

G-4

映像配信サービスのための映像品質劣化の少ない高速電子透かし埋め込み手法

A high speed watermark embedding method for video distribution services with minimal video quality degradation

○松永創¹, 澤邊知子², 木原雅巳²*Hajime Matsunaga¹, Tomoko Sawabe², Masami kihara²

Abstract: The need to distribute HD and 4K video content is rapidly growing in Internet video services. We are developing a watermark method that makes it possible to embed user information to video content in real-time; a very effective deterrent of illegal actions. This paper describes the processing method that provides fast embedding of user information while minimizing the video quality degradation.

1. はじめに

近年, 処理性能や通信技術の向上により, 4K や 8K といった高解像度な映像が YouTube や Netflix などで配信されている. 映像配信サービスでは, コンテンツの著作権を保護するため, 様々な著作権管理手法が採用されている. その中の 1 つに, 不正利用の抑止を狙い, 電子透かし技術を用いて利用者情報を埋め込む手法がある. 映像配信サービスに重要なリアルタイム性を満たすため, 様々な電子透かし埋め込みの高速化手法が開発されている. 高速化の主流は, FPGA や GPU を用いた高速化手法[1][2]のように, ハードウェアによって埋め込み処理時間を短縮して高速化する手法である.

これに対して筆者らは, 電子透かしを埋め込む事前処理と映像を再構成する配信処理の 2 工程に分けることにより高速化する映像配信システムを開発している[3].

本論文では, 映像配信サービスのための映像品質劣化の少ない高速電子透かし埋め込み手法を提案する.

2. 従来の埋め込み手法

従来の方式では, H.264 で符号化された符号化データから, IDR フレーム部分だけを抜き出し復号し, 電子透かしを埋め込み, 再度符号化する. この時, 異なる電子透かしを埋め込んだ複数の IDR フレームを作成する. ユーザが映像を要求すると, ユーザ情報に応じた透かし入りの IDR フレームを, 元の H.264 の符号化データの IDR フレームと入れ替え, H.264 符号化データを再構成し配信する. 事前に電子透かしの埋め込みと符号化を行い, ユーザ要求後にはデータの再構成のみを行うことによって高速な透かし入り映像の提供を実現している.

3. 品質劣化の少ない再構成法

従来の埋め込み手法によって高速な透かし埋め込みは実現できている. しかし, 利用する電子透かし方式や扱う映像によっては, B・P フレームに目に見えるレベルの品質劣化が発生することがある. B・P フレームは IDR フレームを参照して復号するフレームであるため, 透かし入りの IDR フレームで再構成したことによる品質劣化だと考えられる. この品質劣化を抑えるためには, B・P フレームを符号化する時に参照する IDR フレームと H.264 符号化データを再構成するときに使用した IDR フレームとの差を可能な限り減らす必要がある. これを実現する提案手法を図 1 に示す.

提案手法では, 初めに映像をフレーム単位にデコードする. 次に IDR フレームへ品質劣化を抑えるための初期電子透かし (WM1) を IDR フレームに埋め込む. そして WM1 を埋め込んだ IDR フレームを含む全てのフレームから H.264 の映像を作成する. また, これとは別に IDR フレームに利用者識別用の透かし (WM2) を埋め込んだものも作成しておく. ここまでが映像配

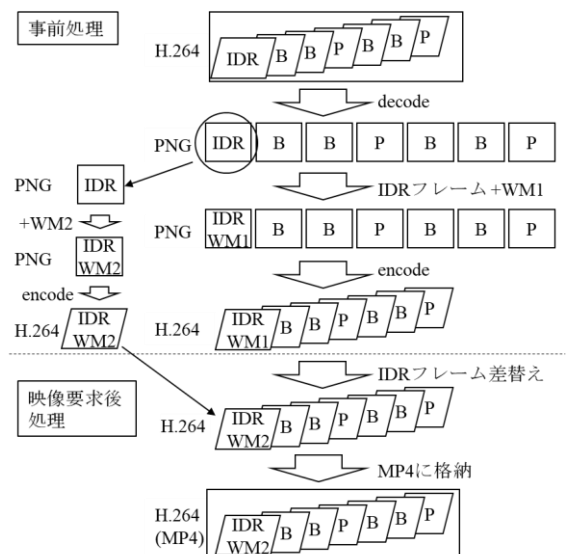


Figure 1 Watermark embedding processing

信開始前の処理である。映像配信を開始し、ユーザから映像の要求が来ると、ユーザ情報に応じて選択した WM2 入り IDR フレームを用いて映像を再構成する。提案手法は従来手法と比べ、事前処理の処理数は増えるが、映像要求後処理は同じである。よって、ユーザが映像の要求を行ってから配信までの時間を従来手法と同じ処理時間にしつつ、映像品質劣化を抑えることが可能となる。

