

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-45453

(P2010-45453A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**H04N 7/26 (2006.01)** H04N 7/13 Z 5C059  
 5C159

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

|           |                              |          |                                                                                                          |
|-----------|------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-206293 (P2008-206293) | (71) 出願人 | 000003078                                                                                                |
| (22) 出願日  | 平成20年8月8日(2008.8.8)          |          | 株式会社東芝                                                                                                   |
|           |                              |          | 東京都港区芝浦一丁目1番1号                                                                                           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100109900                                                                                                |
|           |                              |          | 弁理士 堀口 浩                                                                                                 |
|           |                              | (72) 発明者 | 小暮 央                                                                                                     |
|           |                              |          | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内                                                                                   |
|           |                              | (72) 発明者 | 山影 朋夫                                                                                                    |
|           |                              |          | 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内                                                                                   |
|           |                              | Fターム(参考) | 5C059 KK43 LB05 NN43 PP01 PP04<br>PP16 RC35 TB02 TC02 TC14<br>TD05 TD06 TD07 TD10 TD16<br>UA01 UA04 UA12 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子透かし検出装置、方法及びプログラム

## (57) 【要約】

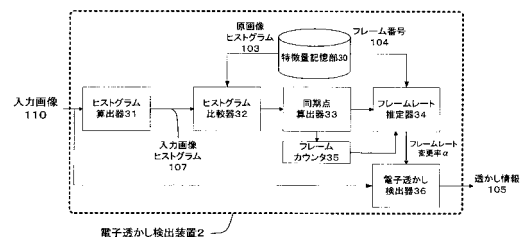
## 【課題】

電子透かしが埋め込まれた画像に時間的なずれが生じた場合であっても透かし情報を検出することができる電子透かし検出装置の提供。

## 【解決手段】

電子透かし検出装置2は、入力画像のヒストグラムを算出して、算出されたヒストグラムと原画像のシーンチェンジ前後点のフレームのヒストグラムの比較を行い、ヒストグラム比較結果に基づいてシーンチェンジの同期を行い、フレームカウンタでは入力画像のシーンチェンジ点間隔を測定して、原画像のシーンチェンジ前後点のフレームのフレーム番号とフレームカウンタの値に基づいて入力画像のフレームレートを推定して、推定したフレームレートを利用して入力画像110に埋め込まれている透かし情報105を検出する。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入力画像に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、  
前記入力画像のフレームのヒストグラムを算出するヒストグラム算出手段と、  
前記透かし情報を埋め込む前の画像である原画像の複数のシーンチェンジ点のそれぞれの  
前後のフレームに関するヒストグラムと、前記入力画像の表示時間の前後のフレームに関  
するヒストグラムとの相関の高さを比較し、前記原画像の複数のシーンチェンジ点のそれ  
ぞれとの相関が所定の基準より高い前記入力画像の同期点を求める同期点算出手段と、  
前記シーンチェンジ点の間に含まれる前記原画像のフレーム数と、前記同期点の間に含ま  
れる前記入力画像のフレーム数との変更量を推定する推定手段と、  
前記原画像に前記透かし情報を埋め込む際の極性の時系列的な変化パターンを示す極性変  
化パターンの第 1 の期間と対応する、前記入力画像の第 2 の期間を前記変更量に基づき推  
定し、前記第 2 の期間に含まれるフレームの信号を、前記第 1 の期間と同じ極性で累積加  
算することで得られた信号から前記透かし情報を検出する検出手段と、  
を備えたことを特徴とする電子透かし検出装置。

10

**【請求項 2】**

前記検出手段は、前記第 1 の期間に含まれるフレーム数と同じフレーム数の、前記第 2 の  
期間に含まれるフレームの信号を、累積加算することを特徴とする請求項 1 記載の電子透  
かし検出装置。

**【請求項 3】**

前記推定手段は、前記変更量として前記シーンチェンジ点の間に含まれる前記原画像のフ  
レーム数と、前記同期点の間に含まれる前記入力画像のフレーム数との変更率を求め、  
前記検出手段は、前記極性変化パターンに前記変更率を乗じたパターンと、前記同期点算  
出手段が求めた前記同期点とから、前記第 2 期間を推定することを特徴とする請求項 1 記  
載の電子透かし検出装置。

20

**【請求項 4】**

前記同期点算出手段は、前記入力画像のヒストグラムと、前記原画像のヒストグラムとを  
乗算し、乗算結果が大きくなる程に相関が高いと判断することを特徴とする請求項 2 また  
は 3 記載の電子透かし検出装置。

**【請求項 5】**

前記同期点算出手段は、前記入力画像のヒストグラムを、前記原画像のヒストグラムで除  
算し、乗算結果が 1 に近い程に相関が高いと判断することを特徴とする請求項 2 または 3  
記載の電子透かし検出装置。

30

**【請求項 6】**

前記同期点算出手段は、前記同期点を 3 点以上求め、前記同期点の間に含まれる前記入力  
画像のフレーム数の比率と、前記シーンチェンジ点の間に含まれる前記原画像のフレーム  
数の比率と、を用いて前記シーンチェンジ点と同期する同期点を求めることを特徴とする  
請求項 2 または 3 記載の電子透かし検出装置。

**【請求項 7】**

前記ヒストグラム算出手段は、前記入力画像を複数の画像に分割し、  
前記同期点算出手段は、同様に分割された前記原画像のヒストグラムと前記入力画像のヒ  
ストグラムとを比較する、  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の電子透かし検出装置。

40

**【請求項 8】**

前記検出手段は、  
前記入力画像から特定周波数成分信号を抽出する抽出手段と、  
前記特定周波数成分信号及び前記入力画像に対して第 1 の直交変換を行い、第 1 の直交変  
換像を求める第 1 直交変換手段と、  
前記特定周波数成分信号と前記入力画像のそれぞれの前記直交変換像を合成し合成画像を  
生成する合成手段と、

50

前記合成画像に前記第 1 の直交変換と対になる第 2 の直交変換を行い、第 2 の直交変換像を求める第 2 直交変換手段と、  
を備え、

前記第 2 の直交変換像を前記フレームの信号として累積加算した信号から、前記透かし情報を推定することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項記載の電子透かし検出装置。

【請求項 9】

入力画像に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出方法において、  
入力画像に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、  
前記入力画像のフレームのヒストグラムを算出するヒストグラム算出ステップと、  
前記透かし情報を埋め込む前の画像である原画像の複数のシーンチェンジ点のそれぞれの  
前後のフレームに関するヒストグラムと、前記入力画像の表示時間の前後のフレームに関  
するヒストグラムとの相関の高さを比較し、前記原画像の複数のシーンチェンジ点のそれ  
ぞれとの相関が所定の基準より高い前記入力画像の同期点を求める同期点算出ステップと

10

、  
前記シーンチェンジ点の間に含まれる前記原画像のフレーム数と、前記同期点の間に含ま  
れる前記入力画像のフレーム数との変更量を推定する推定ステップと、  
前記原画像に前記透かし情報を埋め込む際の極性の時系列的な変化パターンを示す極性変  
化パターンの第 1 の期間と対応する、前記入力画像の第 2 の期間を前記変更量に基づき推  
定し、前記第 2 の期間に含まれるフレームの信号を、前記第 1 の期間と同じ極性で累積加  
算することで得られた信号から前記透かし情報を検出する検出ステップと、  
を備えたことを特徴とする電子透かし検出方法。

20

【請求項 10】

入力画像に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出プログラムにおいて、  
前記入力画像のフレームのヒストグラムを算出するヒストグラム算出機能と、  
前記透かし情報を埋め込む前の画像である原画像の複数のシーンチェンジ点のそれぞれの  
前後のフレームに関するヒストグラムと、前記入力画像の表示時間の前後のフレームに関  
するヒストグラムとの相関の高さを比較し、前記原画像の複数のシーンチェンジ点のそれ  
ぞれとの相関が所定の基準より高い前記入力画像の同期点を求める同期点算出機能と、  
前記シーンチェンジ点の間に含まれる前記原画像のフレーム数と、前記同期点の間に含ま  
れる前記入力画像のフレーム数との変更量を推定する推定機能と、  
前記原画像に前記透かし情報を埋め込む際の極性の時系列的な変化パターンを示す極性変  
化パターンの第 1 の期間と対応する、前記入力画像の第 2 の期間を前記変更量に基づき推  
定し、前記第 2 の期間に含まれるフレームの信号を、前記第 1 の期間と同じ極性で累積加  
算することで得られた信号から前記透かし情報を検出する検出機能と、  
をコンピュータに実現させることを特徴とする電子透かし検出プログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンテンツに埋め込まれた電子透かしを検出する装置、方法及びプログラムに  
関する。

40

【背景技術】

【0002】

デジタル動画像は、デジタル信号レベルで簡易に高品質の複製を作成することが可能であり、何らかの複製禁止あるいは複製制御を施さない場合には、無制限に複製されるおそれがある。従って、デジタル動画像の不正な複製（コピー）を防止し、あるいは正規ユーザによる複製の世代数を制御するために、デジタル動画像に複製制御のための情報を付加する方法が考えられている。

