G-12

高速電子透かし埋め込みを可能にするストリーミング動画処理システム

A streaming video processing system achieving fast watermark embedding

○長澤隼斗[1]，　木原雅巳[2]
Hayato Nagasawa[1], Masami Kihara[2]

Abstract: Watermark embedding is very effective in tracing the leakage route of illegal copies. Our promising quasi-watermark method allows us to embed personalized watermarks with delay equivalent to hard-disk access. This paper describes the streaming video processing system that can execute both watermark embedding to video content and streaming video content distribution. In particular, the quasi-watermark processing, that is compatible with video coding, is elaborated.

１．はじめに

テレビ放送は HDTV(1080i)規格の高解像度になり，昨年から BS 放送で 4K 規格での試験放送も開始されている．ネットワークでも，YouTube，Amazon などが 4K(2160p)配信を行っている．これらの高解像度動画コンテンツの放送，配信では，いろいろ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が開発されている[2].

本論文では，画像コーデックに合わせた高速な電子透かし手法を使用して，ストリーミングによる動画像配信を可能にするシステム構成について提案する．

２．研究背景

現在の有料動画配信サイトや，地上，BS，CS 波放送でのコンテンツの不正使用対策は，不正使用の防止と抑止の 2 種類に分類される．

不正使用の防止には，主に暗号化方式が採用されている．暗号化方式をベースにした著作権管理には専用のソフトウエアが必要になり，利用環境が限定されるなど，利用者の利便性は低い。

一方，不正使用の抑止には，電子透かしなどを用いた方法が採用されている．この方法は，違法コピーされたコンテンツの流出を防止することはできないが，流出した際には電子透かしで埋め込まれた情報などから流出元を特定することで不正使用を抑止できる．電子透かしは，コンテンツに対しての改ざん耐性が高く不正使用に対しての抑止力となり得る．

本論文では，擬似電子透かしをコンテンツに埋め込むことで利用者を特定し，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．図 1 に従来手法と提案手法による配信方法の違いを示す．図 1(a)では，コンテンツ要求を受け，その度に電子透かしの埋め込み処理を行うため，リアルタイム性を重視する配信に対して，高速に電子透かしを埋め込む技術が必要である．提案手法では，あらかじめ擬似電子透かしを埋め込んでおき，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．この方法により，配信の際の処理時間の短縮を図り，不正使用を抑止する．

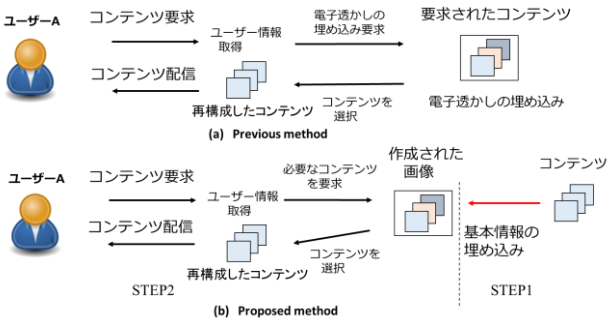

Fig.1 Video distridution methods embedding watermark

3.　コンテンツの個別化手法

ストリーミング配信を行うときに，ユーザーごとに異なる電子透かしを埋め込むには，サーバーへの負荷が大きくなる問題がある．本論文で提案する擬似電子透かしでは，従来型の電子透かし技術で，同一フレームに異なる電子透かし情報を埋め込んだコピーフレームを準備し，その中からユーザごとに異なるフレームを選択することで動画像を個別化する．提案手法では，埋め込まれた電子透かし情報の組み合わせで，利用者と，利用者が要求した動画像コンテンツをリンクする．

図 2 に本論文で提案する個別化のプロセスを示す．

提案方式では，2 つの STEP から電子透かしが埋め込まれる．

STEP1 では，圧縮された状態の動画像における I, P, B の 3 種類のフレームから構成される GOP(Group Of Picture)単位で，従来型の電子透かし技術によって，GOP から抽出され先頭の I フレームにのみ電子透かし情報が埋め込まれる．このとき，複数の異なる電子透かし

１：日大理工・院(前)・情報　２：日大理工・教員・情報

情報が埋め込まれたフレームが生成される．図 2 では n 番目の GOP に k 個の電子透かし情報が埋め込まれている．この k 個の異なる I フレームと残りの P，B フレームから異なる電子透かし情報ごとに透かし入り GOP_{w1} から GOPwk が準備される．

STEP2 では，ユーザー要求に合わせて，n 個の GOP n において，ユーザーごとに決められた電子透かし情報を GOP_{w1} から GOP_{wk} の中からそれぞれ選択される．最終的に選択された GOP を元に動画像が再構成される．

