

グローバル動き補償を用いた背景フレーム補間手法に関する検討 A Study on Background Frame Interpolation Method Using Global Motion Compensation

東 正史[†]
Masafumi Higashi

渡辺 裕[†]
Hiroshi Watanabe

1. はじめに

近年の液晶ディスプレイやHDTVの普及により、映像のさらなる高品質化に関する研究が進んでいる[1]。高品質化のアプローチとして空間・時間解像度や色階調数の向上などがある。我々は時間解像度向上技術の一つである、映像内に存在しない画面を仮想的に合成し挿入するフレーム補間技術に注目し、映像内の背景と動きオブジェクトを分離して独立にフレーム補間を行う手法について検討している。本稿では、カメラワークにのみ依存し大局的な動きを持つ背景領域に着目し、背景領域のエッジやテクスチャなどを保存することを目的としてグローバル動き補償を用いたフレーム補間手法について検討する。

2. フレーム補間の概要と問題点

フレーム補間[2]とは、複数枚のフレームから2枚の連続したフレーム間の画像を予測・生成することである(図1)。フレーム補間技術により、復号側でフレームレートを上げることができるため符号化フレーム数の削減による映像の高圧縮化[3]が可能となる。また、液晶ディスプレイで起こる動きボケと呼ばれる残像の抑制[4]などにも効果がある。

現在ブロックマッチング法により動きベクトルを求めフレーム補間を行う手法が主流であるが、ブロック境界部では歪みが起こりエッジやテクスチャの保存性が失われ、補間フレームの画質が低下してしまう問題がある。また、主に背景領域に多い平坦部では動きベクトルの誤検出による誤補間が起ってしまう。

3. 提案手法

本稿では特に背景領域で起こる誤補間に着目し、エッジやテクスチャを保存したまま補間する手法について検討した。具体的には、

Step1. ブロックマッチングにより得られた動きベクトルから上倉らの手法[5]を用いてグローバルパラメータを算出

Step2. 得られたグローバルパラメータについて信頼度判定を行い、信頼度の低いものに対して補正を行う

Step3. 補正されたグローバルパラメータにより補間フレームを生成

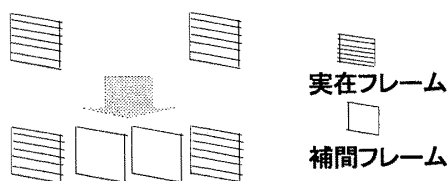


図 1: フレーム補間

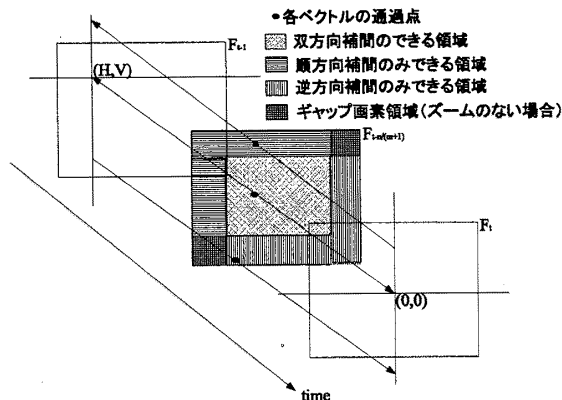


図 2: グローバルパラメータを用いた補間手法という処理を行う。以下に Step2 および Step3 の詳細を示す。

3.1 グローバルパラメータの補正

得られたグローバルパラメータは動きベクトルのヒストグラムから算出しているが、フレーム内に多くの誤り動きベクトルが存在した場合、補間フレームの画質が低下する。そこで得られた各グローバルパラメータの値とヒストグラム値についてそれぞれ閾値処理を施し信頼度の低いパラメータを破棄し、代わりに前フレームのパラメータ値を当該フレームのグローバルパラメータとする。

3.2 補間フレーム生成

Step2 によって補正されたグローバルパラメータより補間を行う。フレームを中心を座標の原点とおいたとき、ズーム・パンのグローバルパラメータ (Z, H, V) と位置 (i, j) およびその位置での動きベクトル $V_{i,j}$ の関係は文献[5]より、

$$V_{i,j} = [iZ + H \quad jZ + V]^T \quad (1)$$

とおける。そこで、フレーム間は等速直線運動をしていると仮定して m 枚補間を行う(図2)場合、 n 番目 $(1 \leq n \leq m)$ の補間フレームの位置 (i, j) における画素値 $F_{t-\frac{n}{m+1}}(i, j)$ は参照フレーム $F_t(i, j)$ 、 $F_{t-1}(i, j)$ を用いて、

$$F_{t-\frac{n}{m+1}}\left(\frac{(m+1-n)(iZ+H)}{m+1}, \frac{(m+1-n)(jZ+V)}{m+1}\right) = \frac{1}{m+1}(nF_t(i, j) + (m+1-n)F_{t-1}(iZ+H, jZ+V)) \quad (2)$$

$$F_{t-\frac{n}{m+1}}\left(\frac{(m+1-n)(iZ+H)}{m+1}, \frac{(m+1-n)(jZ+V)}{m+1}\right) = F_t(i, j) \quad (3)$$

$$F_{t-\frac{n}{m+1}}\left(\frac{n((i-H)Z+H)}{m+1}, \frac{n((j-V)Z+V)}{m+1}\right) = F_{t-1}((i-H)Z+H, (j-V)Z+V) \quad (4)$$

[†]早稲田大学大学院国際情報通信研究科
Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University.

