

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4142423号
(P4142423)

(45) 発行日 平成20年9月3日(2008.9.3)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4N	1/387	(2006.01)	HO4N 1/387
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T 1/00 500B
HO4N	1/41	(2006.01)	HO4N 1/41 B
HO4N	5/91	(2006.01)	HO4N 5/91 P

請求項の数 9 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-362513 (P2002-362513)	(73) 特許権者	593081408
(22) 出願日	平成14年12月13日(2002.12.13)		ソニー・ユナイテッド・キングダム・リミテッド
(65) 公開番号	特開2004-40751 (P2004-40751A)		Sony United Kingdom Limited
(43) 公開日	平成16年2月5日(2004.2.5)		イギリス国 サリー, ウェブリッジ, ブルックランズ, ザ ハイツ (番地なし)
審査請求日	平成17年10月26日(2005.10.26)	(74) 代理人	100104215
(31) 優先権主張番号	0129907.2		弁理士 大森 純一
(32) 優先日	平成13年12月13日(2001.12.13)	(74) 代理人	100117330
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 折居 章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出データ処理装置、受信者特定システム、識別方法、受信者特定方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

オリジナルマテリアルアイテムの各サンプルに、それぞれ対応する各コードワード係数を結合することにより生成された、オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョン内に存在する1つ以上の所定のコードワードの組を識別する検出データ処理装置であって、

上記対応するコードワード係数が結合された上記オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルを、上記オリジナルマテリアルアイテムの対応するサンプルに関連付ける登録プロセッサと、

上記オリジナルマテリアルアイテムのサンプルを、上記コードワードが埋め込まれたバージョンの対応するサンプルと比較することにより、上記コードワードを再生し、再生コードワードを生成する再生プロセッサと、

上記再生コードワードと生成された各コードワードとを相関させることにより、上記所定のコードワードの組における各コードワードに対する相関値を生成する相関プロセッサと、

所定の閾値を超えるコードワードの相関値に対応する1つ以上のコードワードを検出する検出プロセッサとを備え、

上記登録プロセッサは、

上記オリジナルマテリアルアイテムのサンプルと上記コードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルについて、該オリジナルマテリアルアイテムのサンプルのコードワード

10

20

が埋め込まれたバージョンに対する各シフト毎に相関値を算出し、

上記各シフトのうち最も高い相関値を示すシフトから、上記オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンに対する第1の登録位置を判定し、

上記オリジナルマテリアルアイテム及び上記コードワードが埋め込まれたバージョンをオーバーサンプリングし、

上記オリジナルマテリアルアイテムのサンプル及び上記コードワードが埋め込まれたバージョンのオーバーサンプリングされたバージョンについて、上記第1の登録位置に対する各シフト毎に相関値を算出し、

上記オーバーサンプリングされたバージョンの各シフトのうち最も高い相関値を示すシフトから、第2の登録位置を判定することを特徴とする検出データ処理装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の検出データ処理装置であって、

上記登録プロセッサは、

上記第2の登録位置について、上記オリジナルマテリアルアイテムの各サンプルと上記コードワードが埋め込まれたバージョンの対応する各サンプルとの間の差分を算出し、

上記差分を所定の閾値と比較して、該差分が該所定の閾値を超えているとき、上記関連付けられたコードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルを上記オリジナルマテリアルアイテムの対応するサンプルに置換することを特徴とする検出データ処理装置。

【請求項3】

請求項1又は2記載の検出データ処理装置であって、

上記相関プロセッサは、上記生成されたコードワード係数を生成するための擬似乱数を生成するコードワード生成器を備え、該擬似乱数は、上記コードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルに基づいて生成されるシード値から生成されることを特徴とする検出データ処理装置。

20

【請求項4】

請求項1乃至3いずれか1項記載の検出データ処理装置であって、

上記コードワードは、離散コサイン変換領域において上記マテリアルアイテムに導入されており、当該検出データ処理装置は、

上記コードワードが埋め込まれたバージョンと上記オリジナルマテリアルアイテムとを離散コサイン変換領域に変換する離散コサイン変換プロセッサを備え、

上記再生プロセッサは、上記コードワードが埋め込まれたバージョンの離散コサイン変換係数から、上記オリジナルマテリアルアイテムの対応する離散コサイン変換係数を減算することにより、上記再生コードワードを生成することを特徴とする検出データ処理装置。

30

【請求項5】

マテリアルアイテムの受信者を特定する受信者特定システムであって、

オリジナルマテリアルアイテムに所定のコードワードの組のうちの1つのコードワードを導入することにより、該オリジナルマテリアルアイテムの少なくとも1つのコードワードが埋め込まれたバージョンを生成する符号化データ処理装置と、

請求項1乃至4いずれか1項記載の検出データ処理装置とを備え、

上記符号化データ処理装置は、

上記コードワードの所定の組から複数のコードワード係数を有するコードワードを生成するコードワード生成器と、

上記オリジナルマテリアルアイテムの複数のサンプルに、上記対応する各コードワード係数を結合し、上記コードワードが埋め込まれたバージョンを生成する符号化プロセッサとを備え、

上記コードワードは、該コードワードに固有に関連付けられているシード値によって初期化される擬似乱数生成器を用いて生成され、上記コードワード係数は、該擬似乱数生成器によって生成された数値から生成され、

上記符号化データ処理装置は、上記受信者を固有に特定するシード値から生成されたコ

40

50

ードワードをマテリアルアイテムに導入することにより、マテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンを生成し、

