

### VOD のためのスライス分割型電子透かし埋め込み手法

#### A watermark embedding method based on slice partitioned frames for VOD streaming services

○松永創<sup>1</sup>, 澤邊知子<sup>2</sup>, 木原雅巳<sup>2</sup>

\*Hajime Matsunaga<sup>1</sup>, Tomoko Sawabe<sup>2</sup>, Masami Kihara<sup>2</sup>

Abstract: Watermarking is a very effective method for deterring the unauthorized use of video content in VOD (Video On-Demand) streaming services. While the tamper-resistance of watermarks is being improving, the process of embedding the watermark creates delays unacceptable in VOD services. This paper proposes a new method to embed watermarks into video sequences that uses the slice configuration specified in H.264 video codec. The key advance is to prepare single video frames into which multiple character set watermarks are embedded. We also describe the impact of watermark embedding parameters on video quality.

#### 1. まえがき

映像の著作権管理技術の 1 つに電子透かしがある。電子透かしによって利用者情報を映像に埋め込むことで流出元の特定を可能にし、違法行為の抑止を狙っている。VOD (Video On Demand) のようなリアルタイム性が重要となるシステムに対応するため、電子透かしの埋め込み時間を短縮する高速電子透かし埋め込み手法も提案されている[1]。この手法では、複数フレームで利用者情報を表現するため、映像をカットすることによって情報が欠落する恐れがある。本論文では、この高速電子透かし埋め込み手法を発展させ、1 フレーム当たりの情報埋め込み量を増加させるスライス分割型電子透かし埋め込み手法を提案し、透かし強度による映像品質について検討する。

#### 2. スライス分割型電子透かし埋め込み手法

##### 2.1. 情報の表現方法

提案手法では、スライス機能を用いて映像フレームを複数のスライスで構成する。スライスとはフレーム内圧縮を一定領域で閉じることができる H.264 の機能である[2]。フレームを複数のスライスに分割することで、スライス単位で符号化データを扱うことが可能となる。”132” という利用者情報の埋め込みを例として利用者情報の埋め込み手法を図 1 に示す。

図 1(a)従来手法では、異なる電子透かしが埋め込まれたフレーム (ID フレーム) を組み合わせ、3 フレームで利用者情報を表している。ID フレームを 10 種類として 10<sup>9</sup>通りの利用者情報が必要と仮定すると、情報の表現には 9 フレームが必要となる。

図 1(b)提案手法では、異なる電子透かしが埋め込まれたスライス (ID スライス) を組み合わせることで利用者情報を表すため、1 フレームで表すことが可能になる。ID スライスを 10 種類、映像を 9 つのスライスに分割することで、10<sup>9</sup>通りの利用者情報を 1 フレームで表現可能となる。

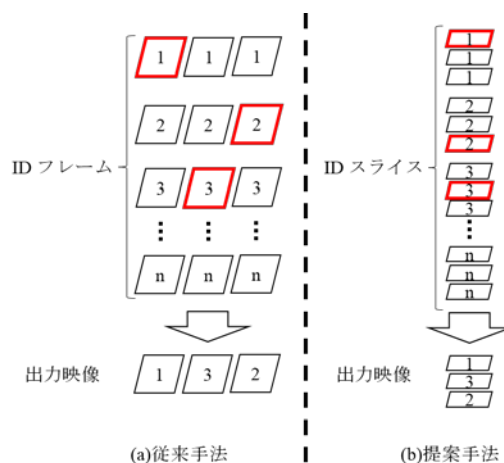


Figure 1. User information representation method

提案手法において利用可能な最大スライス数は、電子透かしが埋め込み可能な最小画素数に依存する。

##### 2.2. 映像配信処理フロー

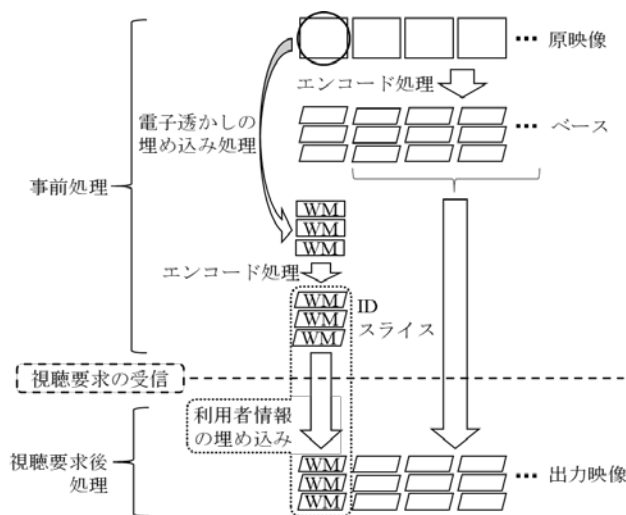


Figure 2. Video streaming flow

提案手法を用いた映像配信処理フローを図 2 に示す。視聴要求受信後に即時配信が求められる VOD に電子透かしを用いるには、電子透かしの埋め込みとエンコードの 2 処理に時間が掛かるため、視聴要求から配信までの時間を短縮する必要がある。そこで提案手

