

フレーム間引きとフレーム補間を用いた映像圧縮の性能改善

Performance improvement of video compression
using frame interpolation and frame decimation河部洋輔[†]
Yosuke Kawabe新免凌[†]
Shinmen Ryo吉留健[†]
Takeshi Yoshitome三柴数[†]
Kazu Mishiba

1. はじめに

映像コンテンツの高画質化、高精細化が進んだ今日、多数のコンテンツを同時に配信サービスする要求も併せて高まっている。このため、映像符号化効率の向上が強く求められている。そこで本論文では、フレーム間引きとフレーム補間を組み合わせることで符号化効率を改善する手法を提案する。映像をフレーム間引きすることで、フレーム1枚あたりに使用する符号量を増加させ、画質向上を図るとともに、デコード後の映像にフレーム補間を行い、元のフレームレートに戻すことでフレームレートを損なうことなく映像圧縮の性能改善を図る。

2. フレーム補間

フレーム補間は前後のフレームの情報を用いて、中間フレームを生成し、挿入する。補間を行うことにより、フレームレートを上昇させ、動画全体をより滑らかな動きで再生できる。これは前後のフレームの動きから、その中間に当たる画像を予測して生成することで、従来の動画における残像やカクつきなどを低減させている。

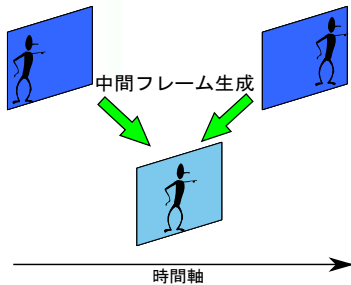


図1: フレーム補間

3. 提案手法

従来手法は入力映像をMPEG-2でエンコードを行い、映像情報であるビットストリームを生成しその後デコードを行い出力映像を出力する。フレームを間引く際に、2種類の間引き手法で間引きした。従来手法と提案手法の概要を図に示す。

提案手法では、エンコード前の映像にフレーム間引きしエンコード対象を減らすことで、発生符号量を削減する。デコード後に、間引きされた映像からフレーム補間を行い、補間フレームを生成する。フレーム間引きを行うことで、フレーム1枚あたりに使用する符号量を増加させデコード後の画質を向上させる。またフレーム間引きを行った映像に対してデコード後のフレームの情報を用いてフレーム補間を行い元のフレーム

レートに戻し、時間解像度を損なうことなく映像圧縮の性能改善を図る。従来手法と提案手法の概要を図2に示す。毎秒30フレームで符号化する手法を従来手法、

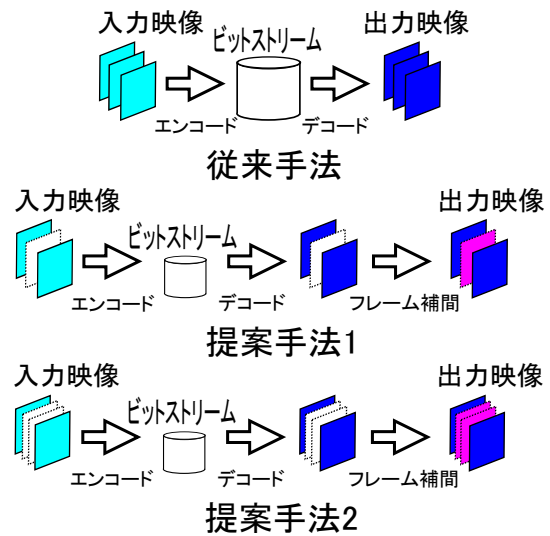


図2: 従来手法と提案手法

フレーム30枚を1枚おきに間引き、毎秒15フレームで符号化する手法を提案手法1、2枚ずつ1枚おきに間引き、毎秒10フレームで符号化する手法を提案手法2とする。提案手法はフレームを間引くことでエンコード時の符号量を減らし、フレーム1枚あたりに使用する符号量を増加させることで、画質向上を狙う。デコード後にフレームレートアップコンバータ(FRUC)で元の毎秒30フレームに戻すことで時間解像度を保つ。補間フレームを生成するとき、前後のフレームから中間フレームを生成するため補間フレームの画質は動きの多さに依存している。

4. 評価実験

4.1. 実験環境

本研究ではフレーム補間ソフトウェアとしてMSU FRC 0.5[1]を使用し、エンコードソフトウェアはMPEG-2[2]を用いて評価実験を行なった。GOP構造は提案手法1, 2はどちらも(N=30, M=1)エンコードし、従来手法はIBP... (N=32, M=2)とIBBP... (N=33, M=3)の2つを用いた。従来手法IBP...と提案手法1を比較すると補間フレームはBフレームに対する補間フレーム、従来手法IBBP...も提案手法2を比較すると補間フレームはBフレームに対する補間フレームとなる。従来手法、提案手法1, 2の条件でエンコードする。映像のサイズは720×480画素を用いた。

[†]鳥取大学 大学院 工学研究科

生成される補間フレームの画像品質はシーケンスの動きの種類に大きく依存する。そこで、動きの多少における提案手法の有効性を確認するために動きの種類が異なる3種類のシーケンスを使ってシミュレーション実験を行った。図3, 4, 5は従来手法と提案手法を比較した実験結果である。また ssim は1に近いほど良い画質である。

