

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3772015号

(P3772015)

(45) 発行日 平成18年5月10日(2006.5.10)

(24) 登録日 平成18年2月17日(2006.2.17)

(51) Int. Cl. F I
HO4N 7/08 (2006.01) HO4N 7/08 Z
HO4N 7/081 (2006.01)

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平10-79622	(73) 特許権者	391002340
(22) 出願日	平成10年3月26日(1998.3.26)		テクトロニクス・インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開平10-304322		TEKTRONIX, INC.
(43) 公開日	平成10年11月13日(1998.11.13)		アメリカ合衆国 オレゴン州 97077
審査請求日	平成12年4月27日(2000.4.27)		-0001 ビーバートン サウスウエス
審判番号	不服2003-17244(P2003-17244/J1)		ト カール・ブラウン・ドライブ 142
審判請求日	平成15年9月4日(2003.9.4)		00
(31) 優先権主張番号	08/829,524	(74) 代理人	100090376
(32) 優先日	平成9年3月28日(1997.3.28)		弁理士 山口 邦夫
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人	100095496
			弁理士 佐々木 榮二
		(72) 発明者	スコット・イー・ジンク
			アメリカ合衆国 オレゴン州 97229
			ポートランド ノース・ウェスト レイ
			ドロー・ロード 13550
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンコーダ装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ビデオ信号内にデータを透過的にエンコードする装置であって、
 エンコードするデータと、上記ビデオ信号に関連したビデオ・タイミング信号とからランダム化した2進パターンを発生する手段と、
 上記ランダム化した2進パターンで搬送周波数を変調し、サブリミナル・データ信号を発生する手段と、
 上記サブリミナル・データ信号を上記ビデオ信号と結合して、上記ビデオ信号内に透過的にエンコードされたデータを有する出力ビデオ信号を発生する手段と
 を具えたエンコーダ装置。

【請求項2】

ビデオ信号内にデータを透過的にエンコードする方法であって、
 エンコードするデータと、上記ビデオ信号に関連したビデオ・タイミング信号とからランダム化した2進パターンを発生し、
 上記ランダム化した2進パターンで搬送周波数を変調し、サブリミナル・データ信号を発生し、
 上記サブリミナル・データ信号を上記ビデオ信号と結合して、上記ビデオ信号内に透過的にエンコードされたデータを有する出力ビデオ信号を発生することを特徴とするエンコード方法。

【請求項3】

10

20

ビデオ信号内に透過的にデータを埋め込む装置であって、
 上記ビデオ信号に関連したタイミング信号及び埋め込まれるデータを入力として受け、ランダム化されたパターン信号を発生するパターン発生器と、
 上記ランダム化されたパターン信号と、上記ランダム化されたパターン信号に同期している搬送周波数とを入力として受け、サブリミナル・データ信号を発生する変調回路と、
 上記サブリミナル・データ信号及び上記ビデオ信号を入力として受け、上記データが透過的に埋め込まれたビデオ信号を発生する結合回路と
 を具えたデータ埋め込み装置。

【請求項 4】

搬送周波数を変調したランダム化 2 進パターンであり、透過的に埋め込まれたデータをビデオ信号から抽出する装置であって、
 上記搬送周波数付近のビデオ信号を、ランダム 2 進シーケンス変調搬送周波数で復調して、広帯域ビデオ信号を発生する手段と、
 上記広帯域ビデオ信号を複数の 2 進パターンと相関させて、上記埋め込まれたデータを再生する手段と
 を具えたデータ抽出装置。

10

【請求項 5】

搬送周波数を変調したランダム化 2 進パターンであり、透過的に埋め込まれたデータをビデオ信号から抽出する方法であって、
 上記搬送周波数付近のビデオ信号を、ランダム 2 進シーケンス変調搬送周波数で復調して、広帯域ビデオ信号を発生し、
 上記広帯域ビデオ信号を複数の 2 進パターンと相関させて、上記埋め込まれたデータを再生することを特徴とするデータ抽出方法。

20

【請求項 6】

搬送周波数を変調したランダム化 2 進パターンであり、透過的に埋め込まれたデータをビデオ信号から抽出する装置であって、
 ランダム 2 進シーケンスで変調された搬送周波数と、ビデオ信号とを入力として受け、広帯域ビデオ信号を発生する復調器と、
 上記広帯域ビデオ信号と、上記ビデオ信号に関連したタイミング信号とを入力として受け、上記広帯域ビデオ信号を複数の 2 進パターンと比較して、上記埋め込まれたデータを回復する相関受信器と
 を具えたデータ抽出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に、データ伝送、特に、ビデオ信号内にデータを透過的に埋め込んで、ビデオ信号の認証、プログラムの所有権、及び/又は許可・照合を示す方法及び装置に関する。なお、透過的とは、トランスペアレント(transparent)的、即ち、他に影響を与えずにという意味である。

40

【0002】

【従来の技術】

テレビジョン信号は、通常、創作者に著作権やその他の権利が帰属し、テレビジョン・ネットワーク配信の場合には、再放送のために、テレビジョン信号が系列放送局に分配される。番組(マテリアル)から、そのマテリアルの制作者や創作者を判別するのはしばしば難しいため、無許可の再放送を検出するのは困難である。このように困難になるのは、特に、短いシーケンス(一連の画面)の場合や、ビデオ画像を切り取ったり変更した場合や、ビデオ画像内に明らかに挿入された任意の識別ロゴをマスク(隠す)した場合である。