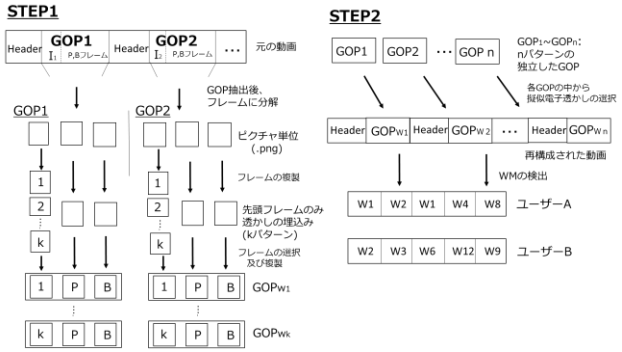

Fig.2 Quasi-watermark embedding process

４．再構成される動画の品質評価

提案方式では，圧縮された動画像コンテンツを，一旦デコードし，元の動画像フレームの状態で電子透かしを埋め込み，その後再圧縮し再構成している．この擬似電子透かしによる埋め込み方法が品質に与える影響を PSNR 値で評価した．動画像に再構成された擬似電子透かし入りのフレームごとに，元フレームに対する雑音量を求めた．従来型の電子透かし強度による変化と共に，フレームごとの PSNR 値の変化を図 3 に示す．図３の横軸は，フレームの再生順でのフレーム番号を示している．電子透かし強度を上げることで電子透かし情報が多くなり，第 3 フレームの PSNR が劣化している．一方，第 3 フレーム以外のフレームの PSNR はほぼ一定であり，電子透かしの影響は第 3 フレーム以外では同程度であることが分かる．擬似電子透かしを埋め込むことで発生する画像品質劣化は，一般的なビデオ圧縮における PSNR の標準値となる 30dB と同程度であり，電子透かしでの劣化は抑えられている．

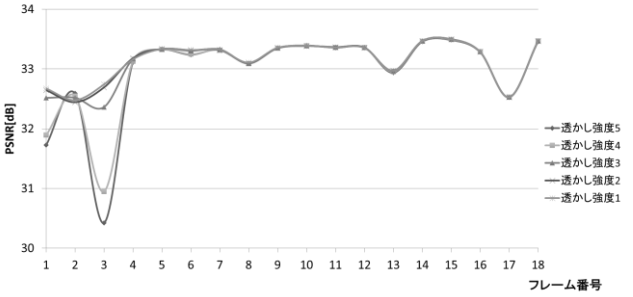

Fig.3 Video quality evaluation using PSNR

５．再構成にかかる処理時間

ストリーミングで動画配信する場合には，再構成にかかる処理時間が重要である。

図４に複数の GOP を動画像コンテンツに再構成するのにかかった処理時間を示す．また，検証に利用した動画の仕様を表 1 に示す．

Table 1 Video specifications in the evaluation test

コーデック	Mpeg-2
動画のサイズ	1920×1080
1GOP のフレーム数	18
GOP 数	25
総フレーム数	445
フレームレート	23.976fps

図４の特性から，GOP の数が増えることで，再構成にかかる時間が長くなる．この原因として，GOP 数が増えることで，アクセスするディレクトリ数が増加し，CPU ・メモリの使用率の増加に繋がることが挙げられる．したがって，最適な GOP 数は，動画像の分割による不正コピーへの対応や，識別するユーザー数とコンテンツ数なども考慮して決定する必要がある．

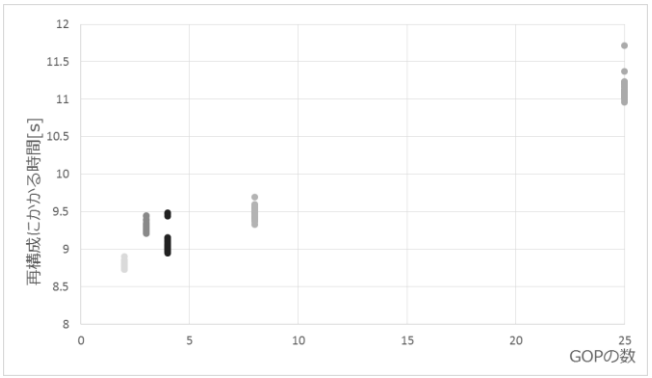

Fig.4 Reconstruction processing time

６．まとめ

擬似電子透かしによる個別化手法について提案した．提案手法により，動画像に与える品質への影響と再構成にかかる処理時間について検討した．今後は，最新のコーデックへの対応や複数利用者を対象として提案方式を拡張させ，各工程を含めたシステム化を目指す．

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