G-5

IDR フレームへの電子透かし埋め込みを利用したストリーミング動画処理システム

A streaming video processing system based on watermark embedding into Instantaneous Decoding Refresh frames

○長澤隼斗[1]，　木原雅巳[2]，　澤邉知子[2]
Hayato Nagasawa[1], Masami Kihara[2], Tomoko Sawabe[2]

Abstract: This paper describes a streaming video content distribution system with fast watermark embedding function that prevents illegal copying and uploading. The two-step processing offered by the proposed watermark method is very effective in reducing the embedding time. The watermark is embedded in each Instantaneous Decoder Refresh frame in H.264 coded high resolution videos.

１．はじめに

近年，テレビ放送は 4K 規格を取り入れており，より高解像度な放送を目指す動きが加速している．映像配信の分野でも，YouTube，Netflix などが 4K 配信を行っている．これらの高解像度な映像コンテンツの放送，配信では，著作権保護を目的に，さまざまな著作権管理方法が採用されている．その中の一つに，不正使用の抑止効果を狙った電子透かし技術がある．フレーム単位で高速に埋め込む技術[1]や、圧縮された動画像に電子透かしを埋め込む技術[2]が開発されている．

本論文では，決められたフレーム単位で電子透かしを高速に埋め込む手法を用いて，ストリーミングによる動画像配信システムの構成について提案する．

２．配信方法

本論文では，利用者を特定可能な電子透かし情報をコンテンツに埋め込むことで，利用者ごとに著作権管理を行う動画像配信システムを提案する．Fig.1 に従来手法と提案手法における配信方法の違いを示す．

Fig.1(a)は，従来手法である．コンテンツ要求を受けて，各コンテンツに対して，その都度，同じ電子透かし情報の埋め込み処理を行い，配信する．この手法では，埋め込める電子透かし情報が限られる点や，リアルタイム性を重要とする配信に対して，高速に電子透かしを埋め込む技術が必要である．

Fig.1(b)は，提案方式である．Fig.1(b)では，あらかじめフレームを複製し，各フレームに対して複数の電子透かし情報を埋め込む．複数の電子透かし情報の埋め込まれたフレームの中から，一フレームを選択し，コンテンツを再構成する．ユーザーを検出する際には，利用者情報とリンクさせることで検出を行う．この手法により，異なった電子透かし情報の入ったフレームの組み合わせパターンで，利用者情報を表現する．配信の際には，コンテンツの再構成にかかる時間のみに抑えることで，処理時間の短縮を図る．利用者情報の表現と処理時間の短縮不正利用を抑止する．

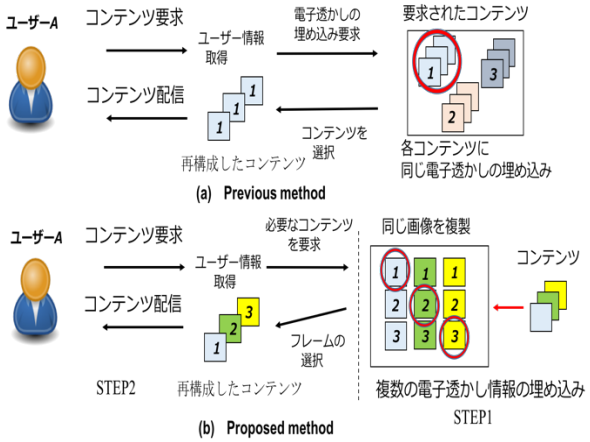

Fig.1 Video distridution methods embedding watermark

３．コンテンツの再構成手法

Fig.2 に Fig.1 での電子透かしの埋め込み処理を含めた，本論文で提案するコンテンツの再構成手法を示す．主に 3 つの工程から構成される．

①のプロセスでは，H.264 コーデックで圧縮された状態の動画像において，I，P，B の 3 種類のフレームが含まれる NAL ユニットの中から，I フレームのみを抽出する．

②のプロセスでは，抽出したフレームを複製し，フレームに対して複数の電子透かし情報を埋め込む．選択した 1 フレームのみで電子透かし情報の入った 1 フレーム動画へと再構成する．

③のプロセスでは，①の動画情報を基に，②で作成された電子透かし情報入りの 1 フレーム動画のフレーム情報を抽出し，①の I フレームの情報が入った NAL へと上書きする．