上記検出データ処理装置は、上記マテリアルアイテムにおけるコードワードの有無を検出することにより、所定の誤検出確率で該マテリアルアイテムの受信者を検出することを特徴とする受信者特定システム。

【請求項6】

オリジナルマテリアルアイテムの各サンプルに、それぞれ対応する各コードワード係数を結合することにより生成された、オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョン内に存在する1つ以上の所定のコードワードの組を識別する識別方法であって、

10

上記対応するコードワード係数が結合された上記オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルを、上記オリジナルマテリアルアイテムの対応するサンプルに関連付けるステップと、

上記オリジナルマテリアルアイテムのサンプルを、上記コードワードが埋め込まれたバージョンの対応するサンプルから減算することにより、再生コードワードを生成するステップと、

上記再生コードワードと生成された各コードワードとを相関させることにより、上記所定のコードワードの組における各コードワードに対する相関値を生成するステップと、

所定の閾値を超えるコードワードの相関値に対応する少なくとも1つのコードワードを検出するステップとを有し、

20

上記サンプルを関連付けるステップは、

上記オリジナルマテリアルアイテムのサンプルと上記コードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルについて、該オリジナルマテリアルアイテムのサンプルのコードワードが埋め込まれたバージョンに対する各シフト毎に相関値を算出し、

上記各シフトのうち最も高い相関値を示すシフトから、上記オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンに対する第1の登録位置を判定し、

上記オリジナルマテリアルアイテム及び上記コードワードが埋め込まれたバージョンをオーバーサンプリングし、

上記オリジナルマテリアルアイテムのサンプル及び上記コードワードが埋め込まれたバージョンのオーバーサンプリングされたバージョンについて、上記第1の登録位置に対する各シフト毎に相関値を算出し、

30

上記オーバーサンプリングされたバージョンの各シフトのうち最も高い相関値を示すシフトから、第2の登録位置を判定することを特徴とする識別方法。

【請求項7】

請求項6記載の識別方法により、オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョン内に存在する1つ以上の所定のコードワードの組を識別することで、前記オリジナルマテリアルアイテムの受信者を特定する受信者特定方法であって、

前記オリジナルマテリアルアイテムの少なくとも1つのコードワードが埋め込まれたバージョンは、オリジナルマテリアルアイテムに所定のコードワードの組のうちの1つのコードワードを導入することにより生成されるものであり、

40

前記生成は、

上記コードワードの所定の組から複数のコードワード係数を有するコードワードを生成するステップと、

上記オリジナルマテリアルアイテムの複数のサンプルに、上記対応する各コードワード係数を結合し、上記コードワードが埋め込まれたバージョンを生成するステップとを有し、

上記コードワードを生成するステップは、

上記コードワードに固有に関連付けられているシード値によって擬似乱数生成器を初期化するステップと、

上記擬似乱数生成器によって生成された数値から上記コードワード係数を生成するステ

50

ップとを有することを特徴とする受信者特定方法。

【請求項 8】

データプロセッサにロードされて、該データプロセッサを請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項記載の検出データ処理装置における各手段として機能させるためのコンピュータにより実行可能なプログラム。

【請求項 9】

データプロセッサにロードされて、該データプロセッサに請求項 6 記載の識別方法における各ステップ又は請求項 7 記載の受信者特定方法において識別されるための上記オリジナルマテリアルアイテムの少なくとも 1 つのコードワードが埋め込まれたバージョンを生成するための各ステップを実行させるためのコンピュータにより実行可能なプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マテリアルアイテムにコードワード (code words) を埋め込む符号化データ処理装置及び方法に関する。幾つかの用途においては、コードワードは、マテリアルアイテムを識別するために使用される。これに対応して、本発明は、マテリアルアイテムに埋め込まれた 1 つ以上のコードワードを検出するデータ処理装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

マテリアルアイテムを識別するために、マテリアルアイテムに情報を埋め込む処理は、ウォータマーキング処理と呼ばれる。

20

【0003】

識別コードワードは、マテリアルアイテムのバージョンを識別するために、マテリアルアイテムのバージョンに埋め込まれる。すなわち、ウォータマーキング処理により、マテリアルアイテムの特定のバージョンの受信者を特定することができる。ここで、マテリアルアイテムの配信者の意向にそぐわない形でマテリアルアイテムがコピー又は使用された場合、配信者は、識別コードワードからマテリアルアイテムのバージョンを特定し、適切な対策を講ずることができる。

【0004】

この明細書においては、マテリアルアイテムの供給者、所有者、作成者又は配信者の意向にそぐわない形でコピー又は使用されたマテリアルアイテムを、便宜的にマテリアルのオフエンディングアイテム (offending item) 又はオフエンディングマテリアル (offending material) と呼ぶ。

30

【0005】

マテリアルは、ビデオマテリアル、オーディオマテリアル、オーディオ/ビデオマテリアル、ソフトウェアプログラム、デジタル文書及びいかなる種類の情報を含むマテリアル (information bearing material) のいずれであってもよい。

【0006】

ウォータマークの仕組みを成功させるためには、ユーザが識別コードワードを除去することが可能な限り困難である必要がある。また、ユーザが識別コードワードを変更し、マテリアルのオフエンディングアイテムの作成者を他人にみせかけることも可能な限り困難である必要がある。このようなユーザによるコードワードのマスク又はコードワードが他のユーザを示すようにするような改竄は、結託攻撃 (collusion attack) と呼ばれる。

40

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

全てのウォータマークの仕組みにおいて、同じマテリアルアイテムのコピーを受け取ったユーザが結託攻撃に成功することが困難となるようにする必要がある。したがって、ウォータマークの仕組みは、結託攻撃の対象となったウォータマークが埋め込まれたマテリアルアイテムを高い確率で特定できるものである必要がある。この特定は、オフエンディングマテリアルから再生されたコードワードを識別することにより実現される。一方、コ

