

自然画像と CG 画像を識別するときの注目箇所とその要因

赤間 遥† 亀田昌志‡

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部†

1. はじめに

コンピュータグラフィックス (CG) 技術の進歩により、一部の CG 画像は目視ではそれが CG なのか判断しにくいほど写実的になってきている。しかし、すべての CG 画像が写実的に作成できているわけではなく、CG 画像がより自然なものとして観測されるには、自然画像特有の特徴を明らかにする必要がある。

自然画像と CG 画像を識別するために、ウェーブレット変換により得られるウェーブレット統計量から複数の特徴量を算出し、それをサポートベクターマシン (SVM) を用いて学習することで両画像を識別する手法が提案された[1]。この SVM の学習による識別は、大量の画像と多様な特徴量を用いたことで、従来よりも自然画像と CG 画像の識別率を向上させた。しかし、画像中のどのような箇所でもどのような特徴量が識別に影響を与えるのかについては従来手法では明らかになっていない。注目箇所とその要因を明らかにすることで、CG 画像を作成する際に自然画像の特徴を反映させることができ、写実的な CG 画像の作成につながる可能性がある。

2. ウェーブレット変換

画像にウェーブレット変換を適用すると、サブバンド (LL, LH, HL, HH) を得ることができる。LH, HL, HH はそれぞれ水平、垂直、斜め方向の周波数成分に対応している。また、ウェーブレット変換を複数回適用すると低周波成分 (LL) が分解され、周波数領域においてより詳細な信号を得ることができる。

ウェーブレット係数のヒストグラムの形状は自然画像と CG 画像で異なることが示されており、図 1 のように自然画像のヒストグラムは裾の広い形状となり、CG 画像のヒストグラムは鋭く尖った形状となる[2]。このことに着目すると、自然画像の特徴が強く表れているのは図 1 のヒストグラムの①の部分であり、CG 画像の特徴が強く表れているのは②の部分であることがわかる。

本研究では、ウェーブレット変換により得られるウェーブレット係数のヒストグラムの形状が自然画像と CG 画像で異なることに着目し、そ

れぞれの画像において識別に影響を与えている箇所とその要因を求める。より詳細な信号を捉えるために、画像にウェーブレット変換を 3 段階適用し、ヒストグラムの形状や信号の違いがどの帯域で表れるのか、また、帯域間でそれらの違いがどう変化するかを確認する。このとき、画像中の局所部分で自然画像と CG 画像の特徴の違いが表れると考えたため、図 2 のように画像の局所部分を 256×256 にトリミングしたものをを用いて以下の実験を行う。

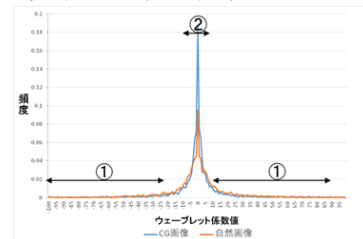


図 1: 自然画像と CG 画像のヒストグラムの比較

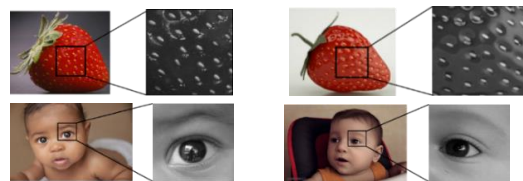


図 2: 実験画像 (左: 自然画像, 右: CG 画像)

3. 提案手法

自然画像と CG 画像に、ウェーブレット変換を 3 段階適用し、それぞれ 9 つの帯域のヒストグラムを得る。低周波成分に近い部分では、ヒストグラムの形状の尖り具合の違いが、自然画像と CG 画像の間で小さくなった。また、自然画像は垂直方向と水平方向に信号がはっきり表れたが、CG 画像は信号の値が小さかった。これらのことから、両画像の識別には、ヒストグラムの形状の裾の広がりとの違いと、水平方向、垂直方向の信号の出方が影響していると予想される。

3.1. 注目箇所の特定

自然画像と CG 画像の間で特徴の違いを明らかにする前に、画像のどの箇所に注目すればよいかを知る必要がある。図 1 の①に相当する部分は、ウェーブレット係数が発生している数が CG 画像より自然画像で多い。両画像間でその発生数を比較し、主観で決定した閾値よりも差が大きかった場合に、自然画像の強い特徴が表れて

Investigation of Important Features in Discrimination between Natural Images and CG Images.