【0003】

デジタル動画像に別の付加情報を重畳する技術として、電子透かし（digital

50

watermark)が知られている。電子透かしは、デジタルデータ化された音声、音楽、動画、静止画等のコンテンツに対して、コンテンツの著作権者や利用者の識別情報、著作権者の権利情報、コンテンツの利用条件、その利用時に必要な秘密情報、及び複製制御情報などの情報を人間の知覚によっては認識できない状態で埋め込まれる。後に、必要に応じて透かし情報をコンテンツから検出することによって利用制御、複製制御を含む著作権保護を行ったり、二次利用の促進を行ったりすることができる。

【0004】

電子透かしの方式としては様々な手法が提案されており、その1つとしてスペクトラム拡散技術を応用した方式が知られている。透かし情報を埋め込む原画像の画像信号から抽出された特定周波数成分信号を用いて透かし信号を作成し、埋め込む技術が提案されている(例えば特許文献1)。この方法は幾何変形(画像の切り出し、スケーリング等の物理的なスケールの変換等)に対して強い耐性がある。一方、近年劇場スクリーンをビデオカメラにより撮影するといった不正コピーの問題が顕在化してきている。このように撮影された映像には、幾何的な変形に加えて、映写機の回転スピード偏差に起因する時間的なずれが発生していることが知られている。そこで、時間的なずれによりフレームレートが変化した場合であっても、安定して透かし情報の検出を行う技術が要求されている。

【特許文献1】特開2006-254147号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来技術では、検出時に、埋め込み時の特定の符号反転パターンで長時間累積することで埋込情報を検出しており、透かし情報を正確に検出するためには、符号反転パターンの同期が必要となる。時間的なずれによりフレームレートが変化すると、透かし情報の検出精度が安定しないという問題があった。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、時間的なずれによる埋込と検出の累積パターン誤差が蓄積しないようにすることで、時間的なずれが生じた場合であっても透かし情報を更に安定して検出することができる電子透かし検出装置、方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために本発明は、入力画像に埋め込まれている透かし情報を検出する電子透かし検出装置において、前記入力画像のフレームのヒストグラムを算出するヒストグラム算出手段と、前記透かし情報を埋め込む前の画像である原画像の複数のシーンチェンジ点のそれぞれの前後のフレームに関するヒストグラムと、前記透かし情報を埋め込む前の画像である原画像の複数のシーンチェンジ点のそれぞれの前後のフレームに関するヒストグラムと、前記入力画像の表示時間の前後のフレームに関するヒストグラムとの相関の高さを比較し、前記原画像の複数のシーンチェンジ点のそれぞれの相関が所定の基準より高い前記入力画像の同期点を求める同期点算出手段と、前記シーンチェンジ点の間に含まれる前記原画像のフレーム数と、前記同期点の間に含まれる前記入力画像のフレーム数との変更量を推定する推定手段と、前記原画像に前記透かし情報を埋め込む際の極性の時系列的な変化パターンを示す極性変化パターンの第1の期間と対応する、前記入力画像の第2の期間を前記変更量に基づき推定し、前記第2の期間に含まれるフレームの信号を、前記第1の期間と同じ極性で累積加算することで得られた信号から前記透かし情報を検出する検出手段と、を備えたことを特徴とする電子透かし検出装置を提供する。また、本発明の電子透かし検出装置で用いられる方法、及びプログラムを提供する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、時間的なずれが生じてても安定して透かし情報を検出することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。以下、同じ構成に同じ符号を付し、重複する説明は一部省略する。

## 【 0 0 1 0 】

まず、本発明の実施形態の電子透かし埋め込み装置について説明する。電子透かし埋め込み装置は、コンテンツの著作権者や利用者の識別情報、著作権者の権利情報、コンテンツの利用条件、その利用時に必要な秘密情報、及び複製制御情報などの情報（以下、透かし情報と記載する）をコンテンツに埋め込む。

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は、本実施形態の電子透かし埋め込み装置 1 の構成を示す図である。

10

## 【 0 0 1 2 】

電子透かし埋め込み装置 1 には、透かし情報を埋め込むべき画像（以下、「原画像 1 0 0」という）として、動画像または静止画のデジタル化された画像信号が入力される。原画像 1 0 0 に対して透かし情報 1 0 5 を埋め込んだ画像である埋込済画像 1 0 6 を生成して出力する。この原画像 1 0 0 の画像信号は輝度信号及び色差信号の両方を含んでいてもよいし、輝度信号のみであってもよい。

## 【 0 0 1 3 】

電子透かし埋め込み装置 1 は、埋込拡大縮小器 1 0 と、周波数成分抽出器 1 1 と、透かし信号生成器 1 2 と、透かし信号重畳器 1 3 とを有する。

## 【 0 0 1 4 】

20

埋込拡大縮小器 1 0 は、入力された原画像 1 0 0 を縮小（もしくは拡大）し、周波数成分抽出器 1 1 に出力する。なお、ここでは埋込拡大縮小器 1 0 は原画像 1 0 0 を 1 倍した信号、つまり拡大若しくは縮小処理をせず出力してもかまわない。

## 【 0 0 1 5 】

周波数成分抽出器 1 1 は、縮小（もしくは拡大）された原画像 1 0 0 の信号から特定の周波数成分を抽出し、透かし信号生成器 1 2 に出力する（以下、周波数成分抽出器 1 1 からの出力信号を「特定周波数成分」と記載する）。周波数成分抽出器 1 1 は、特定周波数成分を抽出するための、周波数領域のデジタルフィルタ、例えば所定のカットオフ周波数を有するローパスフィルタやハイパスフィルタ、あるいは所定の通過域中心周波数を有するバンドパスフィルタを有する。ここで、用いる特定周波数成分を抽出するためのフィルタは、検出時と同等の特定周波数成分が抽出するものである必要がある。また、周波数成分抽出器 1 1 は入力信号の全ての周波数成分を特定周波数成分として抽出する場合もある。

30

## 【 0 0 1 6 】

透かし信号生成器 1 2 は、入力された特定周波数成分と透かし情報 1 0 5 に基づいて透かし信号 1 0 1 を生成し、透かし信号重畳器 1 3 に出力する。透かし信号 1 0 1 の生成方法について説明する。

## 【 0 0 1 7 】

透かし情報 1 0 5 は、デジタル信号の " 1 " または " 0 " の信号列であり、複数ビットのデータを有するものとする。まず、原画像 1 0 0 のフレーム内での埋め込み位置を透かし情報 1 0 5 のビット毎に設定する。透かし情報 1 0 5 のビット毎に、異なるフレーム内の位置に埋め込まれる。透かし情報 1 0 5 の埋め込み位置の設定は、単一または複数のデジタル位相シフトによる位相シフト量によって制御される。位相がシフトされた特定周波数成分の振幅に各ビットの値（" 1 " または " 0 " ）に応じた係数を乗算して求めた透かし信号 1 0 1 を生成し、透かし信号重畳器 1 3 に出力する。特定周波数成分の振幅の制御処理は、単一または複数の排他的論理和回路やデジタル乗算器で行われる。

40

## 【 0 0 1 8 】

図 2 は位相シフトの様子を示す図である。なお、図 2、図 3 は、2 次元の画像データのうち 1 ラインの信号を例示的に示しているため、1 次元の信号が描かれている。両図共に横軸が画像中の位置を示し、縦軸は画像信号の値（例えば輝度値など）を示す。

50

## 【 0 0 1 9 】

透かし信号生成器 1 2 に入力された原画像 1 0 0 の特定周波数成分信号の波形を保った状態で、その位相がシフトされている。位相のシフト量によって 2 次元画像データ内での透かし情報 1 0 5 の埋め込み位置が制御される。透かし信号生成器 1 2 は、予め決められたシフト量を利用する。シフト量は、埋め込む透かし情報 1 0 5 の情報量等によってあらかじめ設定され、透かし信号生成器 1 2 に与えられるものである。位相がシフトされた特定周波数成分信号に乗算される係数の符号や大きさは、原画像 1 0 0 の複雑度を表すアクティビティ等に応じて決定される。例えば、アクティビティが大きいほど係数は大きく設定される。なお、ビットの値が " 1 " である場合と " 0 " である場合とでその係数は異なる。

10

## 【 0 0 2 0 】

透かし信号重畳器 1 3 は、ディジタル加算器であり、入力された透かし信号 1 0 1 を原画像 1 0 0 に重畳し、埋込済画像 1 0 6 を生成する。透かし信号重畳器 1 3 は、ある決められたパターンで透かし信号 1 0 1 の符号 ( + - ) を反転させながら原画像 1 0 0 への埋め込みを行う。例えば、原画像 1 0 0 の各フレームに対して 1 0 フレーム毎に透かし信号 1 0 1 の符号を反転させる等の極性変化パターンで重畳を行う。これは検出時に、透かし情報を埋め込んだ画像から、画像信号成分 ( 原画像 1 0 0 による信号成分 ) と透かし信号 1 0 1 の成分とを分離しやすくするためである。同じ符号 ( 極性 ) で透かし信号 1 0 1 が重畳されたフレームが同じ期間 ( 第 1 の期間 ) に含まれるフレームである。

20

## 【 0 0 2 1 】

なお、周波数成分抽出器 1 1 によって抽出された特定周波数成分信号は、複数チャネル存在してもよく、その場合は複数チャネルの特定周波数成分に基づき生成された透かし信号 1 0 1 が、それぞれ透かし信号重畳部 1 3 において原画像 1 0 0 に重畳される。

## 【 0 0 2 2 】

周波数成分抽出器 1 1 は、図 3 ( a ) に示す埋め込み対象画像信号 ( 原画像 1 0 0 ) の特定周波数成分信号を抽出する。図 3 ( b ) は抽出された特定周波数成分信号 ( 特定の周波数成分の画像 ) である。

## 【 0 0 2 3 】

この特定周波数成分信号は、透かし信号生成器 1 2 ( 2 つの位相シフタ ) によって予め定められた所定のシフト量だけ位相シフトした、2 つの異なる位相シフト信号を生成している。次に、生成された位相シフト信号に、透かし情報 1 0 5 の第 0 ビットまたは第 1 ビットを表現する係数が乗じられる。例えば、透かし情報 1 0 5 が " 0 " であれば、位相シフト信号に - 1 が乗じられ、" 1 " であれば、位相シフト信号に + 1 が乗じられる。なお、透かし信号生成器 1 2 が 2 つの位相シフタであるのは、生成する位相シフト信号が 2 ビットである例を示しているためである。

30

## 【 0 0 2 4 】

図 3 ( c ) および ( d ) は、埋め込む透かし情報 1 0 5 が 2 ビットの情報 ( 1 , 1 ) である場合の位相シフト信号の例を示す図である。2 ビットの情報は ( 0 , 0 ) ( 0 , 1 ) ( 1 , 0 ) ( 1 , 1 ) の 4 通り組み合わせがある。図 3 ( c ) に示すように、1 ビット目に相当する信号として、特定周波数成分信号を 1 に相当する + の符号とし、X 方向に  $\alpha$  だけ位相をシフトした信号を生成する。また、図 3 ( d ) に示すように、2 ビット目に相当する信号として、特定周波数成分信号を 1 に相当する + の符号とし、X 方向に  $2\alpha$  だけ移送をシフトした信号をシフトした信号を生成する。画像の位相は画像の位置に対応するため、位相シフトは画面内の位置の移動を表している。図 3 ( c ) および ( d ) では、位相シフトにより特定周波数成分信号と位相シフト信号 1 とでは信号の位置が異なり、信号の最も左にあるピークの位置が異なることになる ( ピークの位置の違いは、位相がシフトされたことによって生じたものである ) 。なお、信号と符号の正負の関係や位相シフト量は例であり、種々の変形例であってかまわない。また、位相シフト量を 1 次元方向のずれとして例示したが、2 次元の画面上の位置のずれを示すものである。

40

## 【 0 0 2 5 】

50

この後、透かし信号重畳器 13 がビット表現のためのファクタが乗じられた位相シフト信号を原画像 100 に加算し生成された埋め込み済み画像信号（埋込済画像 106）を図 3（e）の実線で示す。図 3（e）の破線は、重畳される前の埋め込み対象画像信号、図 3（c）及び（d）に示す位相シフト信号を示す。

【0026】

以上のようにして透かし情報 105 が埋め込まれた画像信号（以下、「埋込済画像」と記載）106 が出力される。

【0027】

以下、記録媒体あるいは伝送媒体を介して入力された入力画像（透かし情報が埋め込まれた画像）から、透かし情報を検出する電子透かし検出システムの第 1～第 3 の実施形態について図面を参照して説明する。

10

【0028】

[第 1 の実施形態]

第 1 の実施形態の電子透かし検出システムについて説明する。

【0029】

図 4 は、本実施形態の電子透かし検出装置 2 の構成を示す図である。電子透かし検出装置 2 は、特徴量記憶部 30、ヒストグラム算出器 31、ヒストグラム比較器 32、同期点算出器 33、フレームレート推定器 34、フレームカウンタ 35、電子透かし検出器 36 を有する。

【0030】

20

電子透かし検出装置 2 は、入力画像 110（電子透かしが埋め込まれたもの）から透かし信号 101 の成分を分離し、透かし情報 105 の検出を行う。

【0031】

特徴量記憶部 30 は、原画像の特徴量として、原画像のシーンチェンジ点の前後のヒストグラムである原画像ヒストグラム 103 と、対応するシーンチェンジ点のフレーム番号 104 とを記憶している。本実施形態では、輝度に基づくヒストグラムを用いる例について説明する。

【0032】

ヒストグラム算出器 31 は、入力された入力画像 110 から入力画像ヒストグラム 107 を算出する。なお、入力画像 110 の表示時間の前後のフレームでシーンチェンジが起きていると推定される点をあらかじめ推定し、推定された点の前後のフレームのヒストグラムをそれぞれ求めてもよい。ヒストグラム比較器 32 は、ヒストグラム算出器 31 が求めた入力画像ヒストグラム 107 と、特徴量記憶部 30 にあらかじめ保持した原画像ヒストグラム 103 とを比較する。

30

【0033】

同期点算出器 33 は、原画像ヒストグラム 103 と、入力画像ヒストグラム 107 とを比較し、前記入力画像の点のなかで原画像ヒストグラム 103 と相関が高い入力画像 110 の点を同期点として求める。

【0034】

その一致の程度に基づき入力画像 110 のうち原画像ヒストグラム 103 と同期する点である同期点を求める。前後の各フレーム（若しくは同じシーン内の複数フレームの平均等）の原画像ヒストグラム 103 と、入力画像 110 のフレームの入力画像ヒストグラム 107 とを比較する。

40

【0035】

本実施形態では、原画像のシーンチェンジ点の前後の各フレーム（若しくは同じシーン内の複数フレームの平均等）の原画像ヒストグラム 103 と、入力画像 110 の各フレームの入力画像ヒストグラム 107 とを比較する。次に、両ヒストグラムの比較結果（相関の程度）に基づいて、原画像のシーンチェンジ点と対応する入力画像 110 のシーンチェンジ点を同期点として求める。詳細な処理については後述する。

【0036】

50

フレームカウンタ 35 は、同期点算出器 33 が求めた入力画像 110 の各同期点の間（同期点間隔）に含まれる入力画像 110 のフレーム数をカウントする。

【0037】

フレームレート推定器 34 は、フレーム番号 104 と、フレームカウンタ 35 のカウントしたフレームの数とから、原画像 100 のシーンチェンジ点間隔に含まれるフレームの数と入力画像 110 の同期点間隔に含まれるフレームの数との変更量を推定する。本実施形態では、変更量としてフレームレートの変更率  $\alpha$  を推定する。フレームレートの変更率  $\alpha$  は、シーンチェンジ点間隔と同期する同期点間隔に含まれるフレーム数の違いを示す。これは、映写機の回転スピードに個体差があること等に起因する時間的なずれにより、同期するシーンチェンジ点であっても入力画像 110 と原画像 100 とで、その間に含まれるフレームの数に違いが生じるためである。なお、変化量としてフレーム数の差分を利用してもよい。

10

【0038】

電子透かし検出器 36 は、フレームレート推定器 34 により推定されたフレームレートの変更率  $\alpha$  を利用して入力画像 110 から透かし信号 101 を分離し、透かし情報 105 を検出する。詳細な構成及び動作については後述する。

【0039】

図 5 は、電子透かし検出装置 2 の処理を示すフローチャートである。

【0040】

まず、ヒストグラム算出器 31 が入力画像ヒストグラム 107 を算出する（ステップ S31）。次に、ヒストグラム比較器 32 がヒストグラム比較において、原画像のシーンチェンジ点の前後のヒストグラムである原画像ヒストグラム 103 と、入力画像 110 の表示時間が前後の入力画像ヒストグラム 107 とを比較する（ステップ S32）。比較結果から、原画像 100 のシーンチェンジ点と同期する入力画像 110 の同期点を求める（ステップ S33）。同期点とは、その前後のヒストグラムが、原画像のシーンチェンジ点の前後それぞれのヒストグラムと相関が高い点の入力画像のフレーム番号を示す。フレーム番号は、フレームカウンタ 35 がカウントした同期点間隔に含まれるフレーム数から、同期点算出器 33 が定める。

20

【0041】

次に、入力画像 110 と原画像 100 のフレームレートの変更率  $\alpha$  を推定する（ステップ S34）。まず、入力画像 110 の同期点と同期点の間（同期点間隔）に含まれる入力画像 110 のフレーム数をフレームカウンタ 35 が測定する。原画像 100 のシーンチェンジ点とシーンチェンジ点の間（シーンチェンジ点間隔）に含まれるフレーム数を、特徴量記憶部 30 に記憶されたフレーム番号 104 から求める。フレーム番号は、あらかじめ特徴量記憶部 30 に保持されている。あるシーンチェンジ点後の最初のフレームのフレーム番号 104 を、その次のシーンチェンジ点後の最初のフレームのフレーム番号 104 から引くことでフレーム数を求めることが出来る。シーンチェンジ点間隔に含まれるフレーム数と、そのシーンチェンジ点間隔と同期する同期点間隔に含まれるフレーム数とから、入力画像 110 と原画像 100 とのフレームレートの変更率  $\alpha$  を推定する。

30

【0042】

次に、推定されたフレームレートを利用して、入力画像 110 に埋め込まれている透かし情報 105 を検出し、透かし情報を出力して処理を終了する（ステップ S35）。透かし情報 105 の詳細な検出方法については後述する。

40

【0043】

ヒストグラム比較器 32 が原画像ヒストグラム 103 と入力画像ヒストグラム 107 とを比較する方法（ステップ S32）、及び同期点算出器 33 が、比較結果から同期点を求める方法（ステップ S33）について、図 6～図 9 を参照して説明する。

【0044】

図 6～図 8 は、原画像ヒストグラム 103 と入力画像ヒストグラム 107 とを比較する方法を説明するための図である。それぞれ、（a）は原画像 100 でのシーンチェンジ点は

50

$N(OB_n, OA_n)$ である。表示時間がシーチェンジ点 $N$ の前のフレーム $OB_n$ の原画像ヒストグラム103を示す。また、(b)は表示時間がシーチェンジ点 $N$ の後のフレーム $OA_n$ の原画像ヒストグラム103を示す。比較を行う入力画像110の点は点 $M(IB_m, IA_m)$ である。(c)は表示時間が点 $M$ の前のフレーム $IB_m$ の入力画像ヒストグラム107を示す。また、(d)は表示時間が点 $M$ の後のフレーム $IA_m$ の入力画像ヒストグラム107を示す。なお、本実施形態では、ヒストグラムとして方向ヒストグラムを用いた例について説明する。方向ヒストグラムとは、隣り合う画素間の画素値の勾配を利用したヒストグラムである。それぞれの画素の隣接画素間での輝度の勾配方向及び勾配の大きさを度数とするヒストグラムである。図6～図8では、上下左右の4つの勾配方向を成分とする例について示す。

10

#### 【0045】

図6は、シーンチェンジ点 $N$ と点 $M$ の前のヒストグラム同士、及び後のヒストグラム同士で一致の程度を求める例を示す図である。(e)は、フレーム $OB_n$ の原画像ヒストグラム103と、フレーム $IB_m$ の入力画像ヒストグラム107とを方向成分ごとに乗算して得た比較結果を示す。(f)は、フレーム $OA_n$ の原画像ヒストグラム103と、フレーム $IA_m$ の入力画像ヒストグラム107とを方向成分ごとに乗算して得た比較結果を示す。方向成分毎に乗算するとは、例えば、入力画像ヒストグラム107の上方向の成分の度数と原画像ヒストグラム103の上方向の成分の度数とを乗算することを示す。その他の方向成分に関しても同様に算出する。

20

#### 【0046】

比較するフレームのヒストグラムの一致の程度が高い場合、乗算結果は大きな値となる。逆に、ヒストグラムの一致の程度が低いと、乗算結果は小さな値となる。シーンチェンジ点はその前後でヒストグラムの差異が大きな箇所である。図6のように点 $N$ 、点 $M$ の前同士、後同士のヒストグラムの一致の程度が共に高い場合、点 $M$ とシーンチェンジ点 $N$ とは同期する点であると推定することができる。この様に、乗算結果の大小により原画像ヒストグラム103と入力画像ヒストグラム107との一致程度から、同期点を求めることが出来る。

#### 【0047】

図7は、図6とは異なる方法でヒストグラム同士の一致程度を求める例を示す図である。シーンチェンジ点 $N$ の前と点 $M$ の後とのヒストグラムの一致の程度を求める。また同様に、シーンチェンジ点 $N$ の後と点 $M$ の前とのヒストグラム同士の一致の程度を求める比較を行っている例を示す図である。(e)は、フレーム $OA_n$ の原画像ヒストグラム103と、フレーム $IB_m$ の入力画像ヒストグラム107とを方向成分ごとに乗算して得た比較結果を示す。(f)は、フレーム $OA_n$ の原画像ヒストグラム103と、フレーム $IB_m$ の入力画像ヒストグラム107とを方向成分ごとに乗算して得た比較結果を示す。

30

#### 【0048】

前述したように、ヒストグラムの一致程度が高いと乗算結果は大きな値となる。図7のように、点 $N$ 、点 $M$ の前同士、後同士のヒストグラムの一致の程度が共に高い場合、シーンチェンジ点 $N$ の前と点 $M$ の後とのヒストグラムの一致の程度と、シーンチェンジ点 $N$ の後と点 $M$ の前とのヒストグラム同士の一致の程度とが共に低くなる。この場合、点 $M$ はシーンチェンジ点 $N$ と同期するものと推定することが出来る。

40

#### 【0049】

上記のように、ヒストグラムを方向成分毎に乗算した結果の大小からシーンチェンジ点と同期する入力画像110の同期点を求めることが出来る。

#### 【0050】

図8は、図6図7で示した方法とは異なる方法でヒストグラム同士の一致程度を求める例を示す図である。(e)は、フレーム $OB_n$ の原画像ヒストグラム103と、フレーム $IB_m$ の入力画像ヒストグラム107とを方向成分ごとに除算して得た比較結果を示す。(f)は、フレーム $OA_n$ の原画像ヒストグラム103と、フレーム $IA_m$ の入力画像ヒストグラム107とを方向成分ごとに除算して得た比較結果を示す。

50

## 【 0 0 5 1 】

比較するフレームのヒストグラムの一一致の程度が高い程、除算結果は1に近い値となる。逆に、ヒストグラムの一一致の程度が低い程、除算結果は1から遠い値となる。図8のように点N、点Mの前同士、後同士のヒストグラムの一一致の程度が共に高い場合、各成分の除算結果は1に近い値となることが分かる。この場合、点Mとシーンチェンジ点Nとは同期する点であると推定することができる。この様にして、除算結果から原画像ヒストグラム103と入力画像ヒストグラム107の一致程度を算出することが出来る。なお、比較するヒストグラムが類似していれば、除算結果は1に近い値となると考えられるため、除算結果の統計量(例えば、平均や分散)を用いもよい。その場合、除算結果の平均値が1に近い場合や分散が小さい場合に、比較したヒストグラム同士が類似していると推定することができる。

10

## 【 0 0 5 2 】

なお、ここで記載した図6～図8の算定手法を組み合わせることでヒストグラムの一一致程度を算出することも考えられる。また、ここでは乗除算を用いてヒストグラム一致程度の算定を行ったが、加減算などの他手法を利用することも可能である。

## 【 0 0 5 3 】

以上のようにして、原画像ヒストグラム103と入力画像ヒストグラム107とを比較し、ヒストグラムの相関が高いフレーム番号の対を複数求め、同期点を求める。

## 【 0 0 5 4 】

フレームレート推定器34が、算出された同期点に基づき入力画像110のフレームレートを推定する方法(ステップS34)について、図9を参照して説明する。

20

## 【 0 0 5 5 】

図9は、入力画像110のフレームレートを推定する方法を説明するための図である。図9(a)は、原画像100のフレームの構成を示す。図9(b)は、入力画像110のフレームの構成を示す。矢印は共に表示時間を示す。

## 【 0 0 5 6 】

原画像100でのシーンチェンジ点は $N(OB_n, OA_n)$ 、 $N+1(OB_{n+1}, OA_{n+1})$ 、 $N+2(OB_{n+2}, OA_{n+2})$ である。また、入力画像110の同期点は $M(IB_m, IA_m)$ 、 $M+1(IB_{m+1}, IA_{m+1})$ 、 $M+2(IB_{m+2}, IA_{m+2})$ である。同期点(入力画像110でのシーンチェンジ点)は、図6～図8に示すヒストグラムの比較等によって求める。

30

## 【 0 0 5 7 】

シーンチェンジ点 $N(OB_n, OA_n)$ は、フレーム番号 $OB_n$ のフレームと番号 $OA_n$ のフレームとの間にあるシーンチェンジ点であることを示している。その他の点に関しても同様の表記をしている。

## 【 0 0 5 8 】

原画像100でのシーンチェンジ点Nと $N+1$ との間のシーンチェンジ点間隔 $O_1$ は、フレーム番号より $OB_{n+1} - OB_n$ フレームである。同様にシーンチェンジ点 $N+1$ と $N+2$ との間のシーンチェンジ点間隔 $O_2$ は、フレーム番号より $OB_{n+2} - OB_{n+1}$ フレームである。

40

## 【 0 0 5 9 】

入力画像110の同期点間隔は同期点Mと $M+1$ との間の同期点間隔 $I_1$ は、フレーム番号より $IB_{m+1} - IB_m$ フレームである。同様に同期点 $M+1$ と $M+2$ との間の同期点間隔 $I_2$ は、 $IB_{m+2} - IB_{m+1}$ フレームである。

## 【 0 0 6 0 】

シーンチェンジ点間隔の比率を算出すると、原画像100では $O_2 \div O_1 = (OB_{n+2} - OB_{n+1}) \div (OB_{n+1} - OB_n)$ 、入力画像110では $I_2 \div I_1 = (IB_{m+2} - IB_{m+1}) \div (IB_{m+1} - IB_m)$ となる。ここで、原画像100でのシーンチェンジ点と入力画像110のシーンチェンジ点が対応するシーンチェンジ点であれば、前述の時間的な攻撃がなされた場合であっても、シーンチェンジ点間隔の比率は殆ど一致す

50

る。原画像 100 と入力画像 110 とでフレームレートが変化してもシーンチェンジ点間隔の比率は変化せず、シーンチェンジ点間隔の比率はフレームレートには影響しない為である。シーンチェンジ同期を原画像 100 と入力画像 110 のシーンチェンジ点間隔の比率を用いることで、より精度良くシーンチェンジ点と同期する点を求めることが出来る。なお、ヒストグラム比較の例で示したヒストグラムの一致程度の結果のみを利用して、原画像 100 と入力画像 110 の同期を行うことも可能である。

#### 【0061】

図 9 では、シーンチェンジ点 N と同期点 M とが、シーンチェンジ点 N + 1 と同期点 M + 1 とが、シーンチェンジ点 N + 2 と同期点 M + 2 とが互いに同期する点であるとする。

#### 【0062】

例えば、原画像 100 でのシーンチェンジ点間隔 O1 ( $O B_{n+1} - O B_n$ ) が 1000 フレームであり、入力画像 110 の O1 と対応する同期点間隔 I1 ( $I B_{m+1} - I B_m$ ) が 1100 フレームであるとする。シーンチェンジ点 N と同期点 M とが互いに同期することから、入力画像 110 のフレームレートの変更率  $\alpha$  は、 $\alpha = 1100 / 1000 = 1.1$  であると推定することが出来る。

#### 【0063】

図 10 は、電子透かし検出器 36 の構成を示す図である。

#### 【0064】

電子透かし検出器 36 は、拡大縮小器 27、周波数成分抽出器 20、第 1 直行変換器 21、合成器 22、第 2 直行変換器 23、累積加算器 24、推定器 25 を有する。

#### 【0065】

拡大縮小器 27 は、電子透かしが埋め込まれた入力画像 110 の拡大(もしくは縮小)を行う。なお、拡大縮小器 27 は 1 倍、周波数成分抽出器 20 は全ての周波数成分を抽出する場合もある。拡大縮小器 27 は、電子透かし埋め込み装置 1 で用いられている埋込拡大縮小器 10 と同じ拡大縮小率で入力画像 110 の拡大(もしくは縮小)を行う。

#### 【0066】

周波数成分抽出器 20 は、拡大縮小器 27 によって拡大(もしくは縮小)された入力画像 110 から特定周波数成分を抽出する。周波数成分抽出器 20 は周波数成分抽出器 11 と同じ周波数領域のデジタルフィルタ、例えば所定のカットオフ周波数を有するローパスフィルタやハイパスフィルタ、あるいは所定の通過域中心周波数を有するバンドパスフィルタである。

#### 【0067】

第 1 直交変換器 21 は、周波数成分抽出器 20 によって抽出された特定周波数成分を有する信号に対して直交変換などの直交変換処理をする。同様に、入力画像 110 に対しても直交変換処理をする。

#### 【0068】

合成器 22 は、直交変換後の 2 つの信号を複素合成した信号を生成する。ここで、第 1 直交変換後の振幅成分は、振幅を調整することにより、位相に比重をおいた複素合成を行っても構わない。

#### 【0069】

第 2 直交変換器 23 は、合成器 22 によって複素合成された後の合成信号に対して直交変換(逆直交変換)を行う。ここでの直交変換は第 1 直交変換での変換と対になっている必要がある。例えば、第 1 直交器 21 がフーリエ変換を行った場合には、第 2 直交変換器 23 では逆フーリエ変換を行う。

#### 【0070】

累積加算器 24 は、フレームレート推定器 34 が推定したフレームレート変更率  $\alpha$  に基づいて、透かし信号重畳器 13 が透かし信号 101 を重畳する際の極性の反転パターンと同期をさせながら極性を調整し、第 2 直交変換後の信号の累積加算を行う。例えば、埋め込みをする際に、1 フレーム毎に透かし信号 101 の符号を反転させて埋め込みを行った場合には、検出においても、1 フレーム毎に符号を反転させながら累積を行う必要がある。

10

20

30

40

50

また、フレームレートが変更(例えば、 $\alpha = 2$  [倍])になった場合には、検出時に、極性を2フレーム毎に反転させ、同じ極性の1フレーム分を累積加算することで埋め込みと検出の同期をとる必要がある。詳細については後述する。

【0071】

推定器25は、累積加算後の信号(変換後の合成信号)から透かし情報105を推定する。なお、透かし情報105として、デジタル信号の"1"または"0"が埋め込まれている。

【0072】

電子を透かし検出する方法(電子透かし検出ステップS35)について説明する。

【0073】

図11は、電子透かし検出器36が入力画像110から、埋め込まれた透かし情報105を検出する方法を示すフローチャートである。

【0074】

まず、拡大縮小器27は入力された入力画像110の拡大(もしくは縮小)を行う(ステップS40)。この際に、埋込拡大縮小器10の拡大縮小率と、同じ倍率で拡大(もしくは縮小)を行う。なお、拡大縮小率が1倍の場合もある。

【0075】

次に、周波数成分抽出器20は拡大縮小された入力画像110の特定周波数成分の信号成分を抽出する(ステップS41)。この際に、周波数成分抽出器11が抽出した周波数成分と同じ周波数領域を抽出する。なお、全ての周波数成分を特定周波数成分として抽出する場合もある。

【0076】

次に、第1直行変換器21はステップS41で抽出された信号に対して直交変換などの直交変換処理をする(ステップS42)。

【0077】

なお、ステップS42と同様に、第1直行変換器21は、入力画像110に対しても直交変換などの直交変換処理をする(ステップS47)。

【0078】

次に、合成器22は直交変換後の2つの信号を複素合成する(ステップS43)。ここで、第1直交変換後の振幅成分は、振幅を調整し位相に比重をおく複素合成を行っても構わない。

【0079】

第2直行変換器23は、複素合成後の合成信号に対して直交変換(逆直交変換)を行う(ステップS44)。ここで行う直交変換は、第1直交変換器の行う変換と対になっている必要がある。

【0080】

次に、累積加算器24は第2直行変換後の信号の累積加算を行う(ステップS45)。累積加算は、フレームレート推定器34が推定したフレームレート変更率 $\alpha$ に基づき、透かし信号重畳器13が透かし信号101を埋め込んだ際と、同期した時系列的なパターンで極性を反転させながら行われる。時系列的なパターンの同期を行う際の詳細な説明は後述する。

【0081】

次に、透かし情報105を推定し、出力する(ステップS45)。

【0082】

ステップS45で透かし情報105を推定する方法について図2、図12を用いて説明する。

【0083】

図2に示すように、合成器22によって複素合成された後の合成信号の位相をシフトさせながら、元の位相シフトしていない変換後の合成信号との相関を求める。なお、2つの画像信号間の相関(類似度)を計算する手法として、位相限定相関手法等を利用する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 4 】

図 1 2 は、相互相関値と位相シフト量との関係を示す図である。図 1 0 に示すように、ある位相シフト量の位置に相互相関値のピークが現れる。このピークの極性（正・負）が透かし情報 1 0 5 を表す。推定器 2 5 は、位相シフト量を連続的あるいは段階的に制御し、それに伴って出力される相互相関値のピークを探索し、探索されたピークの極性から透かし情報 1 0 5 を推定して検出する。相互相関値のピークは、透かし情報 1 0 5 に応じて正・負のいずれかの値をとる。図 1 0 では、正の場合は透かし情報 1 0 5 は " 1 "、負の場合は透かし情報 1 0 5 は " 0 " と判定される。

## 【 0 0 8 5 】

以上のように、入力画像 1 1 0 から特定周波数成分信号を抽出し、この特定周波数成分信号と埋込済画像 1 0 6 の画像信号との位相限定相関の相関結果から透かし情報 1 0 5 を検出する。

10

## 【 0 0 8 6 】

累積加算器 2 4 が、累積加算をする（ステップ S 4 4）際にパターンの同期を行う方法を説明する。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 3 は、累積加算器 2 4 が第 2 直交変換後の信号を累積加算する方法を説明するための図である。図 1 3（a）は、原画像 1 0 0 のフレームの構成を示す図である。図 1 3（b）は入力画像 1 1 0 のフレームの構成を示す図である。両図共に、矢印は表示時間を示す。破線で結ばれたシーンチェンジ点と同期点とは互いに同期する点である。

20

## 【 0 0 8 8 】

原画像 1 0 0 のそれぞれの期間は透かし信号 1 0 1 を重畳した際の極性の反転パターンであり、同じ期間内のフレームは同じ極性で透かし信号 1 0 1 が重畳されている。第 1 期間に含まれるフレームの数が A フレームである。同様に、第 2 期間が B フレームであり、第 3 期間が C フレームである。

## 【 0 0 8 9 】

フレームレート推定器 3 4 が推定したフレームレート変更率は  $\alpha$  である。入力画像 1 1 0 の第 1 期間（原画像 1 0 0 の第 1 期間と同期する期間）に含まれるフレームの数は  $\alpha$  A フレーム、第 2 期間は  $\alpha$  B フレーム、第 3 期間は  $\alpha$  C フレームとなる。そのため、それぞれの期間はその期間と同期する原画像の期間内に含まれるフレームの数と同じ枚数のパターンおよび同じ極性で信号を重畳する必要がある。

30

## 【 0 0 9 0 】

$\alpha > 1$  の場合には、期間に含まれる所定のフレームの信号を重畳しない等によって原画像 1 0 0 の同期する期間に含まれるフレームと同じ数の信号を重畳する。また、 $\alpha < 1$  の場合には、期間に含まれる所定のフレームの信号を複数回累積させる等によって原画像 1 0 0 の同期する期間に含まれるフレームと同じ数の信号を重畳する。

## 【 0 0 9 1 】

また、重畳するフレーム数を同じ数にする他に、変更率  $\alpha$  から、入力画像 1 1 0 での反転パターンを推定し、第 1 期間に含まれるフレームは、原画像に透かし信号 1 0 1 を重畳した際の反転パターンと同じ反転パターンで  $\alpha$  A フレーム分重畳し、パターンを同期する方法であっても良い。

40

## 【 0 0 9 2 】

いずれの手法であっても、原画像 1 0 0 と入力画像 1 1 0 との時間的なずれによる埋込と検出の累積パターン誤差が蓄積しないようにすることができる。

## 【 0 0 9 3 】

以上の様に、透かし信号重畳器 1 3 が透かし信号 1 0 1 重畳する際の極性の反転パターンと、累積加算器 2 4 が第 2 直交変換後の信号を累積加算する際の極性の反転パターンとを同期する。

## 【 0 0 9 4 】

それによって、映写機の回転スピードに個体差があること等に起因する時間的なずれによ

50

りフレームレートが変更された場合であっても、安定して透かし情報の検出をすることができる。

【 0 0 9 5 】

電子透かし検出装置 2 が、2 ビットの透かし情報 1 0 5 を検出する動作例を、図 1 4 ~ 図 1 6 を用いて説明する。簡単のため、拡大縮小器 2 7 が行う拡大縮小率は 1 倍であるとする。

【 0 0 9 6 】

図 1 4 は、第 1 の実施形態の電子透かし検出装置の動作を説明する図である。2 次元の画像データのうち 1 ラインの信号を例示的に示しているため、1 次元の信号が描かれている。

10

【 0 0 9 7 】

入力画像 1 1 0 から透かし情報 1 0 5 を検出する場合、周波数成分抽出器 2 0 は、図 1 4 ( a ) の入力画像信号から、図 1 4 ( b ) の特定周波数成分信号を抽出する。図 1 4 ( c ) ( d ) は、特定周波数成分信号を所定のシフト量だけ位相シフトさせた位相シフト信号である。入力画像信号と位相シフト信号の相関値が求められ、その相関値のピークから透かし情報 1 0 5 が判定される。例えば、相関値のピークが正であれば、透かし情報 1 0 5 は + 1 ( “ 1 ” ) と判定され、相関値のピークが負であれば、透かし情報 1 0 5 は - 1 ( “ 0 ” ) と判定される。なお、入力画像 1 1 0 に対してスケーリング ( 拡大 / 縮小 ) が行われていない場合、入力画像信号は、透かし情報を埋め込んだ際のシフト量 ( 例えば、図 3 ( c ) ( d ) に示すシフト量 ) と同じシフト量の位置に、相関値のピークが生じる。埋込情報推定器 2 5 が、位相シフト量を制御しながら相関値のピークを検出する。そのピーク位置から透かし情報 1 0 5 を推定する。

20

【 0 0 9 8 】

図 1 5 は、透かし情報 1 0 5 が ( 1 , 1 ) の場合の相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作を示す図である。図 1 5 のように相関値の正のピークが原点 ( 位相シフト量が零の点 ) 以外に 2 箇所存在することにより、透かし情報 1 0 5 である ( 1 , 1 ) が検出される。

【 0 0 9 9 】

図 1 6 は、透かし情報 1 0 5 が ( 1 , - 1 ) の場合の相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作を示す図である。図 1 6 のように相関値の正のピークが原点の近いところに存在し、負のピークが原点から正のピークより遠いところに存在することにより、透かし情報 1 0 5 である ( 1 , - 1 ) が検出される。

30

【 0 1 0 0 】

なお、特定周波数成分信号を原画像 1 0 0 に加算して埋込済画像 1 0 6 を作成する際に、ライン毎、複数ライン毎、フィールド毎、複数フィールド毎、フレーム毎および複数フレーム毎のいずれか、あるいはこれらの適宜の組み合わせで位相シフト信号の極性を反転する方式や、位相シフト量を変更する方式を用いても良い。

【 0 1 0 1 】

本実施形態では、電子透かし検出装置 2 が検出を行う前 ( コンテンツ作成時等 ) に原画像 1 0 0 の特徴量 ( 原画像ヒストグラム 1 0 3 、フレーム番号 1 0 4 ) を、あらかじめ求めておき、特徴量記憶部 3 0 に保持している例について説明した。該当する特徴量が特徴量記憶部 3 0 に記憶されていない場合に、検出時に原画像 1 0 0 を電子透かし検出装置 2 に入力し、原画像 1 0 0 から電子透かし検出装置 2 が特徴量を求める構成であってもよい。その場合、特徴量として原画像 1 0 0 から原画像ヒストグラム 1 0 3 の算出を行い、シーンチェンジ点の前後のフレームの特徴量を算出する。また、原画像 1 0 0 のシーンチェンジ点の前後のフレームのフレーム番号も算出する必要がある。

40

【 0 1 0 2 】

また、比較を行うヒストグラムはシーンチェンジの前後の 1 枚のフレームである例について示したが、シーンチェンジの前後それぞれ複数枚のフレームのヒストグラムを求め、その平均について比較を行ってもかまわない。

【 0 1 0 3 】

50

また、ヒストグラム算出器 3 1、ヒストグラム比較器 3 2 が用いる画像のヒストグラムとして、輝度ヒストグラム、方向ヒストグラム、エッジヒストグラム等を利用することが出来る。これらのヒストグラムのうちいずれかのヒストグラムを用いる場合、また、複数のヒストグラムを用いる場合も考えられる。

【 0 1 0 4 】

輝度ヒストグラムとは、画像中にどの輝度値をもった画素がどれだけ存在しているかの分布を示すヒストグラムである。

【 0 1 0 5 】

エッジヒストグラムとは、エッジの方向を利用したヒストグラムである。画像中の各画素におけるエッジの方向と強度を算出する。エッジの方向を複数の階級に分割し、同じ階級に割り当てられた画素数をその階級の度数となるようにして求められたヒストグラムである。

10

【 0 1 0 6 】

想定しているアプリケーション（適用するシステム）に応じて、それらのうち最適なヒストグラムを適宜利用することができる。例えば、シーンチェンジ点以外で大きな輝度変化が想定される場合には、方向ヒストグラムやエッジヒストグラムが有効であると考えられる。また、シーンチェンジ点以外大きな輝度変化が想定されない場合には、輝度ヒストグラムの利用が有効であると考えられる。

【 0 1 0 7 】

[ 第 2 の実施形態 ]

20

第 2 の実施形態の電子透かし検出システムについて説明する。本実施形態の電子透かし検出装置は、電子透かしが埋め込まれた入力画像 1 1 0 を縮小して得た画像に対してヒストグラム算出処理を行う。

【 0 1 0 8 】

図 1 7 は、本実施形態の電子透かし検出装置 3 の構成を示す図である。

【 0 1 0 9 】

本実施形態の電子透かし検出装置 3 は、図 2 の電子透かし検出装置 2 と比較して縮小画像生成器 3 7 をさらに有する。

【 0 1 1 0 】

縮小画像生成器 3 7 は、入力画像 1 1 0 を縮小する。

30

【 0 1 1 1 】

ヒストグラム算出器 3 1 は、縮小された入力画像 1 1 0 からヒストグラムを算出する。

【 0 1 1 2 】

なお、縮小画像生成器 3 7 による縮小画像の作成手法として、デジタルフィルタを利用する場合や、画像を水平方向や垂直方向に間引く場合など様々考えられるが、いずれの方法であっても良い。

【 0 1 1 3 】

本実施形態の電子透かし検出装置によれば、ヒストグラム算出時の処理量を削減することが可能となる。また、ヒストグラムの算出は画像の画面全体に対して行うのではなく、画面中央部に対して行うことも考えられる。この様にすることで、処理量の削減だけでなく、フレームレート推定性能の向上が見込まれる。入力画像 1 1 0 の画面中央部には原画像 1 0 0 が多く含まれる可能性が高いためである。例えば、テレビ画面の撮影画像が検出システムに入力された場合には、撮影画面にはテレビフレームといった原画像 1 0 0 以外の成分も撮影されている可能性があるが、画面中央部はこの種の原画像 1 0 0 以外の成分が撮影される可能性が少なく、フレームレート推定がより正確に行うことができる。

40

【 0 1 1 4 】

[ 第 3 の実施形態 ]

第 3 の実施形態の電子透かし検出システムについて説明する。本実施形態の電子透かし検出システムは、ヒストグラム算出とヒストグラム比較の処理を、入力画像 1 1 0 を分割した画像に対して行う例である。

50

## 【 0 1 1 5 】

図 1 8 は、本実施形態の電子透かし検出装置 4 の構成を示す図である。

## 【 0 1 1 6 】

電子透かし検出装置 4 は、図 2 の電子透かし検出装置 2 と比較して分割画像生成器 3 8 をさらに有する。

## 【 0 1 1 7 】

電子透かし検出装置 4 の特徴量記憶部 3 0 には、あらかじめ原画像 1 0 0 を所定の数に分割した画像それぞれの分割画像のヒストグラム（以下、原画像分割ヒストグラムと記載）1 0 8 を保持している。

## 【 0 1 1 8 】

分割画像生成部 3 8 は、原画像分割ヒストグラム 1 0 8 を生成する際に原画像 1 0 0 を分割した分割領域と同じ大きさ、数に入力画像 1 1 0 を分割する。

## 【 0 1 1 9 】

ヒストグラム算出器 3 1 は、入力画像 1 1 0 の分割された画像のヒストグラムを算出する。

## 【 0 1 2 0 】

ヒストグラム比較器 3 2 は、入力画像 1 1 0 の分割された画像のヒストグラムと原画像分割ヒストグラム 1 0 8 との比較を行う。

## 【 0 1 2 1 】

同期点算出器 3 3 は、分割された画像毎のヒストグラムの比較結果に基づいてシーンチェンジ点と同期する点を求める。ここでは 2 分割の例であるが、分割数を増やすことも考えられる。また、分割は、入力画像を水平方向に分割する場合、垂直方向に分割する場合、また水平垂直方向に分割する場合と様々考えられる。

## 【 0 1 2 2 】

この様に分割した画像同士を利用することにより、ヒストグラムやシーンチェンジ点間隔比率がより正確に算出できると期待できる。なお、電子透かし検出システムが想定しているアプリケーションにより最適な分割数は変化すると考えられる。大きな幾何変形攻撃が想定される場合には、分割数の増加は性能低下につながると考えられるが、大きな幾何変形が想定されない場合には、分割数の増加により性能が向上すると考えられる。

## 【 0 1 2 3 】

上記の各実施形態の画像処理装置は、例えば、汎用のコンピュータ装置を基本ハードウェアとして用いることでも実現することが可能である。また、プログラムとしてインストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで CD-ROM、CD-R、DVD 等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録し提供しても、ROM 等に予め組み込んで提供してもよい。実行されるプログラムは、上述した各機能を含むモジュール構成となっている。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 1 2 4 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態の電子透かし埋込装置の構成を示す図。

【 図 2 】 特定周波数成分信号の位相シフトの例を示す図。

【 図 3 】 電子透かし埋込装置の動作を説明する図。

【 図 4 】 第 1 の実施形態の電子透かし検出装置の構成を示す図。

【 図 5 】 第 1 の実施形態の電子透かし検出装置の処理を示すフローチャート図。

【 図 6 】 ヒストグラムを比較する方法を説明する図。

【 図 7 】 ヒストグラムを比較する方法を説明する図。

【 図 8 】 ヒストグラムを比較する方法を説明する図。

【 図 9 】 入力画像 1 1 0 のフレームレートを推定する方法を説明するための図。

【 図 1 0 】 電子透かし検出器の構成を示す図。

【 図 1 1 】 第 1 の実施形態の電子透かし器の処理を示すフローチャート。

【 図 1 2 】 相互相関値と位相シフト量との関係を示す図

【 図 1 3 】 累積加算器 2 4 が第 2 直交変換後の信号を累積加算する方法を説明するための

10

20

30

40

50

図。

【図 1 4】第 1 の実施形態の電子透かし検出装置の動作を説明する図。

【図 1 5】透かし情報が (1, 1) の場合の相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作を示す図。

【図 1 6】透かし情報が (1, -1) の場合の相関値のピーク探索と透かし情報検出の動作を示す図。

【図 1 7】第 2 の実施形態の電子透かし検出装置の構成を示す図。

【図 1 8】第 3 の実施形態の電子透かし検出装置の構成を示す図。

【符号の説明】

【 0 1 2 5 】

10

1 0 0 . . . 原画像

1 1 0 . . . 入力画像

1 0 1 . . . 透かし信号

1 0 3 . . . 原画像ヒストグラム

1 0 7 . . . 入力画像ヒストグラム

1 0 8 . . . 原画像分割ヒストグラム

1 0 4 . . . フレーム番号

1 0 5 . . . 透かし情報

1 0 6 . . . 埋込済画像

20

1 . . . 電子透かし埋め込み装置

1 0 . . . 埋込拡大縮小器

1 1 . . . 周波数成分抽出器

1 2 . . . 透かし信号生成器

1 3 . . . 透かし重畳器

2 , 3 , 4 . . . 電子透かし検出装置

3 0 . . . 特徴量記憶部

3 1 . . . ヒストグラム算出器

3 2 . . . ヒストグラム比較器

3 3 . . . 同期点算出器

3 4 . . . フレームレート推定器

3 5 . . . フレームカウンタ

3 6 . . . 電子透かし検出器

3 7 . . . 縮小画像生成器

3 8 . . . 分割画像生成器

30

2 0 . . . 周波数成分抽出器

2 1 . . . 第 1 直交変換器

2 2 . . . 合成器

2 3 . . . 第 2 直交変換器

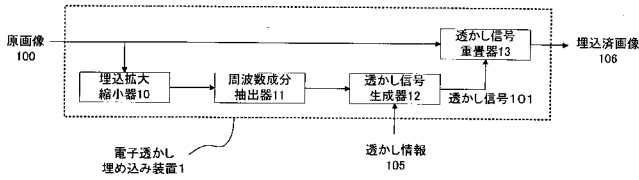
2 4 . . . 累積加算器

2 5 . . . 推定器

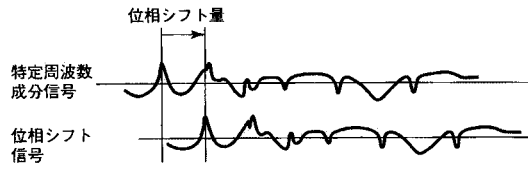
2 7 . . . 拡大縮小器

40

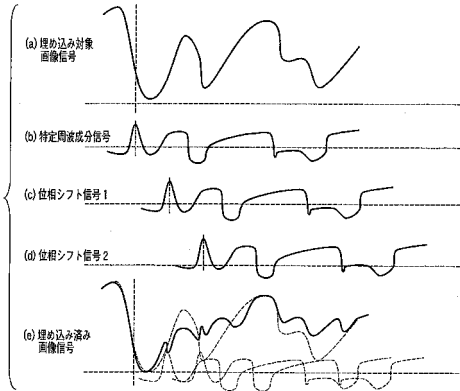
【図 1】



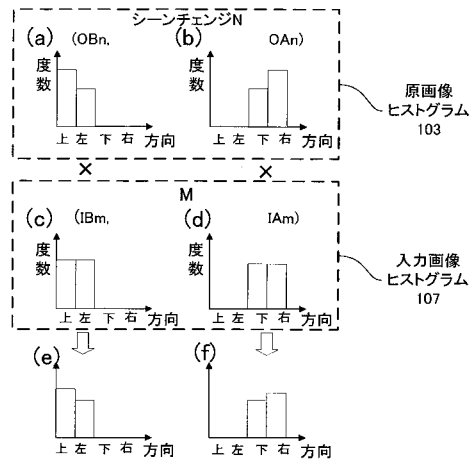
【図 2】



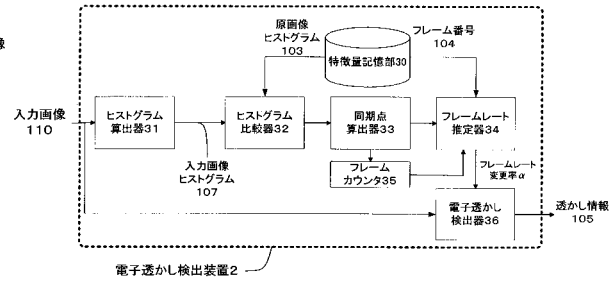
【図 3】



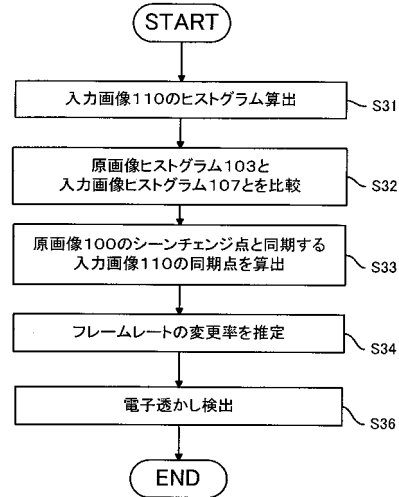
【図 6】



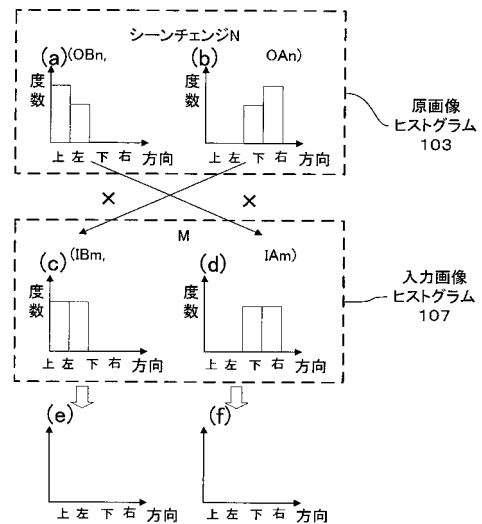
【図 4】



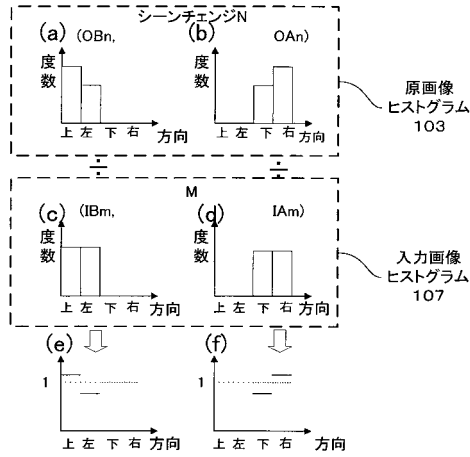
【図 5】



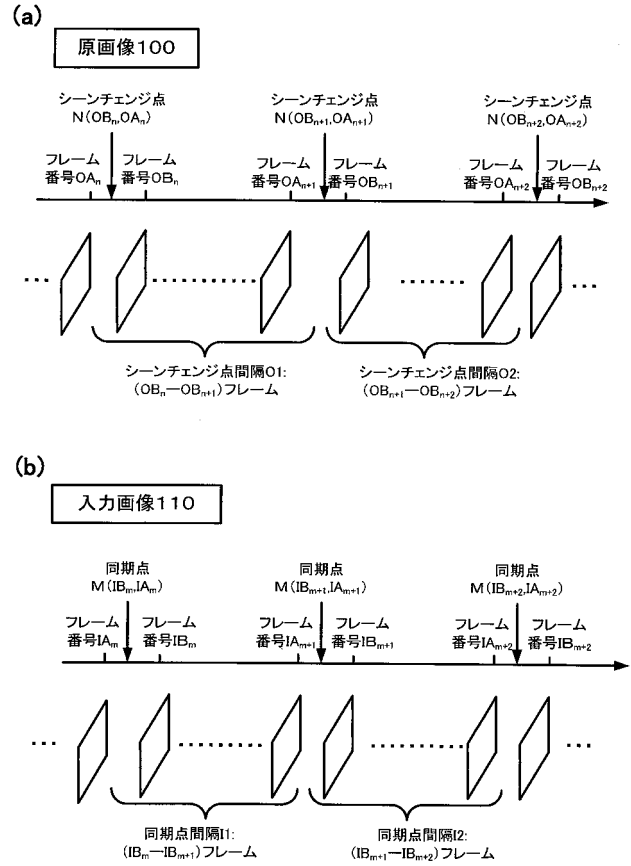
【図 7】



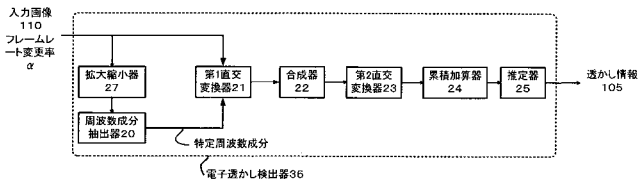
【図 8】



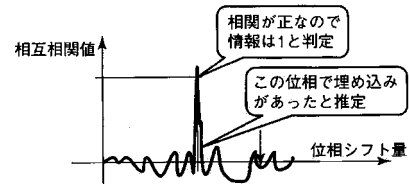
【図 9】



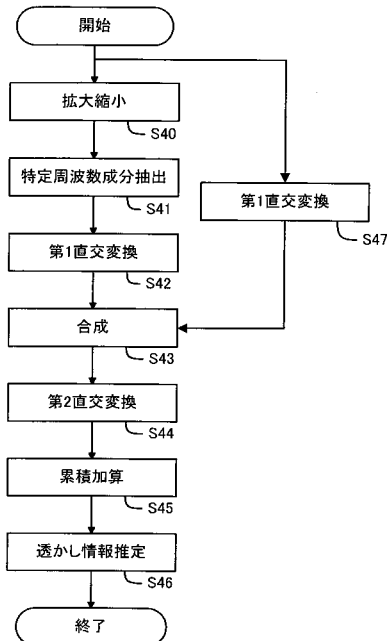
【図 10】



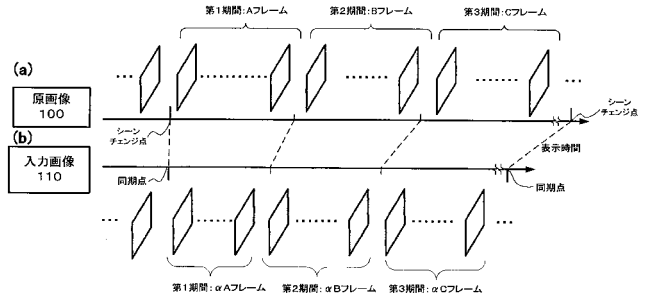
【図 12】



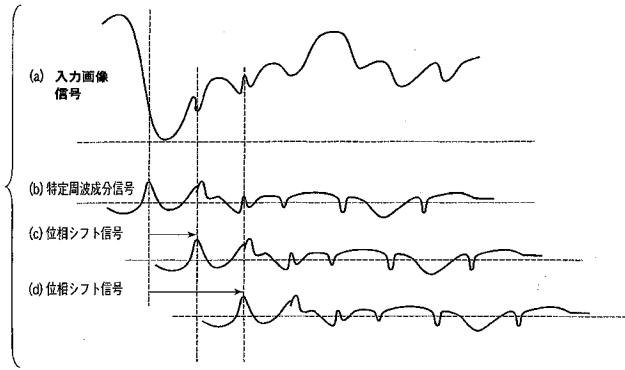
【図 11】



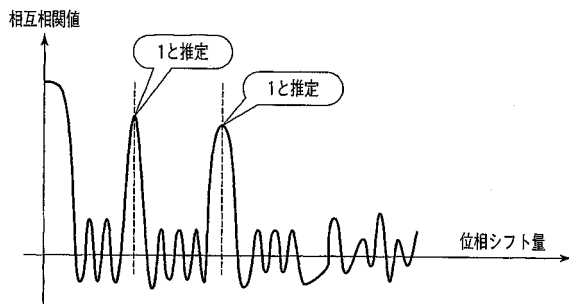
【図 13】



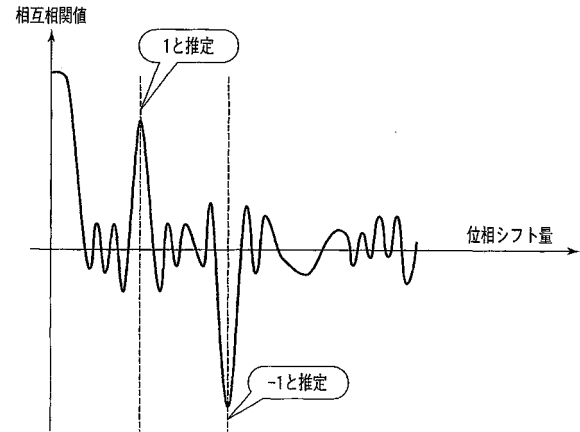
【図 14】



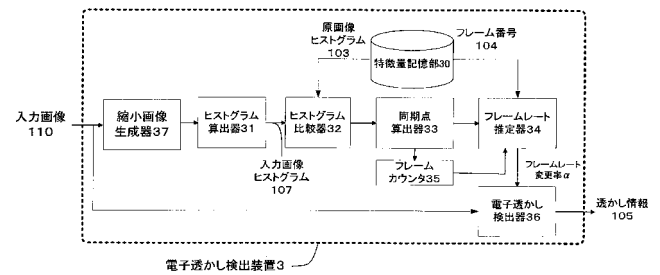
【図 15】



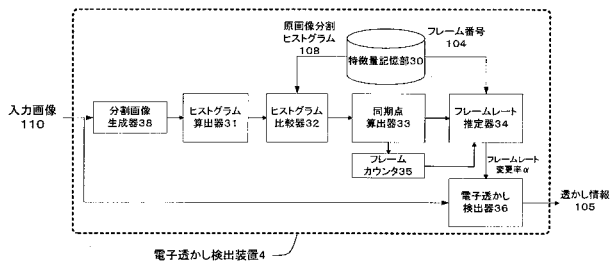
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5C159 KK43 LB05 NN43 PP01 PP04 PP16 RC35 TB02 TC02 TC14  
TD05 TD06 TD07 TD10 TD16 UA01 UA04 UA12