50

ードワードが存在するのにコードワードが存在しないと判定してしまう確率（見逃し確率：false negative probability）は、低くなくてはならない。更に、実際には結託攻撃に加担していないユーザを誤って不正行為を行ったユーザであると判定してしまう確率（誤検出確率：false positive probability）は、可能な限り低くしなくてはならない。

【 0 0 0 8 】

米国特許第 5 6 6 4 0 1 8 号は、マテリアルアイテムからの複数のコピーに所定数の係数を有するコードワードから構成されるデジタルウォーターマークを埋め込むウォーターマーキング処理を開示している。ウォーターマークを埋め込むマテリアルアイテムは、例えば画像である。ここで開示されているウォーターマークの埋込を行う装置は、画像を離散コサイン変換（Discrete Cosine Transform：以下、DCTという。）領域に変換する。デジタル 10
ウォーターマークは、正規分布を有し、ランダムに分布した係数の組から構成されている。DCT領域において、それぞれ各DCT係数に、対応する各コードワード係数が加算される。これに関連する文献である1998年7月27日、MITから発行された、ジェイ・キリアン（J.Kilian）、エフ・ティー・レイトン（F.T.Leighton）著、「結託攻撃に対するデジタルウォーターマークの耐性（Resistance of Digital Watermarks to Collusion Attacks）」には、結託攻撃を防ぐためのこのウォーターマーキング処理の詳細な数学的解析が開示されている。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョン内に存在する1つ以上の所定のコードワードの組を識別する検出データ処理装置を提供する。コードワードが埋め込まれたバージョンは、オリジナルマテリアルアイテムの複数の各サンプルに、それぞれ対応する各コードワード係数を結合することにより生成される。検出データ処理装置は、対応するコードワード係数が結合されたオリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルを、オリジナルマテリアルアイテムの対応するサンプルに関連付ける登録プロセッサを備える。検出データ処理装置は、更に、オリジナルマテリアルアイテムのサンプルを、コードワードが埋め込まれたバージョンの対応するサンプルと比較することにより、コードワードを再生し、再生コードワードを生成する再生プロセッサと、再生コードワードと生成された各コードワードとを相関させることにより、所定のコードワードの組における各コードワードに対する相関値を 20
生成する相関プロセッサと、所定の閾値を超えるコードワードの相関値に対応する1つ以上のコードワードを検出する検出プロセッサとを備える。登録プロセッサは、オリジナルマテリアルアイテムのサンプルとコードワードが埋め込まれたバージョンのサンプルについて、オリジナルマテリアルアイテムのサンプルのコードワードが埋め込まれたバージョンに対する各シフト毎に相関値を算出し、各シフトのうち最も高い相関値を示すシフトから、オリジナルマテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンに対する第1の登録位置を判定し、オリジナルマテリアルアイテム及びコードワードが埋め込まれたバージョンをオーバーサンプリングし、オリジナルマテリアルアイテムのサンプル及びコードワードが埋め込まれたバージョンのオーバーサンプリングされたバージョンについて、第1 30
の登録位置に対する各シフト毎に相関値を算出し、オーバーサンプリングされたバージョンの各シフトのうち最も高い相関値を示すシフトから、第2の登録位置を判定する。 40

【 0 0 1 0 】

本発明の第2の側面として、本発明は、オリジナルマテリアルアイテムに所定のコードワードの組のうちの1つのコードワードを導入することにより、オリジナルマテリアルアイテムの少なくとも1つのコードワードが埋め込まれたバージョンを生成する符号化データ処理装置を提供する。符号化データ処理装置は、コードワードの所定の組から複数のコードワード係数を有するコードワードを生成するコードワード生成器を備える。更に、符号化データ処理装置は、オリジナルマテリアルアイテムの複数のサンプルに、対応する各コードワード係数を結合し、コードワードが埋め込まれたバージョンを生成する符号化プロセッサを備える。コードワード生成器は、擬似乱数生成器を備える。コードワード生成 50

器は、コードワードに固有に関連付けられているシード値によって擬似乱数生成器を初期化し、擬似乱数生成器によって生成された数値からコードワードを生成する。

【0011】

本発明は、米国特許第5664018号に開示されているような、ランダムに分布した係数を有するコードワードを利用した現実的なウォータマークシステムを提供することを目的とする。本発明では、検出データ処理装置及び符号化データ処理装置の一部を構成する擬似乱数生成器を用いる。擬似乱数生成器はシード値を用い、シード値は、擬似乱数生成器が生成する数値のシーケンスを決定する。シード値は、このシード値から生成されたコードワードが埋め込まれたマテリアルアイテムのバージョンに固有に関連付けられている。したがって、このシード値により、マテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンを容易に特定することができる。

10

【0012】

本発明に基づく検出データ処理装置は、登録プロセッサを備える。登録プロセッサにより、検出データ処理装置の性能が更なる高くなる。マテリアルアイテムのコードワードが埋め込まれたバージョンをマテリアルアイテムのオリジナルのコピーに対応させて登録することにより、コードワードの存在を検出できる確率が高くなり、見逃し確率(false negative probability)を下げることができる。これは、コードワードが埋め込まれたマテリアルアイテムのサンプルは、オリジナルマテリアルアイテムのサンプルに対応する可能性が高いため、コードワードを再生できる確率が高くなるからである。

