画質維持・鮮鋭化効果」と「目的とする画像特徴の強調効果」が同時に得られることを示すとともに、FECM image の有用性を示す。

2. FECM image 作成アルゴリズム

本研究で構築した FECM image 作成アルゴリズムの全容を図-1に示す。

(1) STEP1: 静止画像への分解

動画像をフレーム毎に静止画像(RGB カラー合成画像)として分解する。これらの静止画像を「合成元画像」とする。この分解した静止画像全てに対して画像特徴合成・強調処理を実施する。

(2) STEP2: 合成対象画像の設定

合成元画像の R、G、B バンドに対応する単バンド画像1種類を任意に設定する。設定した単バンド画像に対して、任意の画像特徴を抽出・強調し、この画像を「合成対象画像」とする。

(3) STEP3: エンボス画像の作成

合成対象画像に対して光の擬似照射方向 8 方位(0 度～315 度)に対応するエンボス処理を施す。

(4) STEP4: 画像特徴合成画像の作成

光の擬似照射方向 8 方位別に作成された 8 枚のエンボス処理画像と合成元画像を合成し、「画像特徴合成画像」

を作成する。合成元画像 1 フレーム毎に 8 種類の画像特徴合成画像(カラー合成画像)が作成されることになる。

(5) STEP5: FECM image の作成

画像特徴合成画像を連続表示すれば、FECM image が完成する。動画上では光の擬似照射方向の違いに伴って画像特徴が回転して見え、この現象を「擬似回転錯視」と呼んでいる。「擬似回転錯視」が「画像特徴の凹凸視認性の向上」に、「擬似回転時の残像錯視」が「画像全体にわたる鮮鋭化(ボケの改善、エッジの強調等)」につながる。

3. FECM image の適用効果

本研究では、内視鏡動画を対象として FECM image の画像特徴合成強調効果について検討する。

(1) FECM image の視覚評価

図-2に動画像を構成する静止画(1フレーム)に対する平均特徴合成・強調処理結果を示す。元動画に比べて、全体が鮮鋭化(色彩強調、ボケの改善)されていることが判る。微細な凹凸構造も浮き上がるように描出できており、画像のキメや粗さも強調できている。動画を対象として画像特徴合成・強調処理を施すことにより、「時間軸方向」にも「擬似回転錯視と残像錯視」が発生し画像全体を鮮鋭化できることは、従来手法では実現しえない本研究の新規性である。

本研究で提示した FECM image は、元画像の画質を損なうことなく、色彩強調と構造強調といった診断要求を動画上で実現できており、癌等の患部の早期発見や正診率向上につながるものと期待できる。

(2) FECM image の定量評価

画像情報量の観点から画像特徴合成強調効果を定量評価するために、「動画エントロピー」を使用する²⁾。動画エントロピーは、元画像 1 フレームに相当する画像特徴合成画像 8 枚の画像エントロピーを求め、それらの相加平均値とするものである。

$$EM = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 E_{(R, G, B)i} \quad (1)$$

$$E_{(R, G, B)i} = - \sum_{r=0}^{255} \sum_{g=0}^{255} \sum_{b=0}^{255} P_{rgb} \log_2 P_{rgb} \quad (2)$$