4. 映像品質の評価

初めに主観評価によって従来手法と提案手法で作成した映像の品質比較を行った。測定に用いた映像の基本情報を表 1 に示す。また、映像はバンディングノイズが発生しやすい映像内容のものを選択した。

Table 1 Basic information on used video

コーデック	H.264
解像度	3840 x 2160
GOP 長	30 フレーム
GOP 数	4
総フレーム数	120 枚

今回は、2 種類の電子透かし方式を用意した。オリジナルと作成した映像の一部を図 2 に示す。方式 A を用いた従来手法では、本棚の側面や壁にノイズが発生しているが、提案手法では目立った劣化が無い。次に PSNR を用いて比較を行った。方式 A, B を用いた際の測定結果をそれぞれ図 3, 4 に示す。測定結果より、従来手法から提案手法に変更すると PSNR の中央値は、方式 A で 41.33[dB]から 44.89[dB], 方式 B では 45.60[dB]から 46.92[dB]に変化した。また、平均値は方式 A で 41.05[dB]から 44.84[dB], 方式 B では 45.92[dB]から 46.77[dB]に変化した。提案手法では PSNR が高い値へシフトしていることがわかる。これらより、提案手法は有効だと言える。

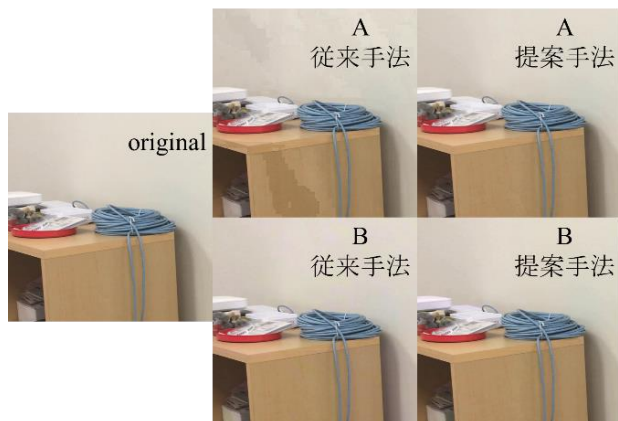


Figure 2 Video with watermark embedded

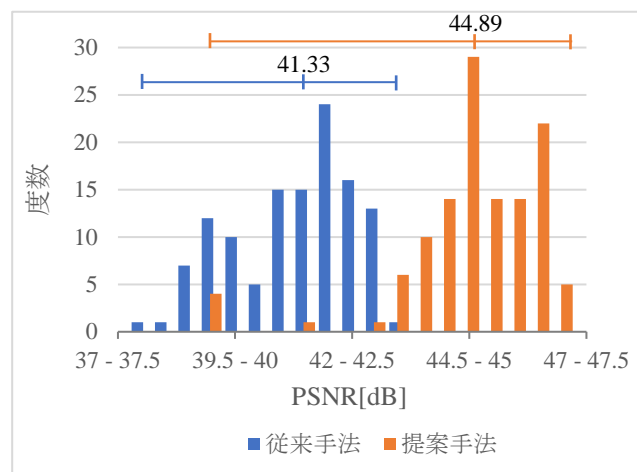


Figure 3 Histogram of watermark method A

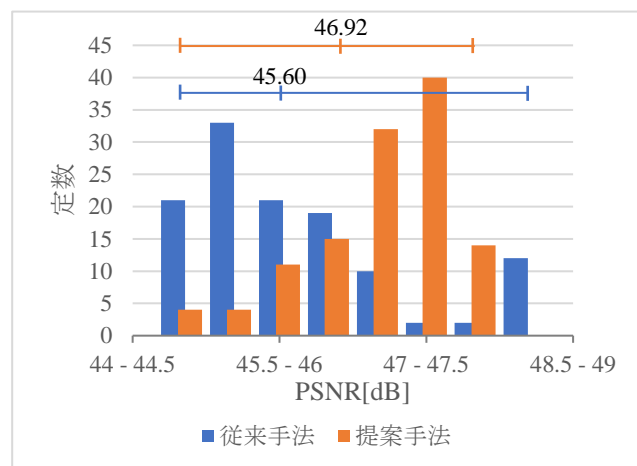


Figure 4 Histogram of watermark method B

5. まとめ

映像品質劣化を小さくする高速透かし埋め込み手法を提案し、品質評価によって有効性を確認した。今後は、事前処理で行うエンコード時のパラメータを変化させたときの PSNR への影響を検証し、パラメータ設定を含めた最適な映像配信システムを検討する。

6. 参考文献

- [1] 片山 他:「動画用電子透かしリアルタイム埋め込み FPGA の設計」, IEICE technical report, 112(128), 35-42, 2012
- [2] 山田 他:「GPU による電子透かし埋込・検出処理の高速化」, 映像情報メディア学会年次大会 2011, 11-4-1-"11-4-2", 2011
- [3] 長澤 他:「擬似電子透かしを用いた動画像コンテンツの個別化手法」ソサイエティ大会, B-7-37, 2015