

ミッシングデータが存在する圧縮映像の 時空間処理による修復手法の検討

坂本 脩平[†] 阿部 正英[†] 川又 政征[†]

[†] 東北大学大学院工学研究科電子工学専攻

1 まえがき

2011年の東日本大震災のような大災害において、通信網の輻輳によってパケットロスやビットエラーが発生しやすくなる。このとき圧縮映像を伝送するとビットストリームが破損し、動きベクトルなどが損失し、結果として受信映像が歪む。本稿ではその基礎的な検討として動きベクトルのみが損失した場合を考える。損失した動きベクトルの補間法は様々なものが提案されている。本稿では、代表的な動きベクトルの補間法として3つの補間法を取り上げる。人工的に損失させた動きベクトルの補間にこの3つの補間法を適用し、その結果を比較検討することで圧縮映像の修復法としての動きベクトル補間法の問題点を検討する。

2 動きベクトル補間法

本章では、損失した動きベクトルの補間法として、動きベクトルを $(0, 0)$ で補間する方法と線形補間法、ラグランジュ補間法について述べる。ここで、 (x, y) は水平方向成分として x 、垂直方向成分として y を持つベクトルである。線形補間法とラグランジュ補間法では空間方向において損失した動きベクトルを補間する。なお本稿では H.264 の符号化方式に基づき、動き補償予測単位ブロックは 4×4 ピクセルとし、動きベクトルは 16×16 ピクセルのマクロブロック単位で損失することを想定している。

まず、損失した動きベクトルを $(0, 0)$ で補間する方法について述べる。この方法は最も一般的な補間法であり、動きが比較的小さい映像シーケンスの動きベクトルの補間に有効である。次に、線形補間とラグランジュ補間について述べる。圧縮映像の伝送において、注目しているマクロブロックはその4近傍のマクロブロックとは異なる

るパケットに格納される。このため動きベクトルが損失する場合、その4近傍のマクロブロックの動きベクトルが同時に損失する確率は低いと考えられる [1]。そこで本稿では、動きベクトルが損失する場合、その4近傍のマクロブロックの動きベクトルは損失しないと仮定する。これより線形補間法では、補間対象のマクロブロックを距離1で囲むブロックの動きベクトルを用いて損失した動きベクトルを線形補間する。また、ラグランジュ補間法では、文献 [1] の方法に基づき、補間対象のマクロブロックを距離2で囲むブロックの動きベクトルを用いて損失した動きベクトルをラグランジュ補間する。このとき精度を向上させるために、補間対象のマクロブロックの中心にある4ブロックの動きベクトルを反復して補間する。

3 実験

本章では、まず、標準映像 Salseman に対して動きベクトルを推定し、この一部を人工的に損失させる。その後、動きベクトルの補間法を損失させた動きベクトルに適用する。次に、各補間結果において顕著に差が出た領域を検証する。最後に損失前の動きベクトルと補間後の動きベクトルの平均二乗誤差 (Mean Square Error: MSE) を用いて結果を評価し、各補間法の効果と圧縮映像の修復法としての問題点を検討する。

標準映像 Salseman に対して、2章で示した3つの動きベクトル補間法を用いて実験した。標準映像 Salseman の第105フレームを図1、実験仕様を表1に示す。3つの補間方法によって映像を作成した際に顕著に差が出た領域として、第105フレームの人物の右目の領域が挙げられる。この領域を図2に示す。損失した動きベクトルの周辺の動きベクトルのうち、補間に用いた動きベクトルの多くは $(0, 0)$ に近い値であった。しかし、1ブロックだけ $(2, 16)$ という垂直方向成分が極めて大きい動きベクトルが存在した。この不連続な動きベクトル $(2, 16)$ の影響を受けたため各補間において損失前と動きベクトルが大きく異なるブロックが発生した。また、ラグランジュ補間は損失した動きベクトルを反復して補間する

Evaluation of Reconstruction Algorithms for Compressed Video With Missing Data Using Spatial and Temporal Information

Shuhei SAKAMOTO[†], Masahide ABE[†], and Masayuki KAWAMATA[†]