20

【0013】

本発明の好ましい実施の形態においては、コードワードのシード値は、オリジナルマテリアルアイテムのサンプルの値から導出される。これにより、各コードワードに対するシード値を、符号化データ処理装置と検出データ処理装置との間で送受する必要がなくなる。

【0014】

本発明の更なる側面及び特徴は、添付の請求の範囲において定義されている。

【0015】

【発明の実施の形態】

ウォータマークの埋込システムの概観

以下、本発明の実施の形態をビデオ画像の保護に関連させて説明する。ビデオ画像を配信するユーザの数によりコピーの数が決定する。各コピーには、これらのユーザのうちの1人に割り当てられたコピーを識別するための識別コードワード(identification code word)が埋め込まれる。

30

【0016】

ビデオ画像は、デジタルのコードワードを埋め込むことにより保護されるマテリアルの一具体例である。コードワードを埋め込むことにより保護されるマテリアルは、ビデオ画像の他に、ソフトウェアプログラム、デジタル文書、音楽、オーディオ信号及び他のいかなる種類の情報を含むマテリアルであってもよい。

【0017】

図1は、オリジナル画像のコピーに識別コードワードを導入する符号化画像処理装置(encoding image processing apparatus)の具体的構成を示すブロック図である。オリジナル画像Iは、ソースから供給され、フレームメモリ1に記憶される。このオリジナル画像Iは、ウォータマークを埋め込む複数のコピーとして複製される(reproduce)ものであり、各コピーには、固有の識別コードワードが埋め込まれる。オリジナル画像Iは、DCTプロセッサ2に供給され、DCTプロセッサ2は、オリジナル画像Iを8×8の画素ブロックに分割し、8×8の各画素ブロックにDCT処理を施す。これにより、DCTプロセッサ2は、DCT変換画像(以下、単にDCT画像という。)Vを生成する。

40

【0018】

以下の説明において、「サンプル」という用語は、画像(又は、実際には他の種類のマテリアルであってもよい。)を構成する離散サンプルを指すものとする。サンプルは、画

50

素から構成される画像の輝度サンプルであってもよい。したがって、サンプルという用語と画素という用語は、状況によっては交換可能である場合もある。

【0019】

DCT画像Vは、符号化プロセッサ（以下、エンコーダともいう。）4に供給される。符号化プロセッサ4には、識別コードワード生成器8から識別コードワードも供給されている。

【0020】

識別コードワード生成器8には、複数のシード値（seed）が供給される。各シード値は、それぞれ対応する識別コードワードの1つを生成するために使用される。生成された各識別コードワードは、オリジナル画像Iのコピーに埋め込まれ、これにより、ウォータマークが埋め込まれたDCT画像が生成される。識別コードワード生成器8は、擬似乱数生成器を備える。擬似乱数生成器は、特定の識別コードワードを構成するコードワード係数を生成する。好ましい実施の形態においては、コードワード係数は、正規分布に基づいて生成される。なお、これに代えて、コードワード係数は、擬似乱数生成器を初期化するために用いるシード値に基づいて、予め定めてもよい。したがって、各識別コードワードには、対応するシード値が存在し、各シード値は、メモリ12に記憶されている。すなわち、識別コードワード X^i を生成するために、シード値 $seed_i$ をメモリ12から読み出し、このシード値 $seed_i$ を用いて、識別コードワード生成器8内の擬似乱数生成器を初期化する。

【0021】

以下の説明では、オリジナル画像IのDCTバージョンをVと表す。ここで、 $V = \{v_i\} = \{v_1, v_2, v_3, v_4, \dots, v_N\}$ であり、 v_i は、オリジナル画像のDCT係数である。他の実施の形態においては、 v_i は、画像のサンプル値であり、空間領域における画像のサンプル値又は他の領域における画像のサンプル値を表すものであってもよい。

【0022】

各識別コードワード X^i は、以下のように、n個のコードワード係数から構成されている。

$$X^i = \{x^i_j\} = \{x^i_1, x^i_2, x^i_3, x^i_4, \dots, x^i_n\}$$

コードワード係数の数nは、オリジナル画像Vのサンプル数に対応する。なお、コードワード係数の数は異なるものであってもよく、この数は、特定の用途に応じて決定してもよい。

【0023】

そして、i番目の識別コードワード X^i を構成するコードワード係数のベクトルは、チャンネル14を介してエンコーダ4に供給される。エンコーダ4は、DCT画像Vに識別コードワード X^i を加算することにより、ウォータマークが埋め込まれた画像 W^i を生成する。実際には、以下の式に示すように、DCT画像Vの各DCT係数 $v_1 \sim v_N$ に各コードワード係数 $x^i_1 \sim x^i_n$ を加えることにより、ウォータマークが埋め込まれた画像 W^i が生成される。

$$W^i = V + X^i$$

$$W^i = v_1 + x^i_1, v_2 + x^i_2, v_3 + x^i_3, v_4 + x^i_4, \dots, v_n + x^i_n$$

図1に示すように、ウォータマークが埋め込まれた画像 W^i は、エンコーダ4により生成されたDCT画像を逆DCT変換する逆DCTプロセッサ18によって、逆DCT変換された後、この画像処理装置から出力される。

【0024】

したがって、図1に示すように、エンコーダ4からは、ウォータマークが埋め込まれたDCT画像の組が出力される。識別コードワード X^i を最大20ビットとすると、一千万個の識別コードワードの1つを選択することができ、オリジナル画像Iに対して、一千万個のウォータマークが埋め込まれたバージョンの画像 W^i を生成することができる。