†Haruka Akama, Masashi Kameda, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefecture University

いるとして、そのウェーブレット係数が発生していた場所を画像中にマッピングする。これにより自然画像とCG画像のヒストグラムの形状の違いを画像上で観測することができる。図3はいちごの画像を用いた場合の実験結果であり、閾値は10に設定した。図3より、自然画像はエッジ付近に強い特徴が表れることがわかる。

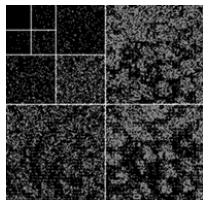


図3：図1の①の部分のマッピング画像

3.2. 注目箇所における特徴量の違い

図3に示した箇所注目して、両画像の違いの要因となっている特徴量について調査する。具体的には、自然画像とCG画像でウェーブレット変換によって得られた9つの帯域のエッジ付近のウェーブレット係数に対して、確率分布の指標として用いられる平均値、標準偏差、歪度、尖度を算出して比較した。その結果、エッジ付近では自然画像のすべての帯域においてCG画像よりも標準偏差が大きいことが明らかとなった。標準偏差は値のばらつきを表すものであるため、画像識別において影響を与えるのは、画像のエッジ付近のウェーブレット係数のばらつき方の違いである。両画像のエッジ付近のばらつき方がどのように違うのかを比較することができれば、より自然なCG画像を作成できる可能性がある。そこで、どのようなばらつき方の違いがあるかについてさらに調査をすすめる。

エッジ情報の解析により、テクスチャの方向と勾配分布の偏りを算出し、それに基づいてノイズ付加をすることで自然なテクスチャの生成が可能になるという報告[3]をふまえて、エッジの方向に着目し、エッジの方向とウェーブレット係数のばらつき方の関係を調べる。単純な解析とするため、評価画像には直線的なエッジをもつサッカーボールの表面の自然画像とCG画像を用いた。両画像にウェーブレット変換を適用し、エッジ付近の信号を比較したときの結果を図4に示す。CG画像のエッジ付近の信号は、エッジに沿って直線状に表れ、自然画像のエッジ付近の信号は、CG画像よりもエッジに沿った信号が直線ではなく、まばらに出現した。出現の傾向を他の画像でも確認するため、図2に示した目の画像で実験を行った。目の画像は様々な方向のエッジが混在しているため、図4ほど結

果が明確ではないが、図5のCG画像では画像中央付近で目のエッジに沿った直線状の信号を確認できる。それに対して自然画像ではエッジに対してまばらな信号が表れている。これらの結果から、自然画像はエッジと交わるようにまばらな信号が表れ、CG画像はエッジに沿った直線状の信号が表れることが明らかとなった。

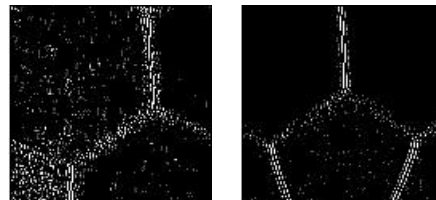


図4：垂直方向（HL帯域）のばらつき方の比較（左：自然画像，右：CG画像）

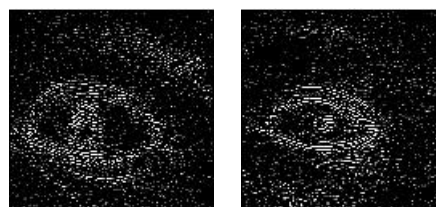


図5：水平方向（LH帯域）のばらつき方の比較（左：自然画像，右：CG画像）

4. おわりに

本研究では、自然画像とCG画像のウェーブレット係数のヒストグラムの形状に着目することで、それぞれの画像で識別に影響を与える箇所とその要因を明らかにした。エッジ付近のウェーブレット係数のばらつき方が自然画像はまばらに、CG画像はエッジに沿って直線状に出現することが明らかとなった。自然なCG画像の作成のためには、より詳細な自然画像特有の特徴が必要であり、今回得られた結果をもとにさらに調査をすすめていく。

参考文献

- [1]森永淳史, 原健二, 井上光平, 浦浜喜一: 一般化ガウス分布とノイズ解析を用いた異種画像間識別, 信学技報, PRMU2014-146, pp.165-170, (2015).
- [2]Feng Pan, Jiwu Huang: Discriminating Computer Graphics Images and Natural Images Using Hidden Markov Tree Model, IWDW, vol.6526, pp.23-28(2010).
- [3]高橋幸恵, 今田敬, 春木耕祐, 齊藤佳奈子, 金子敏充, 伊藤剛: 画像の質感向上のためのテクスチャ付与方式の一検討, 情報処理学会 第77回全国大会講演論文集, 2E-03, pp.61-62(2015).