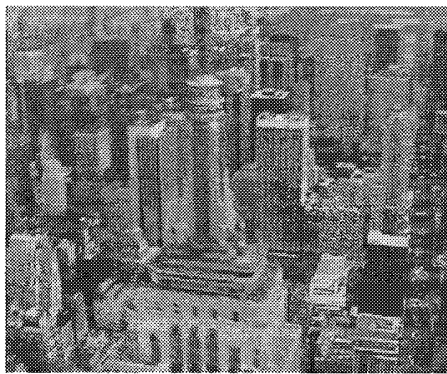


図 3: 提案手法による補間画像

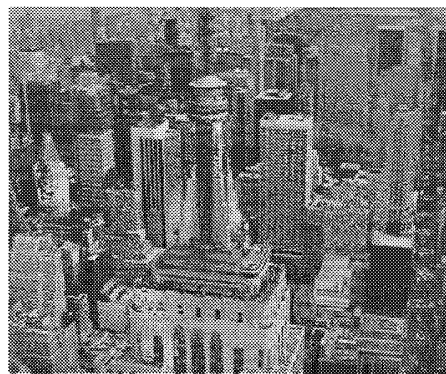


図 5: 実際の同時刻の画像

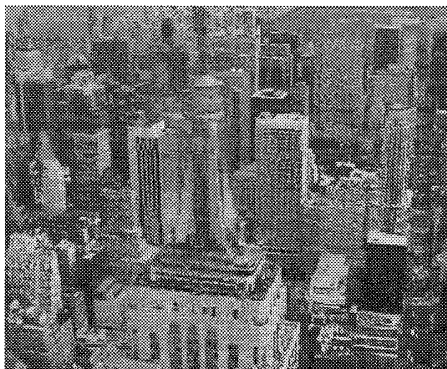


図 4: 従来手法による補間画像 (ブロックベース)

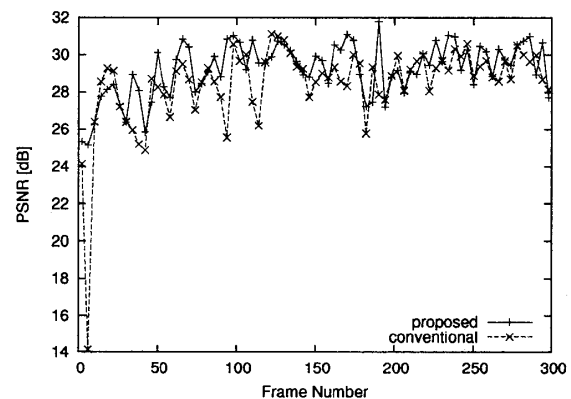


図 6: PSNR での比較

と表せられる。ここで、式 (2) は双方向補間の式を表し、式 (3) は順方向のみ、式 (4) は逆方向のみの領域における補間式を表している。これらの式をもとに補間フレームを生成する。

4. 実験

4.1 実験条件

提案手法による効果を確認するためフレーム補間実験を行った。シーケンスは主に画面の左へ向かってパンしていく City(352 × 288[pe]) とズームアウトしながら画面右下へパンしていくシーケンス Japanese Harp(512 × 288[pe]) を用いた。また、補間では隣接フレーム間に 3 枚の補間画像を挿入しフレームレートを 15[fps] から 60[fps] に上げた。その際発生したギャップ領域については以前検討した手法 [6] を用いて画面内補間を行った。ここで、グローバルパラメータの算出に必要な動きベクトルの検出条件は、8 × 8 ブロック単位の順方向 (参照フレーム数 1) で画素精度は 1/4[pe] とした。

4.2 結果と考察

シーケンス City に関して提案手法およびブロックベースの従来手法による補間結果画像をそれぞれ図 3, 4 に示し、同時刻の実際の画像を図 5 に示す。また、提案手法と従来手法を PSNR で比較したものを図 6 に示す。

図 3 と図 4 から提案手法は従来手法に比べてエッジおよびテクスチャの保存性が高く、主観的には提案手法の方が図 5 に近いといえる。これは Japanese Harp においても同様の結果が得られた。また、図 6 より従来手法に比べて平均約 1.8[dB] の PSNR の改善がみられた。

5. まとめ

本稿ではカメラワークにのみ依存する背景領域のフレーム補間に着目し、背景領域内のエッジやテクスチャの保存性を高めるためにグローバル動き補償を用いたフレーム補間手法を検討した。実験の結果、ブロックベースの手法に比べて主観的・客観的な画質向上がみられた。

参考文献

- [1] 坂東, 高村, 八島, “高フレームレート映像信号の符号化特性に関する考察,” PCSJ, P-1.02, Nov. 2004.
- [2] J.R.Jain, A.K.Jain, “Displacement Measurement and Its Application in Interframe Image Coding,” IEEE Trans. on Comm., Vol.COM-29, No.12, pp.1799-1808, Dec. 1981.
- [3] 出原, 関口, 杉本, 浅井, “符号化情報を利用した低レートビデオの時間解像度改善に関する一検討,” 信学総大, D-11-4, Mar. 2005.
- [4] 青木, 半谷, 杉山, “フレームレート変換による LCD 受像画質の総合改善,” 映メ技報, Vol.29, No.16, pp.1-4, Feb. 2005.
- [5] 上倉, 渡辺, “動画像符号化におけるグローバル動き補償法,” 信学論, B-I, J76-B-I, No. 12, pp.944-952, Dec. 1993.
- [6] 東, 渡辺, “縮小画像を用いたフレーム補間におけるギャップ処理手法に関する検討,” 信学総大, D-11-65, Mar. 2007.