

平成 22 年 6 月 15 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間： 2008～2009

課題番号：20800071

研究課題名（和文） 電子透かしを用いた証拠映像コンテンツの改ざん検知方式の研究

研究課題名（英文） Research on integrity verification for video content using digital watermarking

研究代表者

越前 功 (ECHIZEN ISAO)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・准教授

研究者番号：30462188

研究成果の概要（和文）：映像コンテンツの記録時に電子透かしを埋め込むことで、映像コンテンツの正規のフォーマット変更と意図的な改変を区別する方式を確立した。提案方式は、映像内の連続した複数の画像フレームから構成されたフレーム集合毎に連続したタイムコードを電子透かしにより埋め込み、検証時には、各フレーム集合から検出したタイムコードの連続性を検証することで、映像コンテンツの意図的な改変のみを検知することが可能である。

研究成果の概要（英文）：A method was established for verifying video content integrity by digital watermarking. The proposed verification method distinguishes attacks against video content from regular modifications by detecting time codes embedded in consecutive frames of the content and then checking their continuity.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,120,000	336,000	1,456,000
2009年度	1,120,000	336,000	1,456,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,240,000	672,000	2,912,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：著作権・コンテンツ保護、電子透かし、コンテンツ・アーカイブ

## 1. 研究開始当初の背景

デジタル化された映像コンテンツの普及に伴い、建築現場映像、遺言映像、裁判や取り調べの記録映像などの証拠映像コンテンツの流通が始まっている。証拠映像コンテンツは、内容に改ざんがない状態で、長期間にわたり視聴可能なことが求められるが、圧縮コーデックやデータ構造などの映像フォーマットは年々進化を続けており、文書や画像コンテンツと比較すると、新しいフォーマット

が現れやすい反面、過去のフォーマットについてはその視聴環境が維持されないため、最新の環境で視聴不可能になる恐れがある[1]。そこで、長期間に渡って証拠映像コンテンツを視聴可能な状態にするために、映像コンテンツを定期的に新しいフォーマットに変換すること（マイグレーション）が重要である。しかし、従来のデジタルコンテンツの改ざん検知方式[2]は、コンテンツのデータ部から算出した特徴値と、コンテンツのヘッダ部に記

録した特徴値との一致を確認することで改ざん判定を行うため、フォーマット変換によりコンテンツの特徴値が変更を受けたり、ヘッダ情報が削除されると、コンテンツの内容に改変がなくても改ざんと判定されていた。すなわち、従来の改ざん検知方式をマイグレーション後の映像コンテンツに用いると、内容に意図的な改変がなくても改ざんと判定される恐れがあった。

## 2. 研究の目的

映像コンテンツの記録時に電子透かしを埋め込むことで、映像コンテンツの正規のフォーマット変更と意図的な改変を区別する方式を確立する。電子透かしは、画像、映像などのデジタルコンテンツに微小な変更を加えることで情報を不可分に埋め込み、変更を読み取ることで情報を検出する技術であり、コンテンツにフォーマット変換を施しても埋め込んだ情報が検出できるという特徴を有する。本研究ではこの特徴を用いて、フォーマット変更を改ざんを見なさない映像コンテンツの改ざん検知方式の研究を行う。本研究の期間内の目的は下記の通りである。

### ・マイグレーション環境対応型映像用電子透かし方式の原理確立

フォーマット変換の影響を受けずに、映像への意図的な改ざんのみを検知する映像用電子透かしの埋め込み/検出方法を検討する。検討内容を試作し、多様なフォーマット変換に対する検出率を評価し、安定的に情報検出が可能な方式を確立する。

### ・マイグレーション環境対応型映像コンテンツ改ざん検知方式の原理確立

映像用電子透かし方式の検討結果を踏まえ、フォーマット変換の影響を受けずに、映像への意図的な改ざんのみを検知する方法を検討する。検討内容を試作し、多様なフォーマット変換に対する改ざん検知性能を評価する。

## 3. 研究の方法

デジタルコンテンツの改ざん検知に関する研究は、主に文書コンテンツを対象としてきた。e文書法の成立に伴い、コンテンツの特徴値を含んだ電子署名による電子文書の改ざん検知方式が確立されている[2]。

一方、映像コンテンツの真正性証明についての研究報告は少ない。監視カメラ映像の証拠性[3]や、著作権の著作物確認[4]の用途で一部議論されているが、いずれも電子署名を用いたアプローチであり、マイグレーションを想定していない。映像コンテンツの範囲は著作物に限らず、適用ごとに多種多様な制約があるため、多様な事例について改ざん検知の方法を検討する必要がある。1. で述べたように、映像コンテンツの圧縮コーデックは、