但し、

EM : 動画エントロピー

$E_{(R, G, B)}$: 画像エントロピー

キーワード：動画像、画像判読、画質改善、画像特徴、
画像強調、錯視

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科

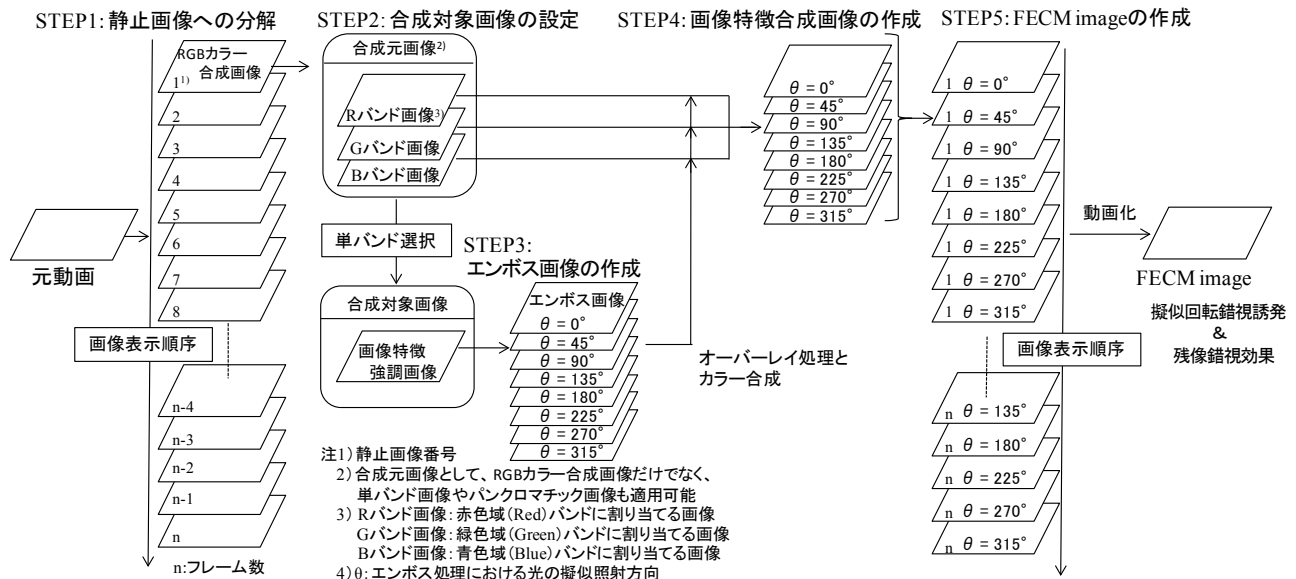


図-1 FECM image 作成アルゴリズム

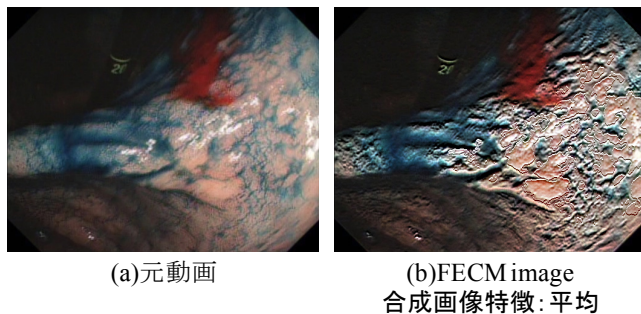


図-2 FECM image の適用効果

(URL:<http://www.rs.noda.tus.ac.jp/estlab/movie/index.htm>)

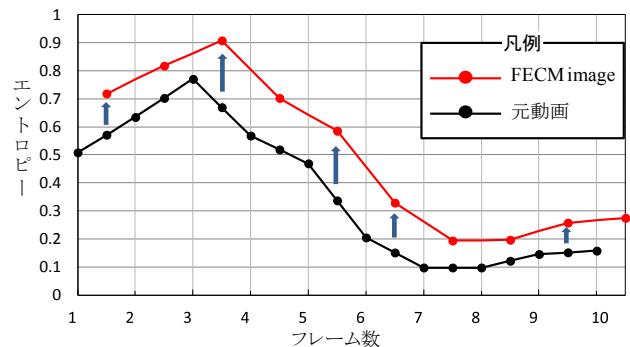


図-3 フレーム別エントロピーグラフ

i : 擬似照射方向番号

P_{rgb} : 画像濃淡レベルの生起確率

rgb : R,G,B プレーン画像の画像濃淡レベル

本論では例として、元動画 10 フレーム及びそれに対応する FECM image 10 フレーム (静止画像数 80 枚) を評価対象とする。図-3 に、エントロピーグラフを示す。動画エントロピーは動画を構成する静止画の平均エントロピーであるため、FECM image のグラフプロット位置は、フレーム間の中点となる。

図-3 より、FECM image の動画エントロピーは元動画よりも常に高くなり、画像情報量が増加していることが判る。FECM image の画像特徴合成強調効果を定量的に示しており、FECM image が元動画の画質を維持しつつ、画像特徴合成強調効果を実現していることを裏付けている。

4. まとめ

本研究は、動画像に対する画像特徴の判読支援を目的として、「動画像を対象とした画像特徴合成・強調動画 (FECM image)」を提案し、その有用性を示したものである。本研究の内容は、以下の 2 項目にまとめられる。

(a) 動画を対象として、元画像の画質を維持しつつ、画

像特徴を合成・強調するといった利用者ニーズに応えるべく、「FECM image 作成アルゴリズム (図-1)」を構築した。FECM image 上では、「擬似回転錯視と残像錯視 (時間軸方向)」によって、画像特徴合成強調効果と画像全体の鮮鋭化効果が得られ、今までにない発見的な画像判読を実施できることを示した。

(b) FECM image の画像特徴合成強調効果に対して視覚評価と動画エントロピーに基づく定量評価を実施した。検討の結果、FECM image が元動画の画質を維持しつつ、画像特徴合成強調効果を実現できることが裏付けられた。

今後の課題として以下の検討を予定している。

(a) 他分野の動画に対する画像特徴合成強調効果の検討

(b) FECM image 作成の効率化

本研究の内容が、様々な実験・計測に関わる動画像に対する画質改善・画像強調手法の参考の一つとして何らかの形で寄与できれば幸いである。

参考文献 1) 小島尚人、永倉佑一: 画像特徴合成動画生成方法、プログラム、及び画像特徴合成動画生成装置、特願 2008-311278、2008 年 12 月。
2) 広田健一、二宮建、小島尚人、大和田勇人: 画像特徴複数合成強調・判読支援動画作成アルゴリズムの構築とその実用化への一提案、土木学会論文集 F3 (土木情報学)、Vol67、No.2、pp.I_44-I_56、2012 年 3 月。