【0003】

テレビジョン及びビデオの配信に関するその他の一般的で深刻な問題は、ビデオ信号と共

50

に配信される聴覚、即ち、オーディオ成分の同期である。MPEG圧縮の如き大規模な緩衝を必要とする最新のデジタル信号処理技法は、ビデオ配信に潜在物（見えないもの）を追加することであり、また、分離してオーディオを配信又は処理できるので、オーディオ対ビデオのエラー（リップ同期エラー）や、サウンドに対する動きのエラーがしばしば生じる。ときどき、この潜在物が目に見えるようになり、継続的な再同期化が必要となる。オーディオ対ビデオ同期の問題の他に、オーディオ信号が全体的に破壊されたり、失われたりすることがある。例えば、ビデオ信号内にデータとしてオーディオ・エンベロープを埋め込むことにより、受信オーディオ信号を検出し、元の信号と対比することができる。元の信号は、コード化され、品質の基準及びビデオ対オーディオ遅延の基準として、ビデオ信号内にデータとして埋め込まれる。

10

【0004】

他の問題は、コンピュータで創造できる視覚的な画像を表すビデオ信号の認証の問題であり、偽造や詐欺的な信号を検出できるのが望ましい。この場合、認証されたビデオ・シーケンスから識別するのが困難な程度にまでビデオ信号が複製されているかもしれない。また、ビデオ信号の特定のサブシーケンスの初め及び/又は終わりを検出できることがしばしば望ましい。かかる特定のサブシーケンスは、MPEG圧縮により処理されたビデオにおけるインサービス・ビデオ品質評価用動きテスト・シーケンスのようなものである。配信されたビデオ信号の特別な試験シーケンス・セグメントを捕捉し、そのセグメントを、非破壊で蓄積されたセグメントと比較して、ビデオ品質を評価する。そのシーケンス、そして、そのシーケンスのみを捕捉できるように、そのシーケンスが生じたときを特別に且

20

【0005】

ゲオフェリ・ビー・ローズ (Geoffrey B. Rhoads) の公告カナダ特許出願第 2 1 7 4 4 1 3 (A 1) 号「識別/認証コーディング方法及び装置 (Identification/Authentication Coding Method and Apparatus)」は、画像信号に認証を与える技術を記載している。このローズの特許出願においては、目に見えないNビット識別コードを画像に埋め込むが、わずかなノイズ・パターンがコード化形式で生じる。特に、2進識別コードのビットを順次参照して、N個の独立したノイズ状パターンを元の画像信号に加算する。これらパターンの検出は、N個の連続した相関により行うが、各パターンの複製（レプリカ）を蓄積しておく。また、これは、「相関受信器」としてパブリック・ドメインに記載されているように、N個の相関器により同時に行える。さらに、上述のローズの特許出願は、N個の独立したノイズ状画像を正確に加算又は減算して、検出及び/又はエンコードした画像品質を改善する。上述のローズの特許出願で「真の極性 (true polarity)」と呼ばれている後者の変更は、パブリック・ドメインにおいては、相関受信器用の「双(二)直交 (bi-orthogonal) シグナル (表示)」として記載されており、N個の双直交シンボル (パターン) を加算又は減算して、 2^N 個の複合シンボル (パターン) を創作できる (なお、 2^N は、2のN乗を表す)。このローズの特許出願に記載の両方の方法の欠点は、 2^N 個が可能な複合パターンの1個を形成するのに加算又は減算するN個のノイズ状パターンの各々に対して、複合パターンを画像に付加することにより、画像劣化が最小になるように、適切に拡大縮小すると共に設計する必要があることである。さらに別の欠点は、検出のために、元のエンコードしていない画像と、N個のパターンとを受信器内に蓄積して、エンコードされていない画像をエンコードされた画像から減算する必要があることである。

30

40

【0006】

1990年11月6日に発行されたウィリアム・ジェイ・オグラディ (William J. O'Grady) 及びロバート・ジェイ・ダブナー (Robert J. Dubner) の米国特許第 4 9 6 9 0 4 1

50

号「ビデオ信号へのデータの埋め込み」(特公平7-61148号に対応)は、認証目的又は情報伝送のために、複数の低レベル波形の1つをビデオ信号に付加して、低レベル波形のレベルをビデオ信号のノイズ・レベル未満とすることを記載している。各低レベル波形は、埋め込むべき特定のデータ・ワードに対応する。受信側において、ビデオ信号は、同じ組の低レベル波形と関連しており、1組の相関係数を発生する。最大の相関係数は、対応するデータ・ワードに変換されたレベル波形の特定の1つが存在していることを示す。上述のローズの特許出願における複合パターンは、N個の独立したパターンを加算したものをを用いるが、これは、N=1のときに1個だけのパターンが一時に伝送されるので、オグラディノダブナーの特許発明の場合と同じである。Nビットのデータ・ワードに対して、オグラディノダブナーの特許発明は、ローズの特許出願の発明のN個のパターンではなく、 2^N 個のパターンを蓄積する必要がある。しかし、N個の双直交サブパターンを加算することにより、 2^N 個のパターンを発生できるので、ローズの特許出願の発明と同じ方法では、その効果は同じであり、わずかN個のパターンを蓄積する必要がある。これら両方の特許発明においては、シンボルの比率は、1画像又は1フィールドにつき、1パターンである。

10

【0007】

オグラディノダブナーの特許発明の他のいくつかの欠点は、この発明が、空間的マスクの如く人間の心理的視覚過程が制限されている点を完全に利用することなく、単一のパターン又はパターンのシーケンスが隠れる程度が制限されることである。また、この発明は、相関出力が単極(unipolar)なので、役立つ信号対ノイズ比を完全には利用しない。さらに、この発明は、見えないビデオ・フレームにわたって行うエラー補正用の時間的冗長性を与えるために、埋め込まれたシンボルが表すデータがコード化されていないことである。

20

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

よって、上述の欠点を改善するのに有効なように、ビデオ信号内に目立たないデータ・パターンを埋め込む方法及び装置が望まれている。

【0009】

したがって、本発明の目的は、データを表すランダム化したパターンにより特定の搬送周波数信号を変調して、ビデオ信号内にデータを透過的に埋め込むと共に、埋め込んだデータを抽出する方法及び装置の提供にある。

30

【0010】**【課題を解決するための手段】**

本発明によれば、ランダム化されたパターンは、データと、疑似ランダム2進シーケンス発生器の出力との組み合わせ(結合)でもよく、このデータは、複数のかかるパターンから選択した双直交パターンに先ず変換され、次に、ランダム化されてもよい。その結果の変調された搬送周波数信号を人間の視覚モデルに応じて振幅変調するので、変調された搬送周波数信号の振幅は、画像が複雑な(複雑さが高い)領域よりも大きく、画像が複雑でない(複雑さが低い)領域よりも小さい。変調された搬送周波数信号が表すサブリミナル・データをビデオ信号に付加する。デコーダにおいては、先ず、ビデオ信号をろ波して、適切な相関技法を用いて、データを再生し、画像成分に対するサブリミナル・データ成分を増加させる。そして、データ成分を復調して、データ・パターンを発生する。また、そのデータ・パターンを可能性のあるデータ・パターンに相関させて、特定パターン及び関連したデータ・ワードを識別する。

40

【0011】

本発明のその他の目的、効果及び新規な特徴は、添付図を参照した以下の説明から明らかになる。

【0012】**【発明の実施の形態】**

ビデオ信号内に埋め込まれたデータが目に見えないということは、互いに作用するいくつ

50

かの独立した要素による。第1要素は、搬送周波数の直接シーケンス拡散スペクトラム (Direct-Sequence Spread Spectrum: DSSS) 変調によるスペクトラム拡散の原理である。低帯域幅/低レート・データ・パターン又はシンボルを高レートの疑似ランダム2進シーケンス (Pseudo Random Binary Sequence: PRBS) により変調し、搬送周波数周辺の電力スペクトラムを拡散するので、時間領域波形がノイズ状のものを現すか、又は空間的整合性 (spatial coherence) を欠く。これらは、低レベルにおいて見るということでは、目や頭脳に良い。また、搬送周波数及び位相を注意深く選択することにより、DSSS変調搬送波上のPRBS変調シンボル (パターン) により生じた空間パターンの可視性を更に低下させることができる。

【0013】

第2点としては、埋め込まれた信号を垂直及び水平の両方向に波 (フィルタ処理) して、縁の可視性を低下させ、更に、その全体的な不可視性を強調することも望ましい。重要な第3要素は、ビデオ内容に応じて、データ信号レベルを可変させて、視覚的なマスクを利用することである。

【0014】

他の要素は、フィールド交番搬送 (Field Alternate Carrier: FAX) 周波数と位相との選択であり、これは、DSSS変調搬送波になる。この搬送波の不可視性は、その周波数の関数となるが、あるフィールドから次のフィールドへの位相は、非常に重要である。奇数フィールド (フィールド1) 上の全データ・パターンを偶数フィールド (フィールド2) 上に再び繰り返すことにより、1次のキャンセルが生じるが、反転した搬送波位相により、インターレース・ライン対のキャンセルが生じる。各フィールドの電圧を繰り返すことにより、偶数ライン・フィールドのコム (櫛歯) フィルタをデコーダ内に用いて、フィールドからフィールドへの相関したビデオをキャンセルし、データ・パターンを再生する。これは、50%データ・レートという不利な条件の代償として、3dBの利点がある。進歩した走査ビデオ・システムにとっては、フィールド交番搬送周波数及びデータ繰り返しは、ライン交番搬送 (Line Alternate Carrier) 周波数及びデータ繰り返しにより置換される。これにより、同じ又は良好な視覚キャンセルが行われ、インターレース走査システムと同じデータ・レートとなる。

【0015】

ビデオ信号においては、搬送波、コード及びデータ・ロックは、同期及びバースト内の豊富なタイミング情報から簡単に導出できるので、デコーダが大幅に簡単となる。コム・フィルタによる除去の他に、バンドパス・フィルタを用いて、番組ビデオ信号の大きな搬送成分を抑圧する。PRBS相関又は非拡散の後に、種々の検出方法が可能である。ソフトウェアの双直交M関係理論 (bi-orthogonal M-ary scheme) を駆動する積分及びダンパー一致フィルタを用いてもよい。チャンネル・コード化を具えるか具えない2つのオプションを用いてもよい。多くの代替えには、ワルシュ (Walsh) コード割り当て (アンガーボエッチ (Ungerboech) TCMと叩き込み (コンボリューション) コード化との結合や、連結した (concatenated) RS (Reed-Solomon) 及び叩き込みがある。

【0016】

ホログラム2次元 (2D) 感覚において、コム・フィルタを通過したピクセル・セグメントのビデオの動きに対する耐性に対してシャッフルなどを行うことにより、チャンネルのコード化を最適に行う。データのかかる2Dシャッフルを3次元 (3D) シャッフルに拡張してもよい。これは、ビデオが、静止画像とは異なり、時間感覚のためである。これは、いくつかのフレームにわたってデータのいくつかを繰り返すことにより行える。これは、ビデオ・シーケンス識別用に価値がある。ビデオ・シーケンスを認識するデータに、低いエネルギー、即ち、ビデオ・シーケンス内の特定のフレームを識別するデータよりも少ないピクセルを与えてもよい。これは、シーケンスの中に多くのフレームがある間に、各フレームは1回だけ到来するためである。データ・エンコードによるデータの安全性は、常にチャンネルのコード化とは別に適用されて、デコーダの設計が周知となるか、一般的な標準になる。

10

20

30

40

50

【0017】

図1は、本発明によりビデオ信号内にデータを透過的に埋め込むエンコーダのブロック図である。エンコーダ10は、アナログ・ビデオ信号を受ける。このビデオ信号は、アンチ・エリアシング・ロウパス・フィルタ12に入力し、その出力信号は、同期ノバースト分離器（発生器）14に入力し、必要なタイミング信号を発生する。また、フィルタ12の出力信号は、アナログ・デジタル（A/D）変換器16にも入力して、デジタル・ビデオ信号が発生する。同期ノバースト発生器14からのタイミング信号の1つ（副搬送波周波数信号 f_{sc} ）に応答するサンプル・クロック位相拘束ループ（PLL）18は、副搬送波周波数の4倍の周波数（ $4f_{sc}$ ）のサンプル・クロックを発生する。入力信号がデジタル・ビデオ信号の場合、タイミング信号をデジタル・ビデオ信号から抽出し、ロウパス・フィルタ12及びA/D変換器16が不要になる。デジタル・ビデオ信号を加算器（結合回路）20に入力し、サブリミナル・データ信号をこのデジタル・ビデオ信号に付加する。その結果のデジタル・ビデオ信号をデジタル・アナログ（D/A）変換器（DAC）22に入力して、変調されたアナログ・ビデオ信号を発生する。出力ロウパス再構成フィルタ24がD/A変換器22からのアナログ・ビデオ信号処理して、最終的にエンコードされたアナログ・ビデオ信号を発生する。デジタル信号を配信する際には、D/A変換器22及びフィルタ24は不要である。

10

【0018】

変調回路30は、加算器20の入力用のサブリミナル・データを発生する。この変調回路30は、入力として、同期ノバースト発生器14からの垂直及び水平タイミング信号と、デジタル・ビデオ信号に付加（加算）すべき所望のサブリミナル・データを受ける。このサブリミナル・データは、循環シフト・レジスタ（SR）32に入力する。このシフト・レジスタ32は、水平及び垂直タイミング（同期）信号も受ける。循環シフト・レジスタ32からのサブリミナル・データは、排他的オア・ゲート35に入力し、ここで、サブリミナル・データは、疑似ランダム2進シーケンス（pseudo random binary sequence; PRBS）発生器34からの出力信号と組み合わせられる（結合される）。PRBS発生器34は、垂直同期信号によりリセット（RST）され、局部（LO）PLL36及び分周器38から得たクロック信号によりクロックされる。排他的オア・ゲート35の出力信号は、一連の+/-1であり、ミキサ（混合器）40に入力する。数値制御発振器（NCO）42は、変調器用周波数信号 f_o を発生し、ミキサ40に供給する。ミキサ40の出力信号は、変調された周波数信号であり、これは、PRBS発生器34の出力信号と、循環シフト・レジスタ32からのデータとにより変調されたDSSS（直接シーケンス拡散スペクトラム；Direct-Sequence Spread Spectrum）信号である。

20

30

【0019】

フィールド交番搬送周波数信号を発生するには、垂直（インターバル）タイミング信号を受け、その出力信号を別の排他的オア・ゲート39に供給する2分周回路37を用いて、ミキサ（変調器）40への入力信号の位相をフィールドごとに反転する。排他的オア・ゲート39は、図示のように、他の入力端は、第1排他的オア・ゲート35の出力端に結合しており、その出力端がミキサ40に結合している。この代わりに、排他的オア・ゲート39をNCO42及びミキサ40の間、循環シフト・レジスタ32及び第1排他的オア・ゲート35の間、又は、PRBS発生器34及び第1排他的オア・ゲート35の間に設けてもよい。進歩した走査システムにとっては、2分周回路37の入力信号は、水平インターバル・タイミング信号であるので、ライン交番搬送周波数を実現できる。いずれの場合も、ビデオ画像シーケンスの各完全なフレーム内の交番ラインは、同じデータであるが、位相が反転されているので、デコーダ内のコム・フィルタによる交番ラインの減算がサブリミナル・データ信号を強調する。

40

【0020】

変調された周波数信号は、2次元の水平及び垂直空間周波数ソフト（軽減）化フィルタ44に入力する。このフィルタ44は、2個のフィルタ44A及び44Bを具えている。水

50

平フィルタ（帯域フィルタ：BPF）44Aは、ほぼ変調器周波数 f_0 を中心として、変調された周波数信号内の任意の高速エッジを軽減する。垂直フィルタ44Bは、高速の垂直エッジ（ラインからラインへの遷移）を軽減する。この変調された周波数信号は、サブリミナル・データ信号であり、ブランキング・ゲート46を介して加算器20に入力するので、デジタル・ビデオ信号のアクティブ・ビデオ部分のみの期間中に加算が行われる。なお、ブランキング・ゲート46の制御回路は、説明を省略する。

【0021】

人間の視覚モデル（human vision model: HVM）回路48は、加算器20にも入力するデジタル・ビデオ信号を受ける。人間の視覚モデルに応じて視覚をマスクする実例を先ず説明する。人間の視覚モデルの第1観点は、密な空間的細部の領域におけるノイズ許容度である。これは、ソベル（Sobel）フィルタの如き2次元ハイパス・フィルタ41により制御される。このハイパス・フィルタ41の出力信号は、包絡線二乗器（envelope square: SQ）43を介して、第1制御増幅器45に入力する。第2観点は、異なる場所での対比によるノイズへの感度である。これは、2次元ロウパス・フィルタ47により制御される。このロウパス・フィルタ47の出力信号は、伝達オフセット回路49を介して第2制御増幅器51に入力する。映像マテリアルの範囲にわたる所望で最小のデータ・パターン可視性用に、第1及び第2制御増幅器45、51が表すパラメータA1及びA2を調整する。第3観点は、時間的マスク（temporal masking）回路55であり、スクリーン上のノイズがカットされるか、動きが一時的に可視でなくなる。これら経路からの出力信号は、デジタル・ビデオ信号が与える画像の複雑さを示し、加算器53で加算されて、マルチプライヤ（乗算器）50を制御する制御信号を発生する。このマルチプライヤ50には、加算器20に供給される前の変調された周波数信号も入力する。よって、画像の動きが変化しない、及び/又は、空間細部、コントラスト又は色/影の変化が粗であるデジタル・ビデオ信号の部分に対しては、利得が比較的に低い。また、動き及び/又は密な空間細部により、画像が複雑であるならば、利得は比較的に高い。実際には、サブリミナル・データ信号の振幅は、デジタル・ビデオ信号の複雑な領域内のノイズ・フロアよりも低くする必要がなく、不可視性の許容レベルを維持する。なお、ブロック55は、オプションである（必要に応じて用いる）ため、点線で示してある。

【0022】

第1及び第2制御増幅器45、51が表すパラメータ値A1、A2と、伝達オフセット回路49の伝達曲線（伝達特性）を決定するための帰還モデル60を図2に示す。なお、図1のエンコーダは、ブロック10で示す。所望又は許容可能な歪み値は、プリセットされており、人間の視覚モデルに基づいた帰還によりダイナミックに維持される。画像シーケンスをビデオ・バッファ62に蓄積し、繰り返し出力した出力信号をデータ・エンコーダ10及び人間の視覚モデル（HVM）回路64に供給する。人間の視覚モデル（HVM）回路64からの出力信号は、データ・エンコード10の出力信号を受ける人間視覚モデル66から得た画像シーケンスと比較される。人間視覚モデル回路64、66の出力信号の比較は、平均絶対差（MAD）、又は、平均二乗エラー（MSE）のアルゴリズム回路68で行う。この結果の差、即ち、エラーを比較器69に入力する。この比較器69には、不可視性の所望値に調整可能な歪みレベルも入力する。第1及び第2制御増幅器45、51のパラメータと、伝達オフセット回路49の伝達曲線を調整して、比較器69の出力信号を高に維持する。これは、典型的な画像シーケンスの範囲にわたって繰り返される。次に、これは、エンコードされる総てのビデオに対して固定できる上述のパラメータの許容可能な予測を行う。人間視覚システムの主要な要素がマスクの所望レベルに関連するので、その主要な要素に一致するのに必要なだけ人間視覚モデルが精密であるにすぎない。

【0023】

マルチプライヤ（乗算器）50の入力用のパターン・レベル利得信号を直接決定する反復方法において、マスク変調器48を用いることなく、この帰還モデルを用いてもよい。すなわち、各ピクセルに対して最大になる利得信号値のベクトル又は配列は、人間視覚モデル帰還に基づいて決まり、歪みを所望レベルに維持しながら、埋め込まれた疑似ノイズ・

10

20

30

40

50

パターンの実効値 (RMS) を最適にする。なお、マルチプライヤ 50 は、図 1 に実線で示した位置に配置してもよいし、点線で示した 2ヶ所のいずれかの位置に配置してもよい。

【0024】

循環シフト・レジスタ 32 に入力する前に、フォワード・エラー補正 (FEC) 回路 52 にサブリミナル・データを入力することにより、フォワード・エラー補正機能を変調器 30 に付加する。これは、循環シフト・レジスタ 32 からのデータが排他的オア・ゲート 35 に直接入力する際に、ビット又はバイト・エラーに対するエラー補正を行う。FEC 回路 52 は、ゴレー (Golay) コードの如きビット・エラー補正コードを用いてもよい。この場合、フォワード・エラー補正アルゴリズムは、ビット・エラーに対するデータの完全さ (品質) を改善するか、又は、従来 of 周知な連結した (concatenated) コンボリューション及びリード・ソロモン (Reed-Solomon: RS) コードの如き一層精巧なチャンネル・コード化を用いてもよい。これらコード化技術をビット・シフトと組み合わせ、フレームにまたがったエラー補正を行うので、データのいかなる損失もなく、全フレームを失うかもしれない。なお、FEC 回路 52 は、オプションである。

【0025】

例えば、FEC 回路 52 は、RS ワード・エラー補正を行うように設計できる。ここで、各フレームは、 m データ・ビットの固定長のコード化された 2 進ワードを含んでおり、失ったワード (フレーム) を、隣接ワード (フレーム) 内の冗長から完全に再生できる。この場合、循環シフト・レジスタ 32 からの出力信号をワルシュ (Walsh) エンコーダの如き直交パターン選択器 (エンコーダ) 54 に入力して、排他的オア・ゲート 35 への 1 組の直交パターンの 1 つを選択するコード化されたサブリミナル・データを発生してもよい。ワルシュ・コードは、既知の IS-95 コード・ディビジョン・マルチプル・アクセス無線電話標準規格で用いる 1 次元直交シーケンスである。また、ワルシュ・シーケンスは、ハアダマード (Hadamard) パターンと呼ばれる特に既知の 2 次元直交パターンを基準としている。直交パターンは、その組の別の総てのパターンと関連した際に、これらパターンの 1 つのみに対して正相関係数を発生する。なお、これら別のパターンの総ては、ゼロ相関係数を発生する。なお、パターン選択器 54 もオプションである。

【0026】

各パターンが m ビットを表す場合、 2^m 個のパターンの総てが必要となり、循環シフト・レジスタ 32 からのデータが、パターン選択器 54 へのアドレスとして作用する。双直交パターンを用いて、 $2^{(m-1)}$ 個のパターン又はシーケンスが m ビット用に必要である。排他的オア・ゲート 35 を必要とすることなく、これらパターンをミキサ 40 に直接入力してもよいが、双直交パターン又はワルシュ・シーケンスは、視覚的にはランダムに全く現れない。これは、番組ビデオ信号に付加した場合、一層可視性が増す。しかし、このパターンを PRBS 発生器の出力信号と排他的オア処理をすると、変調器 40 の出力端におけるその結果の軽いパターンは、見かけが一層ランダムになり、ノイズと区別するのが困難になる。この結果の変調は、ランダム化した二相変調であり、搬送波の周囲にスペクトラム・エネルギーを拡散する。循環シフト・レジスタ 32 により、データ又はデータ・パターンがインターレース・フィールドで繰り返すので、上述のように、デコーダ内で視覚ライン対キャンセル及びフィールド・コム・データ分離器を用いてもよい。

【0027】

図 3 は、本発明によりビデオ信号内に埋め込まれたデータを抽出するデコーダ 70 のブロック図である。入力部分 72 は、エンコーダ 10 の入力部分と同じであり、ロウパス・アンチエイリアシング・フィルタ (LPF) 74 と、タイミング信号を発生する同期ノバースト分離器 76 と、サンプル・クロックを発生する PLL 78 と、デジタル・ビデオ信号を発生するアナログ・デジタル (A/D) 変換器 80 とを具えている。また、デコーダ 70 は、局部発振器 (LO) 部分 82 も具えており、この部分 82 は、局部 (LO) PLL 86 及び分周器 88 を有する PRBS 発生器 84 と、復調搬送周波数信号 f_0 を発生する数値制御発振器 (NCO) 90 とを含んでいる。PRBS 発生器 84 及び NCO 90 の出力

10

20

30

40

50

信号は、ミキサ 91 に入力し、ダウン・コンバータ・ミキサ 102 用の疑似ランダム変調局 (LO) 信号 (Bi-Phase Shift Keyed: BPSK: 二相シフト・キード) を発生する。

【0028】

デジタル・ビデオ信号は、前処理フィルタ 92 に入力する。このフィルタ 92 は、変調器周波数 f_0 を中心とする帯域フィルタ (BPF) 94 と、フィールド遅延回路 98 及び減算器 (一方の入力がマイナスの加算器) 100 を有するハイパス・フィールド・コム・フィルタ 96 とを具備している。これらフィルタは、番組ビデオ信号の大部分を除去し、サブリミナル埋め込みデータ信号の検出を強化する。埋め込まれたデータ・パターンは、隣接したフィールドで極性を反転して繰り返すので、フィールド・コム・フィルタ 96 は、特に有効である。よって、隣接したフィールドで関連した番組ビデオ信号を除去している間、フィールドの出力端のレベルが 2 倍になる。ろ波されたデジタル・ビデオ信号は、ダウン・コンバータ・ミキサ 102 に入力し、疑似ランダム変調局周波数信号と混合されて、復調される。その結果のベースバンド・デジタル信号は、相関ノ一致フィルタ回路 104 に入力する。

【0029】

相関ノ一致フィルタ回路 104 は、ベースバンド・デジタル信号と、水平及び垂直インターバル・タイミング信号とを受ける。これらタイミング信号は、ワルシュ発生器の如き直交パターン発生器 106 に入力する。この発生器は、エンコーダ 10 内の直交パターン発生器と同等である。これらタイミング信号は、一致フィルタ 108 にも入力する (接続線を図示せず)。このフィルタ 108 には、ベースバンド・デジタル信号も入力する。一致フィルタ 108 は、積分及びダンプ回路 110 と、その後段のサンプル回路 112 とを含んでいる。上述の如く、埋め込まれたデータが、単に、FEC チャンネル・コードによりエンコードされたビットならば、一致フィルタ 108 の出力信号は、スライス回路 124 により 2 進データに変換され、FEC デコーダ (エラー補正 EC 機能も有する) 126 に直接入力されて、デコード (復調) されエラー補正されたサブリミナル・データを出力する。データが双直交パターンとしてコード化された場合、サンプル回路 112 からの出力信号を双直交相関受信器 114 に入力する。この受信器 114 は、パターン発生器 106 が発生したパターンの各々に対する相関ミキサ 116 を具備しているため、このサンプル回路 112 の出力信号は、各パターンと相関している。

【0030】

相関ミキサ 116 の出力信号は、積分器 118 の各々で積分され、最大値選択器 120 に入力する。パターンの直交性のために、積分器 118 の出力信号の 1 つのみが顕著な振幅を有し、この振幅を、振幅及び極性選択器でもある最大値選択器 120 が、各パターンに割り当てる所定 m ビット・パターン又はデータ・ワードの 1 つとして検出する。これら m 個のデータ・ワードは、上述の如く、FEC コード化したものでもよい。この場合、デコーダ機能も有するエラー補正器 126 が、他のデコードされたデータ・ワード内の冗長に基づいてワード・エラーを補正するように設計されており、失われたビデオ・フレーム又は激しく破壊された埋め込みデータ・パターンからのデータ・エラーを補正する。振幅選択器 120 は、最大の振幅を選択するのみではなく、その振幅の極性も検出して、特別なビットを発生する。すなわち、8 個のパターンが、8 個の反転したパターン用の 3 ビット・プラス・1 ビットを表し、 $m = 4$ ビットとする。

【0031】

損失のある圧縮ノ伸張 (逆圧縮) 処理により、いくつかのビデオ・フレームが失われたか、ビデオ・フレームの一部が切り取られるか歪んだとしても、本発明が提供するサブリミナル・データ・チャンネルを用いて、ビデオ・シーケンス上に識別マークを付けてもよい。この識別マークが、アクティブ・ビデオ内におけるオーディオ信号か、このオーディオの少なくともシグナチャを表し、遠隔ビデオ受信器が、オーディオ・シグナチャと受信したオーディオとを比較し、ビデオ・タイミングに対して、相対的にオーディオを自動的に進ますか遅らせて、信号源にてエンコードされたように、サウンド対ビデオの同期を維持

10

20

30

40

50

できるようにしてもよい。サブリミナル・データ・チャンネルは、ビデオ内の最新暗号デジタル・シグナチャ認証を表してもよい。ビデオ品質評価のために、捕捉すべき試験シーケンス又はその一部を識別するのに本発明を用いてもよい。かかるビデオ品質評価については、1996年2月12日に出願したボジダー・ジャンコ及びデビッド・ケイ・フィッシュの米国特許出願第08/605241号「圧縮ビデオ品質の自動測定用プログラミング可能機器」(特開平9-233502号に対応)に記載されている。このサブリミナル・データ・チャンネルを用いて、サービスの時期を検討してもよい。すなわち、全体の中の所望時点に放送されたビデオを捕らえてもよい。

【0032】

【発明の効果】

したがって、本発明は、特定の搬送周波数信号を変調し、 $2^{(m-1)}$ 個の双直交パターンの特別な1個を有するインターレース・フィルタ可視マスクを行って、ビデオ画像内にデータを透過的にエンコードできる。なお、このパターンは、 m ビットを表す。また、この際、パターンをPRBSシーケンスでランダム化して可視性を低下させる。ランダム・パターンで変調された搬送信号を振幅変調して、埋め込み信号振幅を最大とし、視覚マスクを利用する人間の視覚モデルを基本にした可視性を最小にする。その結果のパターン変調周波数信号をビデオに付加するので、適切な相関技術を用いて、データを再生できる。よって、ビデオ信号内に目立たないデータ・パターンを埋め込むと共に、それを抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によりビデオ信号内にデータを透過的に埋め込むエンコーダのブロック図である。

【図2】本発明により人間視覚モデル用のパラメータ値を決定する帰還モジュールのブロック図である。

【図3】本発明によりビデオ信号内に埋め込まれたデータを抽出するデコーダのブロック図である。

【符号の説明】

- 10 エンコーダ
- 12、74 ローパス・フィルタ
- 14、76 同期ノバースト発生器
- 16、80 A/D変換器
- 18 PLL
- 20 加算器(結合回路)
- 22 D/A変換器
- 24 出力ローパス再構成フィルタ
- 30 変調回路
- 32 循環シフト・レジスタ
- 34、35 パターン発生器
- 36 局部PLL
- 38 分周器
- 40 ミキサ
- 42 数値制御発振器
- 44 水平及び垂直空間周波数ソフト化フィルタ
- 48 マスク変調器
- 52 フォワード・エラー補正回路
- 54 パターン選択器
- 62 ビデオ・バッファ
- 64、66 人間視覚モデル回路
- 68 平均二乗エラーアルゴリズム回路
- 70 デコーダ

10

20

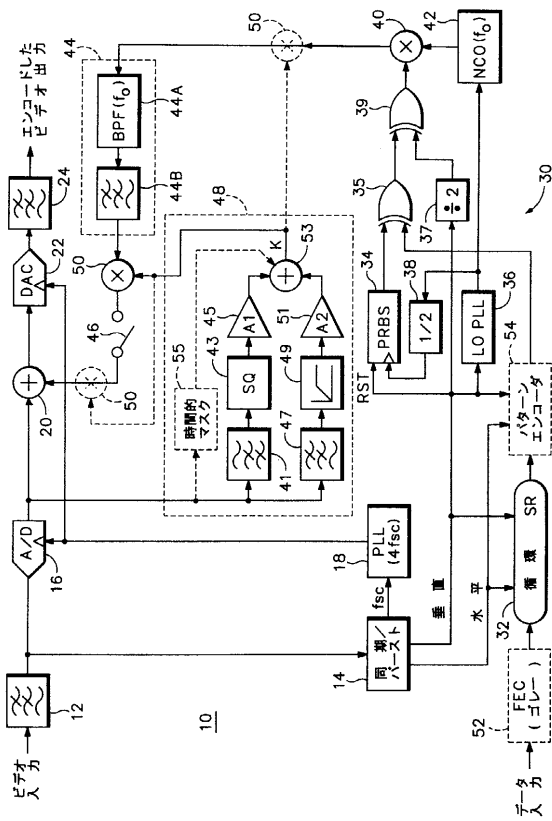
30

40

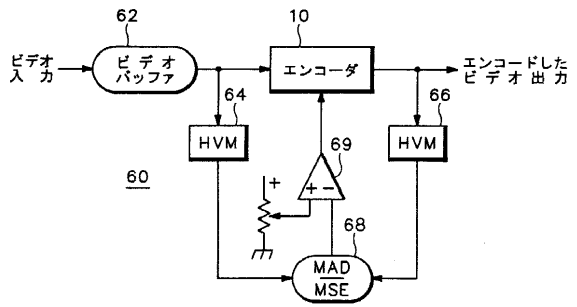
50

- 7 2 入力部分
- 8 2 局部発振器部分
- 9 2 前処理フィルタ
- 1 0 2 ダウン・コンバータ・ミキサ (復調器)
- 1 0 4 相関ノ一致フィルタ回路
- 1 0 8 一致フィルタ
- 1 1 4 双直交相関受信器

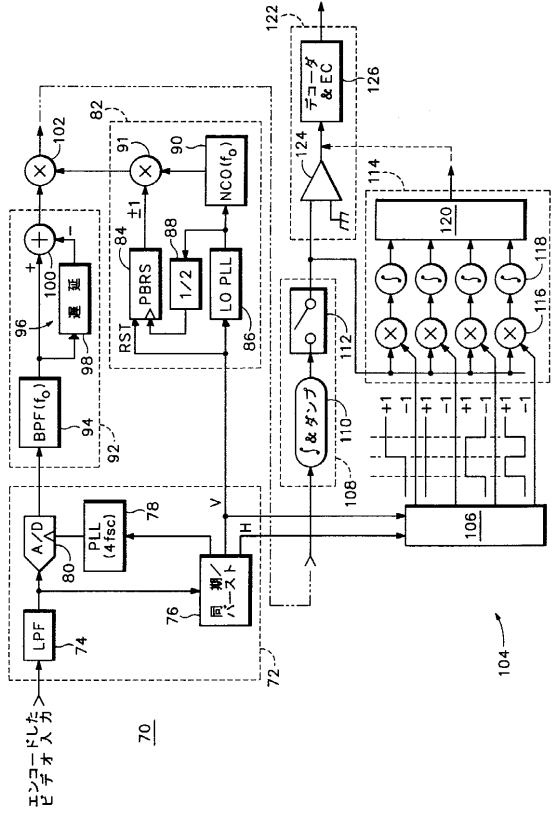
【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 ダニエル・ジー・ベイカー
アメリカ合衆国 オレゴン州 97007 ビーバートン サウス・ウェスト ロクスレー・ド
ライブ 17779

合議体

審判長 原 光明
審判官 堀井 啓明
審判官 北岡 浩

(56)参考文献 特開平6 - 46392 (JP, A)
特開平9 - 64845 (JP, A)
特開平3 - 3531 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N7/00-7/088