法では、事前処理と視聴要求後処理の 2 フェーズに分け、事前処理で電子透かしの埋め込みとエンコードを行うことによって配信までの時間短縮を行う。

事前処理では、スライスの差し替え先となるベース映像の作成と ID スライスの作成を行う。H.264 には、フレーム間圧縮が存在し、依存関係のあるフレームのスライス分割数は統一する必要があるため、予めスライス分割をしたベース映像を作成する。

視聴要求後処理では、利用者情報をもとに組み合わせた ID スライスをベース映像のスライスと差し替えて映像を再構成することで、利用者情報の埋め込みを行う。本提案手法によって、電子透かしの埋め込み処理とエンコード処理を視聴要求前に行え、要求後にはスライスの差し替え処理とコンテナ格納処理のみとなり、視聴要求から配信までの時間短縮が実現できる。

### 3. 透かし強度による映像品質の変化

#### 3.1. 提案手法による映像の作成

電子透かしソフトウェアは、品質に与える影響を考慮できるよう、電子透かしを埋め込む際の画素値の変化量を調整する透かし強度というパラメータがある。今回は、透かし強度を 1~5 の間で設定できる電子透かしソフトウェアを用いて透かし強度を 3 または 5 に設定し、提案手法によって映像を作成した。用いた映像の基本情報を表 1 に示す。今回は 4 秒の映像で、IDR フレームを電子透かし入りの分割スライスに入れ替えたため、電子透かしの入ったフレームは 1, 31, 61, 91 枚目となり、映像全体で 4 枚入っている。

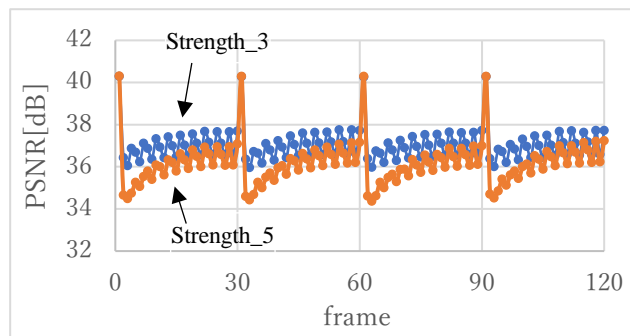
**Table 1.** Basic information on used video

項目	値
画素数	3840 x 2160
フレームレート	30 fps
長さ	4 秒
GOP	30 frame
分割スライス	2
品質パラメータ	qp 18
差し替え位置	IDR frame

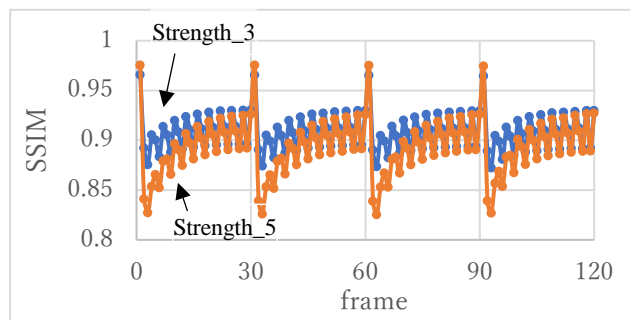
#### 3.2. 客観評価

3.1 で作成した映像から求めた PSNR, SSIM を図 3, 4 にそれぞれ示す。品質評価の基準画像は、オリジナルの連番画像を用いたが、電子透かしの利用を前提として提案手法による品質変化を調査するため、IDR フレームのみ電子透かし入りの画像を使用している。

図 3,4 のより、PSNR では最大で 2.13[dB], SSIM で



**Figure 3.** Quality evaluation by watermark strength (PSNR)



**Figure 4.** Quality evaluation by watermark strength (SSIM)

は最大で 0.05 の差があり、どちらの品質評価でも透かし強度 3 の映像の方が、品質が良いことがわかる。また、電子透かしによって埋め込んだ情報は、透かし強度 3, 5 のどちらでも検出可能であった。

#### 3.3 主観評価

3.1 で作成した映像を主観評価によって評価した。透かし強度 5 の映像では、グラデーション部でバンディングノイズが目立っていた。また、透かし強度 3 の映像でも、透かし強度 5 と同様の位置にバンディングノイズが発生していた。よって、透かし強度による品質の改善効果はあったが、更なる品質改善が必要である。

### 4. まとめ

本論文では、スライス分割を用いて 1 フレーム当たりの情報埋め込み量を増加させるスライス分割型電子透かし埋め込み手法を提案し、電子透かしの透かし強度による品質への影響について調査した。今後は、最適な透かし強度や初期透かし埋め込み手法との組み合わせの検討を行い、最終的にシステム化を目指す。

### 5. 参考文献

- [1]長澤, 木原, “疑似電子透かしを用いた動画像コンテンツの個別化手法”, 2015 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-7-37, 2015
- [2] ISO/IEC 14496-10 “Information technology Coding of audio-visual objects Part 10:Advanced Video Coding”