[†]Department of Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University

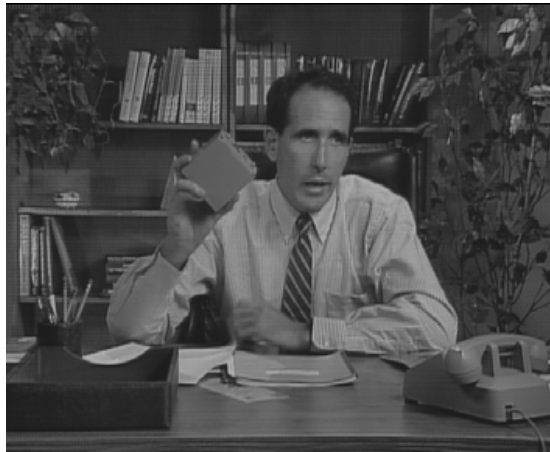


図 1: 標準映像 Salseman の第 105 フレーム

表 1: 実験仕様

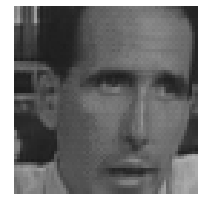
輝度値の範囲	[0, 255]
輝度値の階調数	256
解像度	352×288 ピクセル
フレーム数	447
動き補償予測単位ブロック	4×4 ピクセル
動きベクトル探索法	全探索法
動きベクトル探索範囲	水平/垂直方向に ±16 ピクセル
損失させる単位ブロック	16×16 ピクセル
1 フレーム毎の損失率	0.25%

ためこの影響を大きく受け、損失前と動きベクトルが異なるブロックがより多く発生した。(0,0)での補間は損失前の動きベクトルの多くが(0,0)に近い値であったため、損失前と動きベクトルが大きく異なるブロックは少なかった。したがって、この右目の領域の動きベクトルを見ると、(0,0)での補間の場合は損失前に対して補間後の動きベクトルが異なるブロックが少ない。一方、他の補間法、特にラグランジュ補間の場合は損失前と動きベクトルが異なるブロックが多く存在した。

損失前の動きベクトルと補間後の動きベクトルのMSEを図3に示す。MSEは(0,0)で補間した場合が最も低く、次いで線形補間した場合が低く、ラグランジュ補間した場合が最も高いことがわかる。この結果から、全フレームを通して不連続な動きベクトルが各補間に大きく影響を及ぼしていることがわかる。動きベクトルは必ずしも空間方向に滑らかに変化するわけではなく、不連続なベクトルが発生することがある。本稿の方法のように動きベクトルを空間方向に滑らかに補間すると、その不連続なベクトルの影響を大きく受ける。したがって、圧縮映像の修復法としての空間方向による動きベクトルの補間には不連続なベクトルの影響を軽減する対策が必要である。これは輝度値の空間方向による補間におい



(a) 原映像



(b) (0,0) で補間



(c) 線形補間



(d) ラグランジュ補間

図 2: 第 105 フレームにおける人物の右目

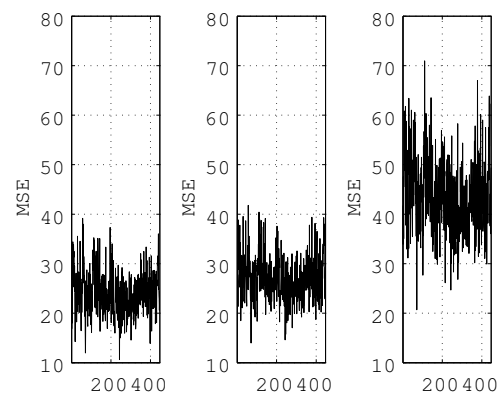


Figure 3: 補間結果と原映像との動きベクトルの MSE

図 3: 補間結果と原映像との動きベクトルの MSE

(左: (0,0) で補間, 中: 線形補間, 右: ラグランジュ補間)

て、エッジなどの不連続点の存在を考慮して補間する方法 [2] と同様の対策が必要である。

謝辞

本論文の一部は総務省の「情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発」(平成 23 年度一般会計補正予算 (第 3 号)) による委託を受けて実施した研究開発による成果である。

参考文献

- [1] J. Zheng and L. Chau, "A motion vector recovery algorithm for digital video using lagrange interpolation," IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 49, no. 4, pp. 383-389, 2003.
- [2] 坂本脩平, 阿部正英, 川又政征, "画像内の正方形ミッシングデータの除去手法の性能評価," 平成 24 年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, no. 2D06, 2012.