年々進化を続けており、他のコンテンツに比べて広く普及した標準フォーマットで長期間利用実績があるものが少ない。旧式なコーデックで保存された映像コンテンツは、適宜フォーマットを変換して、視聴可能な状態を確保しなければならない。

そこで本研究では、映像コンテンツの単位フレームや単位領域毎に、コンテンツ識別情報やTime codeを電子透かしにより埋め込み、検出時に埋め込んだ情報の一貫性および連続性を検証することで、映像コンテンツがマイグレーションを経ても、当該コンテンツからシーン削除/追加/上書き等の多様な改ざんを検知できる方式を検討する。下図は、提案する方式の簡単な一例であるが、多様な改ざんを検知するために、より高度な方式が考えられる。例えば、映像を構成する静止画像内の一部分への上書きを検知するために、静止画像を矩形領域に分割し、分割した領域毎にことなる識別情報を埋め込み、検出時にこれらの一貫性を検証することで、単位領域毎に画像の切り取り、上書き、変形などを検出する方式が考えられる。ここで、1回の電子透かし検出で参照する映像コンテンツの単位フレームや単位領域のサイズが小さいと、改ざん検知の精度は上がるが、埋め込み情報の検出精度は下がるため、単位領域のサイズについては、想定されるマイグレーションと改ざん内容との関係を分析する必要がある。当該研究が成功した場合、映像撮影または保管の際に電子透かしの埋め込み処理を施すだけで、映像コンテンツへのマイグレーションを意識することなく、当該コンテンツへの意図的な改ざんを検知することが可能になる。

## 4. 研究成果

平成20年度は、当該方式を構成する『多様なフォーマット変換に対応可能な映像用電子透かし手法の検討』を実施した。具体的には、ランダム歪みとアフィン変形などの幾何変形に耐性を持つ映像用電子透かし手法を確立した。自明な電子透かし手法として、歪みに耐性を持つ透かし手法を基礎とし、アフィン変形のパラメータを全探索すれば両変形に対応できるが、探索に膨大な時間がかかってしまう。本研究で確立した手法では、カラー画像を構成するY,U,V平面やR,G,B平面などの要素平面に不規則変形を加えても、各平面が同じ不規則変形を受けるという性質に着目し、情報埋め込み時には、2つの要素平面に埋め込み情報を表現する同一の画像パターンを重畳し、検出時には、2つの平面の相互相関を算出することで、埋め込み情報を検出することで、拡大縮小と回転の2次元探索のみで情報の検出が可能である。本手法をソフトウェアとして試作し、情報埋め込み

画像の画質評価を実施するとともに、情報埋め込み画像にアフィン変換およびランダム歪みを組み合わせた幾何変換を施し、当該画像の情報検出率を測定した。その結果、多様なフォーマット変換に対して当該手法が有効であることを確認した。

平成 21 年度は、平成 20 年度に実施した『多様なフォーマット変換に対応可能な映像用電子透かし手法の検討』にて考案した電子透かし手法を用いて、フォーマット変換の影響を受けずに、映像への改ざんを検知する映像の真正性照明システムを構築した。具体的には、フォーマット変換やコーデック変換などの正規な映像処理と、映像フレームの欠落・追加・すげ替えなどの不正な映像処理（改ざん）との識別を実現するために、映像内の連続する複数フレーム（GOP）単位で、電子透かしにより一意な通し番号を不可分に埋め込み、検証時には、GOP 単位で検出した番号の連続性を確認することで、映像フレームの欠落、追加・すげ替えの有無を検知するシステムを構築した。構築したシステムの有効性を評価するために、情報埋め込み映像の画質評価を主観評価により実施するとともに、MPEG-2 および H.264 圧縮を施した情報埋め込み映像に対して、映像フレームの欠落・追加・すげ替えからなる映像処理（改ざん）を施し、当該システムが正しく改ざんを検知できるか検証を実施し、当該システムが有効であることを確認した。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 2 件）

- ① Y. Atomori, I. Echizen, H. Yoshiura, “Picture Watermarks Surviving General Affine Transformation and Random Distortion,” International Journal of Innovative Computing, Information and Control, vol.6, pp.1289-1304, (2010).
- ② T. Yamada, Y. Takahashi, Y. Fujii, R. Ebisawa, H. Yoshiura, I. Echizen, “Integrity Verification Method for Video Content Using Robust Watermarking,” International Journal of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems, vol.13, pp.141-153, (2009).

〔学会発表〕（計 1 件）

- ① Y. Atomori, I. Echizen, H. Yoshiura, “Picture Watermarks Surviving General Affine Transformation and

Random Distortion,” Proc. of IEEE International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP2008), pp.315-318, (2008).

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

越前 功 (ECHIZEN ISAO)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・准教授

研究者番号：30462188

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし