

画像の質感向上のためのテクスチャ付与方式の一検討

高橋 幸恵† 今田 敬† 春木 耕祐† 齊藤 佳奈子† 金子 敏充† 伊藤 剛†

株式会社 東芝 研究開発センター†

1. はじめに

4K2K (3840x2160 画素)以上の解像度のパネルが普及し始めているが、放送波など流通するコンテンツにはいまだ HD サイズのものが多く、4K2K パネルを活かせる高精細な映像表現のための信号処理が求められている。このため多くのアップコンバート技術が提案されているものの従来技術では、撮像や符号化により高周波成分が失われている領域のテクスチャ成分を推測して質感を向上させることは難しい。

本研究では、粒状ノイズを画像に付加することで画質が向上するという知見[1]に着目したテクスチャ付与技術を提案する。しかし、粒状ノイズを付与するだけでは画面に粉を撒いたようなノイズ感の強い画質になってしまいがちなことから、提案手法では、周囲の画素情報を参照しホワイトノイズを整形してテクスチャ成分を生成し付与する方法を検討した。

以降、2 章では提案するテクスチャ付与技術について述べる。続いて、3 章で提案手法を用いた評価結果について述べ、最後の 4 章では、まとめと今後の課題について述べる。

2. テクスチャ付与技術

本章では、提案するテクスチャ付与技術について述べる。本技術では、入力画像に HD 相当のコンテンツ（低解像度画像）を想定し、既存の拡大手法によって 4K2K 相当に拡大されたコンテンツ（高解像度画像）に付加するテクスチャパターンを生成する。

まず、2.1 でホワイトノイズの生成手法を、2.2 では、ホワイトノイズを、自身の画素情報を参照してテクスチャ成分に整形する手法を述べる。最後に 2.3 で、時空間的ブロック探索により、テクスチャ成分を生成する手法を述べる。

2.1. ホワイトノイズ生成手法

BoxMuller 法の乱数生成器によって出力画像サイズ分の乱数を生成し、それらをランダム性を有するノイズ成分として定める。

2.2. テクスチャ成分生成手法

エッジ情報解析によって入力画像中のテクスチャの方向 θ と勾配分布の偏りを算出し、その形状に沿

った GaussianFilter を生成する。2.1 で生成したホワイトノイズに GaussianFilter をかけて方向を制御し、テクスチャ成分を生成する。

まず、方向 θ の算出方法を述べる。低解像度画像である入力コンテンツのエッジ成分を、RobertsFilter を用いて解析し、その解析結果より勾配ヒストグラムを生成する。本報告では、検出勾配数は 8 方向とした。勾配ヒストグラムから最大頻度の勾配を求め、最大頻度勾配 (hist[m]) と隣接勾配の頻度による平均値から、式(1)により局所領域のテクスチャの方向 θ を算出する。これにより、離散的に検出した 8 方向の勾配から、局所領域内のテクスチャパターンの方向 θ を 8 方向よりも細かい精度で算出することができる。

$$\theta = \frac{(m-1) \cdot \text{hist}[m-1] + m \cdot \text{hist}[m] + (m+1) \cdot \text{hist}[m+1]}{\text{hist}[m-1] + \text{hist}[m] + \text{hist}[m+1]} \quad (1)$$

次に、勾配分布の偏りの算出方法について述べる。勾配分布の偏りは、勾配ヒストグラムを用い、ヒストグラムの最大頻度を GaussianFilter の主軸方向の長さとして定め、最大頻度勾配 (hist[m]) から 90 度ずれた勾配頻度 (hist[m+4]) を主軸と直行する垂直方向の長さとして定める。これにより、方向を保持するテクスチャ領域では、尾根型の GaussianFilter となり、方向のないテクスチャ領域では等方性の GaussianFilter となる。

方向 θ と勾配分布の偏りを変化させた場合の実行例を、図 1 と図 2 に示す。

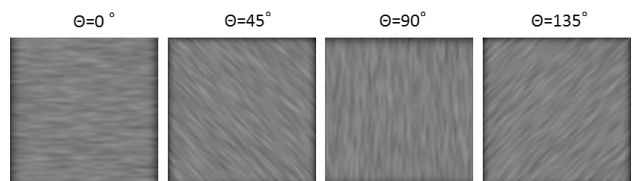


図 1 方向 θ における変化例

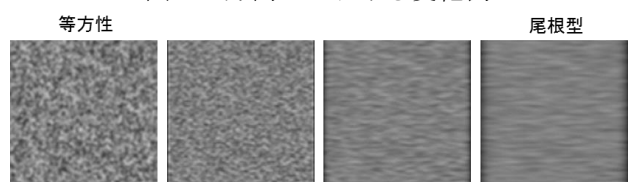


図 2 勾配分布の偏りの変化例

2.3. ブロック探索によるテクスチャ成分生成手法

撮像や符号化により高周波成分が失われている領域のテクスチャ成分を推測して質感を向上させるため、同一オブジェクト内で周辺に残存しているテク

Study for texture generation method to improve subjective image quality

†Yukie Takahashi, Kei Imada, Kosuke Haruki, Kanako Saitoh, Toshimitsu Kaneko, Go Ito · R & D Center, TOSHIBA Corporation

スチャを参照することを試みた。以下で述べるように、入力コンテンツである低解像度画像における処理対象画素の水平、垂直方向、前記画像の縮小画像と、過去フレームの4つの近傍情報を参照し、テクスチャ成分を生成する手法を検討した。この手法は、空間・時間・多重解像度の階層方向の探索概念を導入した動き探索法[2]を参考に考案した。