図3の結果より、提案手法1は1.8[Mbit/s]までの符

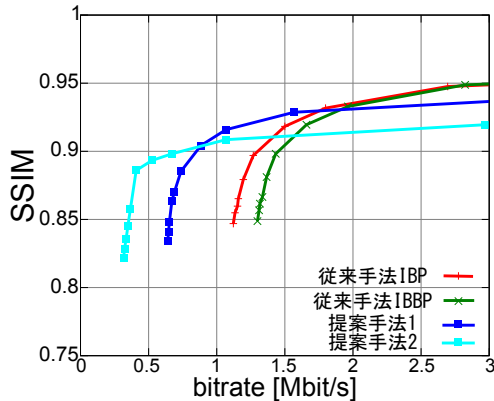


図3: 実験結果 (Susie)

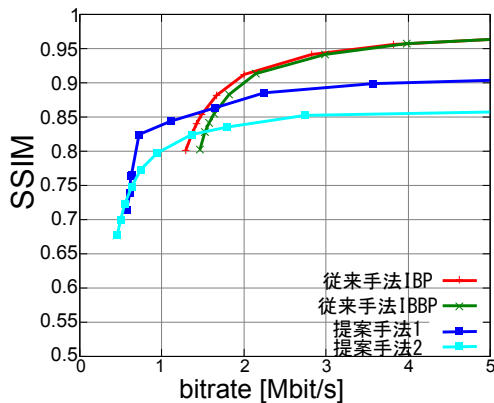


図4: 実験結果 (Street Car)

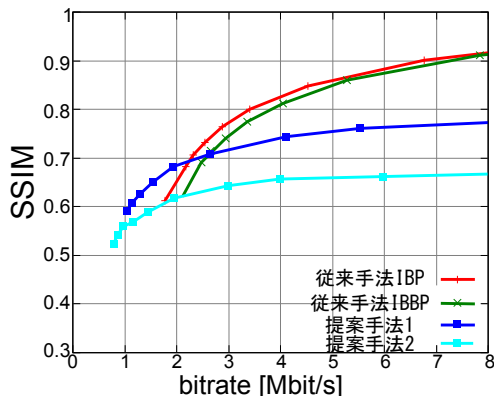


図5: 実験結果 (Bicycle)

号量において従来手法 IBP ... の RD 特性を上回った。提案手法2では、1.6[Mbit/s]までの符号量において従来手法 IBBP ... の RD 特性を上回った。図4の結果より、提案手法1, 2の両手法ともに1.3[Mbit/s]までの

符号量において従来手法 IBP ... , 従来手法 IBBP ... の RD 特性をそれぞれ上回った。提案手法2が提案手法の RD 特性を上回った値は0.5[Mbit/s]だった。提案手法1, 2の両手法が従来手法を上回った符号量が同じだった。図5の結果より、提案手法1は2.2[Mbit/s]までの符号量において従来手法 IBP ... の RD 特性を上回った。提案手法2は2.1[Mbit/s]までの符号量において従来手法 IBBP ... の RD 特性を上回った。また、提案手法2が提案手法1を上回らなかった。

5. 考察と検討

動きの少ないシーケンスである ssie の実験結果を考察する。両手法とも低ビットレートで従来手法の RD 特性を上回った。従来手法の場合エンコードしたときの符号量が少ない時画質はかなり劣化するのだが、提案手法の場合画質一枚一枚に多く符号量をかけ画質を上げたためだと考えられる。よって従来手法の符号量が小さいときに提案手法が従来手法の RD 特性の改善を行ったと考えられる。また提案手法1と提案手法2を比べると0.7[Mbit/s]以下の符号量で提案手法2が提案手法1の RD 特性を上回った。動きの少ない映像での提案手法2の有効性を示すことができた。

次に、物体が一様に動くシーケンスである stcr の実験結果を考察する。提案手法2の有効性が見られなかった理由として、動きの情報が多い映像では間引きフレームを多くしたことで間引きフレームにしかない動きの情報が失われてしまい、補間フレームの画質が落ちたためと考えられる。提案手法1と提案手法2を比較すると前者が後者より従来手法の RD 特性の改善が大きい。これは提案手法2が提案手法1に比べ間引きフレームが多く、エンコード時の画質の劣化が増えたためだと考えられる。

bycl の実験結果を考察する。背景が流れていく bycl のような映像に提案手法2を用いる場合、前後のフレームで画素値が一樣ではないため、映像全体にかかる情報量が増加し、圧縮効率が下がったと考えられる。

6. おわりに

本研究ではフレーム間引きを行った後に MPEG-2 でエンコードを行い、デコード後にフレーム補間をすることで、映像圧縮の性能改善を行った。提案手法が従来手法の RD 特性を上回る結果を得ることで提案手法の有効性が見られた。また、提案手法の特性と提案手法1, 2が有効となる映像の条件について考察をした。前後のフレームで従来手法の動き補償がずれているほどフレーム補間で生成されるフレームの画質が落ちていると考えられる。今後の課題として映像の動きによってフレーム間引きの数を決定させる手法の追加が上げられる。

参考文献

- [1] MSU Graphics & MediaLab MSU FRC 0.5
- [2] MPEG-2 Test Model 5 (TM5)

なお本研究は JSPS 科研費 24560460 の助成を受けたものです。