以上の①から③の処理を行うことで，元の動画像の NAL ユニット毎の先頭の I フレーム(IDR フレーム)に，電子透かし情報の入ったフレームが埋め込まれ，元の

１：日大理工・院(前)・情報　２：日大理工・教員・情報

動画像へと再構成される．また，ストリーミング配信をする際には，各コーデックに変換して配信する．

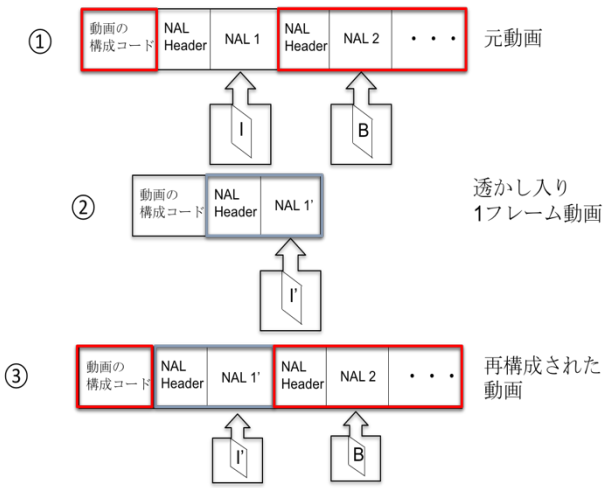

Fig.2 Video contents reconfiguration process

4.　再構成にかかる処理時間

ストリーミングでの動画の配信において，バッファリングの時間などを含めた配信にかかる時間を抑えるためには，再構成にかかる処理時間を抑えることが重要である．Fig.3 の検証に利用した動画の仕様を Table 1 に示す．

Table 1 Video specifications in the evaluation test

コーデック	H.264
動画のサイズ	1920×1080
1NAL 内フレーム数	24
NAL 数	19
総フレーム数	444 (18.5[s])
フレームレート	23.976[fps]

Fig.3 の検証環境は，CPU: CPUi7-3770 3.4GHz、仮想環境での使用 OS: Ubuntu(64bit)，配信テストサーバー: Red5 を用いる。Fig.3 では，Fig.1(a)の従来手法，Fig.1(b)の提案手法から透かしの埋め込み時間，コーデックの変換時間，ストリーミング時間を示している．

Fig.1(a)の従来手法では，全てのフレームに対して電子透かしを埋め込む必要があるため 1 枚あたりに約 3.75[s]の電子透かしの埋め込み時間×444 フレーム=約 1664[s]程度，時間がかかる．この処理以外の処理には，H.264 への圧縮時間約 58.59[s]の時間がかかる．

Fig.1(b)の提案手法では，前処理の時間は除くことができるので，H.264 への圧縮時間約 33.41[s]の時間がかかる．そのため，処理時間を大幅に軽減することが可能となる。

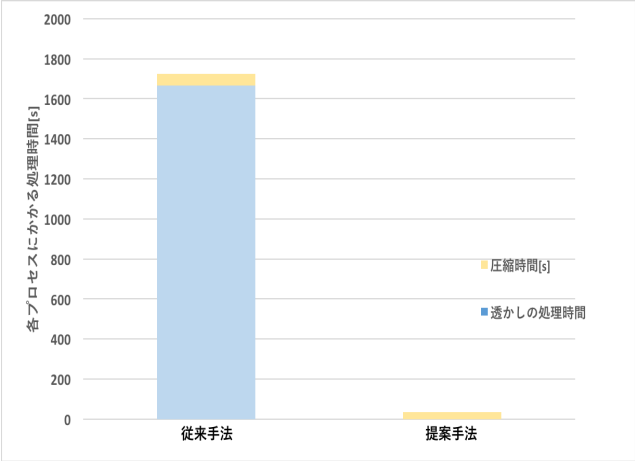

Fig.3 Processing time until ending Streaming distribution

5.　電子透かしがフレームに与える影響

映像に再構成する際には，電子透かし情報の埋め込みの強さにより，H.264 への圧縮処理の際に，電子透かしの情報が消えてしまう問題を確認している．これは，先頭の I フレーム(IDR フレーム)に対して，電子透かし情報を埋め込むことが要因であるため，フレームに埋め込む電子透かし情報の強さや映像に与える品質なども考慮する必要がある．

また，電子透かしの情報が他のフレームにも残ることも確認している．この点については，先頭の I フレーム(IDR フレーム)に電子透かし情報が残ることが重要であるため，今回は問題としていないが，電子透かし情報が含まれるフレームに関しては検討していく必要がある．

6.　まとめ

個人を特定可能なストリーミング配信システムについて提案した．今後、2K 動画から 4K 動画に切り換えての検証及び、長時間の映像コンテンツを伝送する上での問題点などを踏まえ，最適なサービスシステムを検討する

7.　参考文献

[1]山田，他:映像情報メディア学会年次大会講演予稿集，11-4-1-“11-4-2”，2011
[2] ”電子透かし入り動画コンテンツの高速生成技術”，http://www.mdis.co.jp/news/press/2013/20131008.pdf