【 0 0 2 5 】

この識別コードワードにより、オリジナル画像 I のウォータマークが埋め込まれたコピー、すなわち画像 Wⁱ を個別に識別することができるが、他の実施の形態においては、上述の 20 ビットにより、画像内でデータを送ることができる。したがって、以下に説明するように、識別コードワードを選択するために使用する 20 ビットは、D C T 画像 V 内でデータを送るための 20 ビットのペイロードを提供する。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示す、ウォータマークが埋め込まれた画像を生成する符号化画像処理装置は、本発明が適用される様々な異なるシナリオにおいて、様々な製品に組み込まれる。例えば、符号化画像処理装置をウェブサイト又はウェブサーバに接続して、ウォータマークが埋め込まれた画像をダウンロードすることができる。画像のコピーをダウンロードする前に、ダウンロードされる画像には固有のコードワードが導入され、この固有のコードワードにより、ダウンロードされた画像の受信者を後に検出することができる。

10

【 0 0 2 7 】

他の適用例では、符号化画像処理装置は、デジタル映写機 (digital cinema projector) の一部として組み込まれ、識別コードワードは、例えば映画館において、映画を映写する際に、映像に埋め込まれる。この識別コードワードにより、映画が映写された映写機及び映画館を特定することができる。したがって、映写機から映写された映像を撮影して得られた海賊版コピーに含まれる識別コードワードにより、その海賊版コピーが作成された映写機及び映画館を特定することができる。一方、ウォータマークが埋め込まれた画像は、写真又は印刷物として複写されてもよく、複写された写真又は印刷物のコピーを作成及び配布してもよい。図 1 においては、符号化画像処理装置によって生成されるウォータマークが埋め込まれた画像の配信先は、雲形の枠で表現された配信 19 で示されている。

20

【 0 0 2 8 】

検出プロセッサ

図 2 は、ウォータマークが埋め込まれたオフエンディング画像 (offending marked image) 内に埋め込まれている 1 つ以上のコードワードを検出する検出画像処理装置 (detecting image processing apparatus) の構成を示すブロック図である。包括的にいえば、図 2 に示す検出画像処理装置は、画像のオフエンディングバージョン、すなわちコピー内に存在する 1 つ以上のコードワードを識別する機能を有している。

30

【 0 0 2 9 】

ウォータマークが埋め込まれたオフエンディング画像 (以下、画像のオフエンディングバージョンともいう。) W' は、データソースから供給され、フレームメモリ 20 に記憶される。この検出画像処理装置における検出処理は、オリジナル画像 (以下、画像のオリジナルバージョンともいう。) を必要とするので、フレームメモリ 24 には、画像のオリジナルバージョンが記憶されている。ウォータマークが埋め込まれた画像のオフエンディングバージョン W' 及び画像のオリジナルバージョンは、それぞれ個別の接続チャンネル 26、28 を介して、登録プロセッサ (registration processor) 30 に供給される。

【 0 0 3 0 】

上述のように、画像のオフエンディングバージョン W' は、ウォータマークが埋め込まれた画像 Wⁱ の一部を撮影又は複写することにより生成された可能性がある。そこで、識別コードワードの検出率を高めるために、登録プロセッサ 30 は、それぞれフレームメモリ 20、24 に記憶されているオフエンディング画像と画像のオリジナルバージョンとを実質的に揃える (align)。この目的は、オリジナル画像 I のサンプルと、コードワード係数が加算されることによりウォータマークが埋め込まれた画像 Wⁱ の対応するサンプルとを一致させることである。

40

【 0 0 3 1 】

この位置合せ処理を図 3 を用いて説明する。図 3 は、オリジナル画像 I と、ウォータマークが埋め込まれた画像のオフエンディングバージョン W' とを比較して示している。図 3 に示すように、ウォータマークが埋め込まれた画像のオフエンディングバージョン W'

50

は、オリジナル画像 I に対してオフセットを有しており、このオフセットは、ウォータマークが埋め込まれた画像のオフエンディングバージョンを生成したカメラの相対的な視野に起因している可能性がある。

【 0 0 3 2 】

コードワード係数を再生するためには、ウォータマークが埋め込まれた画像のオフエンディングバージョン W' のサンプルからオリジナル画像 I の正しいサンプルを減算する必要がある。この処理のために、2つの画像が揃えられる。図3に示すように、位置合せされた画像 W'' は、オリジナル画像 I には存在しない部分を含む周辺領域 (peripheral area) PA を有している。

【 0 0 3 3 】

他の実施の形態では、例えばインターネットからオフエンディングバージョン W' がダウンロードされた場合等、オフエンディング画像 W' は、本質的には、既にオリジナル画像 I のバージョンに揃っているため、このような場合、登録プロセッサ 30 を使用する必要はない。そこで、この検出画像処理装置は、ウォータマークが埋め込まれた画像を再生プロセッサ 40 に直接供給するための代替的なチャンネル 32 を備えている。

【 0 0 3 4 】

位置合せされた画像 W'' は、再生プロセッサ 40 に供給される。再生プロセッサ 40 には、第2のチャンネル 44 を介して、オリジナル画像 I のコピーも供給される。位置合せされた画像 W'' 及びオリジナル画像 I は、DC Tプロセッサ 46 によって、DC T領域に変換される。次に、以下の式に示すように、ウォータマークが埋め込まれたDC T領域の画像 V' のサンプルからDC T領域のオリジナル画像 V のサンプルを減算することにより、再生コードワード X' が算出される。

$$\begin{aligned} X' &= V' - V \\ &= V'_1 - V_1, V'_2 - V_2, V'_3 - V_3, V'_4 - V_4, \dots, V'_n - V_n \\ &= X'_1, X'_2, X'_3, X'_4, \dots, X'_n \end{aligned}$$