現フレームと過去フレームについて、入力画像とそれらの縮小画像（本報告では、縦横 1/2 倍と 1/4 倍）のうち、等倍画像の周辺および縮小画像の対応位置のブロック（21 個）から、輝度と色差の SAD を算出し、例えば色差 SAD が最小かつ輝度 SAD が最大となるブロックの情報（2.2 で算出した方向 θ と勾配分布の偏り）を参照して付与するテクスチャ成分を決定する。輝度 SAD が大きいと通常、処理対象ブロックと参照ブロック間の相関が小さいと判断されるが、本手法では、色差 SAD が小さいと処理対象ブロックと参照ブロックは同一オブジェクト内にある蓋然性が高く、同一オブジェクト内の模様には一貫性がある、という前提に基づき、例えば、色差 SAD が小さく、かつ、輝度 SAD が大きいブロックを選択することとした。また、本手法は、主に撮像や符号化により失われた領域（テクスチャ付与が困難な領域）について適用する。テクスチャ成分が残存している領域に適用すると、テクスチャ成分が失われた領域の情報を参照し、不自然なテクスチャ成分が生成されてしまうため、周囲の情報を参照するのではなく自画素の情報を参照する。

図 3 に、現フレームと過去フレームのピラミッド画像と探索候補となるブロックの関係図を示す。過去フレームにおける参照ブロック No. 14 の座標 $(x+mx, y+my)$ の mx と my は、任意の動き探索によって得られた X/Y 軸方向の動き量を意味している。

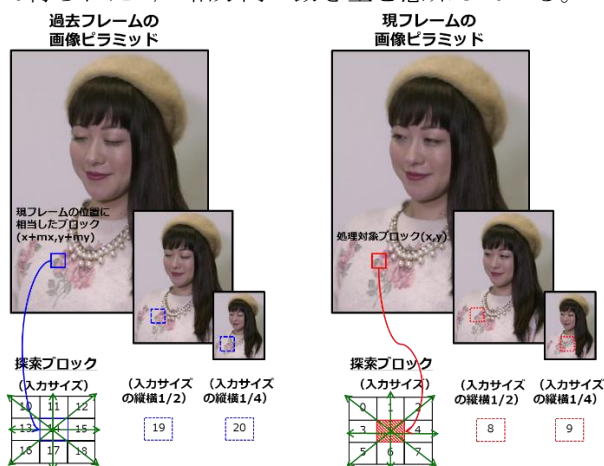


図 3 現フレームと過去フレームのピラミッド画像と探索ブロックとの関係図

3. 評価結果

評価では 4K2K 相当の解像度で撮影したものを、縦横 1/2 倍に縮小した画像を入力画像とする。

入力画像に対して、提案手法と従来手法（Cubic Convolution フィルタ）をそれぞれ適用した処理結果を比較する（図 4）。従来手法では、ぼけて微細なテクスチャ成分が視認できない。一方、提案手法では、帽子表面の凹凸を感じることができる。

次に、提案手法によって生成された生成画像とテクスチャ成分を記す（図 5）。髪の毛部分には尾根型のテクスチャ成分、帽子表面には等方性のテクスチャ成分が生成されており、領域ごとに適したテクスチャ成分が生成されていることが分かる。

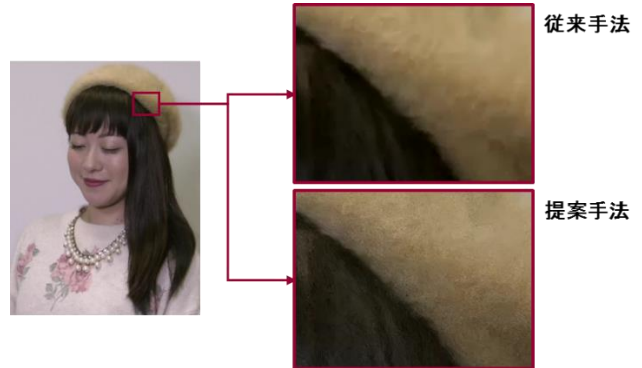


図 4 提案手法と従来手法の処理結果例

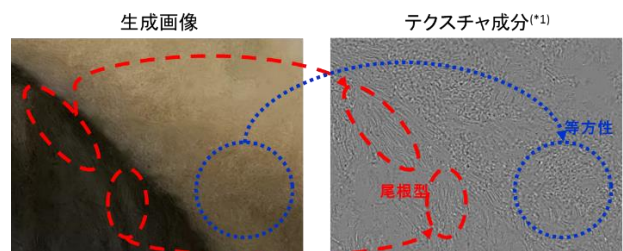


図 5 提案手法により生成された画像とテクスチャ成分例

(*)効果強調のため、エッジ強調フィルタを適用

4. おわりに

本研究では、撮像や符号化により失われたテクスチャ成分を推測して質感を向上させる手法を提案した。しかし、失われたテクスチャ領域が広い、もしくは、フレーム間での画素パターンの変動が小さいと、周辺からテクスチャ情報を参照することが難しいために、自然なテクスチャ成分が生成できない場合がある、という課題が残った。今後は、これらの課題を解決し、テクスチャ生成精度の向上に取り組む。

参考文献

- [1] 武末、青木、小林、“画像の好ましい粒状感に与える記憶質感の影響：記憶質感と現実との違い”、電子情報通信学会技術研究報告. EID, 電子ディスプレイ Vol. 107, p. 5-8, 2007
- [2] 山本、三島、小野、松本“4-D Recursive 探索を用いた高精度動き推定”、映像情報メディア学会、6-6-1-“6-6-2”, 2010