したがって、再生プロセッサ 40 は、接続チャンネル 50 を介して、識別するコードワードの係数の推定値を出力する。再生コードワード X' は、相関器 52 の第1の入力端子に供給される。相関器 52 の第2の入力端子には、コードワード生成器 54 によって生成されたコードワード X^i が供給されている。コードワード生成器 54 は、上述の識別コードワード生成器 8 と同様に、メモリ 58 から読み出したコードワードを固有に識別する所定のシード値を用いて、全ての可能なコードワードの組を生成する。

【 0 0 3 5 】

相関器 52 は、 n 個の類似値 $sim(i)$ を生成する。一実施の形態においては、類似値 $sim(i)$ は、以下の式に基づく相関を求めることにより算出される。

【 0 0 3 6 】

【 数 1 】

$$sim(i) = \frac{X^i \cdot X'}{\sqrt{X^i \cdot X^i}} = \frac{x_1^i \cdot x'_1 + x_2^i \cdot x'_2 + x_3^i \cdot x'_3 + \dots + x_n^i \cdot x'_n}{\sqrt{x_1^i \cdot x_1^i + x_2^i \cdot x_2^i + x_3^i \cdot x_3^i + \dots + x_n^i \cdot x_n^i}}$$

【 0 0 3 7 】

n 個の類似値 $sim(i)$ のそれぞれは、検出器 60 に供給される。そして、検出器 60 は、 n 個の可能なコードワードのそれぞれに対する類似値 $sim(i)$ を解析する。相関器 52 によって生成される類似値 $sim(i)$ の具体例と、可能な各コードワードの閾値 TH との関係を図4に示す。図4に示すように、2つのコードワード 2001、12345 が閾値 TH を超えている。このため、検出器 60 は、コードワード 2001 及びコードワード 12345 に対応するウォータマークが埋め込まれた画像のバージョンからオフエンディング画像が作成されたと判定する。したがって、この実施の形態においては、一

10

20

30

40

50

千万である母集団の大きさにより決定される誤検出確率 (false positive probability) と、ウォーターマーク強度 (watermarking strength) $\underline{\quad}$ とに基づいて、誤検出確率を保証するための閾値 $\underline{T H}$ の高さを設定することができる。図 4 に示す実施の形態では、相関器 5 2 によって生成された類似値 $\underline{s i m (i)}$ が閾値 $\underline{T H}$ を超えている場合、この誤検出確率をもって、このウォーターマークが埋め込まれた画像の受信者が不正行為を行い、ウォーターマークが埋め込まれた画像 \underline{W}^i のオフエンディングバージョンの作成に関与したと判断される。

【 0 0 3 8 】

以下、図 1 及び図 2 に示すウォーターマークシステムの特徴及び利点を説明する。

【 0 0 3 9 】

登録

ウォーターマークが埋め込まれた画像のオフエンディングバージョンと、オリジナル画像のコピーとを揃える処理は、オリジナル画像のサンプルと、ウォーターマークが埋め込まれた画像のサンプルとの相関を調べる処理を含む。この相関処理は、画像の各サンプルを異なるシフト量でシフトさせて実行される。この処理を図 5 を用いて説明する。図 5 A は、オリジナル画像の離散サンプルを示し、図 5 B は、ウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}' の離散サンプルを示している。図 5 A 及び図 5 B に示すように、各サンプル間の時間差は、サンプリングレートにより定まる $\underline{d t}$ である。これらの画像の各サンプルの組をシフトし、離散サンプルを相関させた結果を図 5 C に示す。

【 0 0 4 0 】

図 5 C に示すように、6 サンプルシフトと7 サンプルシフトの間で相関ピークが最高になっている。なお、サンプル間を結ぶ連続的な曲線 $\underline{C L}$ で示すように、オリジナル画像 \underline{I} とウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}' との間の実際のピークシフトは、6 サンプルシフトと7 サンプルシフトの間の一点にある。

【 0 0 4 1 】

好ましい実施の形態においては、登録プロセッサ 3 0 は、第 1 の登録位置の検出の後、この第 1 の登録位置に対してより精密な第 2 の登録位置を検出する。この目的で、登録プロセッサ 3 0 は、図 6 に示すような動作を行う。図 6 A 及び図 6 B は、オリジナル画像 \underline{I} とウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}' とを示しており、これらの画像は、2 倍のサンプリングレートでオーバーサンプリングされている。したがって、連続するサンプル間の時間差は、 $\underline{d t} / 2$ である。図 6 C から分かるように、オリジナル画像 \underline{I} とウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}' のオーバーサンプリングバージョン間の相関のピーク値は、1 4 サンプルシフトの位置にあり、この位置は、相関出力値のピークの位置に略対応している。このように、登録プロセッサ 3 0 は、オリジナル画像 \underline{I} とウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}' のオーバーサンプリングバージョンに対して第 2 の登録処理を実行することにより、2 つの画像に対するより精密な登録を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

図 2 に示す登録プロセッサ 3 0 を用いる更なる利点について、図 7 を用いて説明する。図 7 は、図 3 を参照して説明した処理により生成された位置合せされた画像 \underline{W}'' をオリジナル画像 \underline{I} と比較して示す図である。ウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}'' 内のコードワードを検出できる確率を高めるために、周辺領域 $\underline{P A}$ として示されている、ウォーターマークが埋め込まれた画像 \underline{W}'' におけるオリジナル画像 \underline{I} には存在しない部分は、オリジナル画像 \underline{I} の対応する領域によって置換される。この処理は、オリジナル画像 \underline{I} のサンプルと、ウォーターマークが埋め込まれたオフエンディング画像 \underline{W}'' のサンプルとの間の差分絶対値和を比較し、この値が所定の閾値を超えているとき、オフエンディング画像 \underline{W}'' のサンプルをオリジナル画像 \underline{I} の対応するサンプルに単純に置き換えることにより行われる。これにより、相関器 5 2 と検出器 6 0 が協働して実行する検出処理が著しく向上する。仮に、オリジナル画像 \underline{I} には存在しない、ウォーターマークが埋め込まれた画像 \underline{W}'' の周辺領域 $\underline{P A}$ がコードワード係数の再生に使用された場合、これらのコードワ

10

20

30

40

50

ード係数は、コードワードの生成されたバージョンに相関関係を有さない。これらのコードワード係数は大きな値を生成し、相関値の総和である類似値 $sim(i)$ における重大な雑音となってしまう。このため、検出器 60 において、閾値 TH を超えるコードワードを検出し、正しいコードワードを特定できる確率が低下する。一方、上述のように、オフエンディング画像 W'' の部分 PA をオリジナル画像 I の対応する部分に置換し、対応する相関項を効果的にゼロに設定することにより、見逃し確率 (false negative probability) を下げることがことができる。

【0043】

コードワードの生成

コードワードを生成するために使用される擬似乱数のシード値をソース画像のサンプルから生成することにより、図 1 及び図 2 に示す本発明の実施の形態の性能を更に高めることができる。この処理は、コードワード係数を加算する画像の DCT 係数を解析し、これらの DCT 係数から、コードワードを生成するために使用するシード値を生成することにより実現される。この処理には、例えば、当業者にとって周知の「セキュアハッシュアルゴリズム 1 (secure hashing algorithm 1 : sha-1)」を用いることができる。このアルゴリズムは、ANSI 規格 (ANSI x9.30-2) に規定されている。このアルゴリズムは、エー・ジェイ・メネゼス (A.J.Menezes) 著「応用暗号学ハンドブック (Handbook of applied cryptography)」にも開示されている。これにより、符号化画像処理装置及び検出画像処理装置は、DCT 係数から擬似乱数のシード値を生成及び判定することができる。

【0044】

他の適用例

ウォータマークシステムの符号化画像処理装置 (以下、符号化データ処理装置ともいう。) は、上述した映写機及びウェブサーバに加えて、他の用途にも適用することができる。例えば、本発明は、通信装置から信号を受信し、この受信した信号にコードワードを導入することにより、情報にウォータマークを埋め込む受信機 / デコーダにも適用することができる。例えば、セットトップボックスは、放送の「ヘッドエンド」機器又はマルチキャスト機器からテレビジョン及びビデオ信号を受信する。このような適用例では、符号化データ処理装置は、セットトップボックスの一部を構成し、信号を受信及びデコードする際にビデオ信号にウォータマークコードワードを導入する。実施の形態においては、このウォータマークコードワードは、ビデオ信号を受信及びデコードしたセットトップボックスを固有に特定する。

【0045】

更に、本発明は、衛星からデジタル映画 (digital cinema film) を受信するデジタル映画受信機にも適用することができる。このデジタル映画受信機は、デジタル映画を表す信号を受信し、この信号をデコードしてデジタル映画を再生する。この受信機は、デコードされた映画信号にウォータマークコードワードを導入する符号化データ処理装置を備える。ウォータマークコードワードは、例えば、デジタル映画を受信したデジタル映画受信機を固有に特定する。

【0046】

更に、本発明は、メモリ及びメモリコントローラを備えるデジタルカメラ又はカムコーダ等にも適用することができる。この適用例では、本発明に係る符号化データ処理装置は、メモリに記憶されているウォータマークコードワードをデジタルカメラ等によって撮影されたビデオ信号に導入する。この適用例においては、コードワードは予めメモリに記憶されており、したがって、符号化データ処理装置は、コードワード生成器を備えていない。メモリに記憶されているコードワードは、メモリコントローラの制御の下、ビデオ信号に埋め込まれ、これによりビデオ信号を固有に又は準固有的 (quasi-uniquely) に特定する。

【0047】

更なる実施の形態においては、本発明に基づく符号化データ処理装置は、連続的な画像

又は動画を構成する複数の異なるデジタル画像のフレームのそれぞれに一連のウォータマークコードワードを個別に埋め込む。これらのコードワードは、互いに関連性を有していてもよく、これらのコードワードにより、各フレームに対応する画像を個別に識別することができるようになる。

【0048】

本発明の更なる様々な側面及び特徴は、特許請求の範囲において定義されている。この請求の範囲から逸脱することなく、上述した実施の形態を様々に変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 符号化画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 検出画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図3】 図3Aはオリジナル画像を示し、図3Bはウォータマークが埋め込まれた画像を示し、図3Cは位置合せされた画像を示す図である。

【図4】 N個のコードワードの組の各コードワードに関する相関結果の具体例を示すグラフ図である。

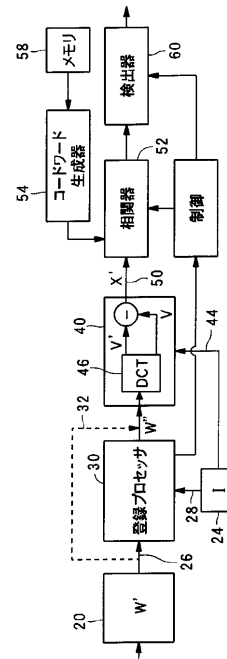
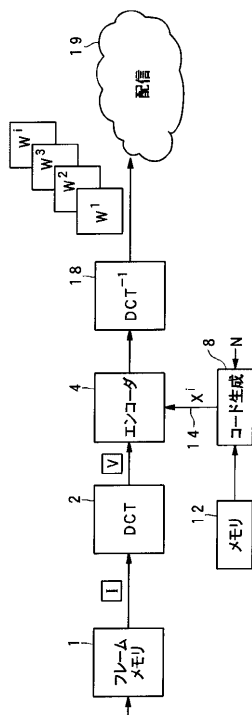
【図5】 図5Aはオリジナル画像Iのサンプルに対応するグラフ図であり、図5Bはウォータマークが埋め込まれた画像W'に対応するグラフ図であり、図5Cはオリジナル画像とウォータマークが埋め込まれた画像との離散サンプルシフト毎の相関結果を示すグラフ図である。

【図6】 図6Aはオリジナル画像Iのオーバーサンプリングされたバージョンに対応するグラフ図であり、図6Bはウォータマークが埋め込まれた画像W'のオーバーサンプリングされたバージョンに対応するグラフ図であり、図6Cはオーバーサンプリングされたオリジナル画像とウォータマークが埋め込まれた画像との離散サンプルシフト毎の相関結果を示すグラフ図である。

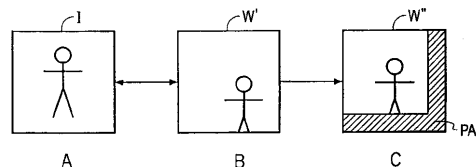
【図7】 ウォータマークが埋め込まれた画像におけるオリジナル画像には存在しない部分をオリジナル画像の対応する部分に置換する登録画像の前処理を説明する図である。

【図1】

【図2】



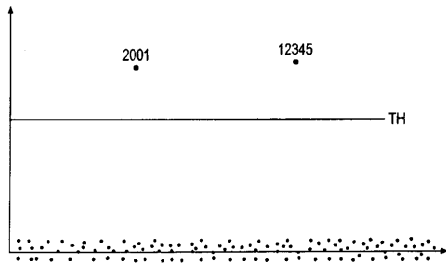
【図3】



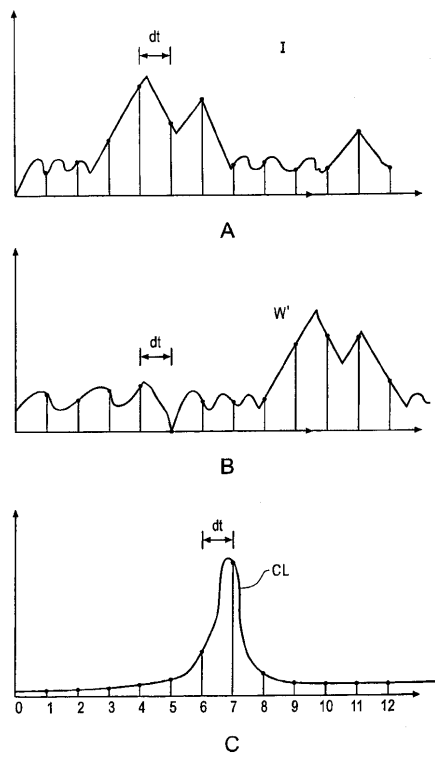
10

20

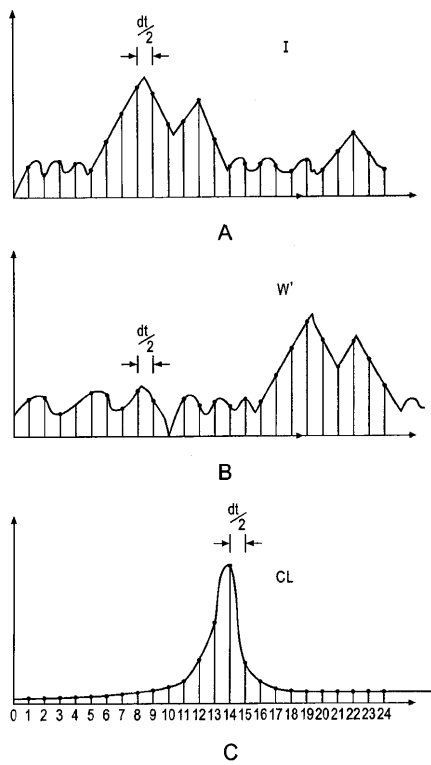
【 図 4 】



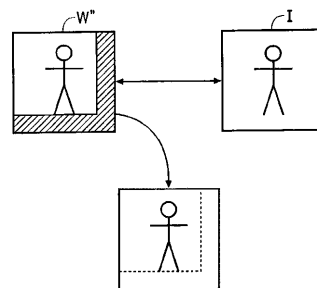
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ペリー ジェイソン チャールズ
イギリス国 KT13 0XW サリー ウェイブリッジ ブルックランズ ザ ハイツ(番地なし) ソニー ユナイテッド キングダム リミテッド内
- (72)発明者 タブソン ダニエル ワレン
イギリス国 KT13 0XW サリー ウェイブリッジ ブルックランズ ザ ハイツ(番地なし) ソニー ユナイテッド キングダム リミテッド内

審査官 曾我 亮司

- (56)参考文献 特開平11-098344(JP,A)
特開2000-138818(JP,A)
特表2000-510980(JP,A)
国際公開第00/033282(WO,A1)
特開2001-216763(JP,A)
国際公開第00/056059(WO,A1)
米国特許第05664018(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/387
G06T 1/00
H04N 1/41
H04N 5/91