

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5284559号  
(P5284559)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 1/387	(2006.01) HO4N 1/387
HO4N 7/08	(2006.01) HO4N 7/08
HO4N 7/081	(2006.01) HO4N 11/00
HO4N 11/00	(2006.01)
HO4N 11/24	(2006.01)

請求項の数 19 (全 52 頁)

(21) 出願番号	特願2004-279285 (P2004-279285)
(22) 出願日	平成16年9月27日 (2004.9.27)
(65) 公開番号	特開2005-110259 (P2005-110259A)
(43) 公開日	平成17年4月21日 (2005.4.21)
審査請求日	平成19年9月27日 (2007.9.27)
審判番号	不服2012-10197 (P2012-10197/J1)
審判請求日	平成24年6月1日 (2012.6.1)
(31) 優先権主張番号	10/673893
(32) 優先日	平成15年9月29日 (2003.9.29)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	596092698 アルカテルルーセント ユーエスエー インコーポレーテッド アメリカ合衆国 07974 ニュージャ ーシイ、マレイ ヒル、マウンテン アヴ エニュー 600-700
(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 謙
(74) 代理人	100064447 弁理士 岡部 正夫
(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】デジタル・ビデオに電子透かしを入れるための色選択方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電子透かしを入れるためのビデオ信号の画像のピクセルのクロミナンス部分を選択する工程を含む方法であって、

前記ビデオ信号が、輝度を変えることなく電子透かしを入れられるためのものであり、前記選択する工程が、

(i) 前記画像から独立し、且つ、

(ii) 色空間の電子透かしを入れることが可能な少なくとも2つ以上のピクセルのそれぞれに対して、前記色空間の前記2つ以上のピクセルのどのクロミナンス部分が電子透かしを入れるために選択されるべきかについて示す視覚特性に基づく表を利用する工程であり、

前記視覚特性に基づく表が、コンピュータ読み取り可能な媒体に保存されていることを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

前記視覚特性に基づく表は、第1のクロミナンス部分だけに電子透かしを入れるか、第2のクロミナンス部分だけに電子透かしを入れるかを、その各項目に示すことを特徴とする請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記視覚特性に基づく表は、第1のクロミナンス部分に電子透かしを入れるか、第2のクロミナンス部分に電子透かしを入れるか、電子透かしをまったく入れないかを、その各

項目に示すことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記視覚特性に基づく表は、コンピュータが読み取り可能な形式であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記視覚特性に基づく表は色空間全体を複数の領域に分割し、前記電子透かしを入れることが可能なピクセルの少なくとも 1 つが各前記領域内にあり、前記視覚特性に基づく表は、前記視覚特性に基づく表によって分割される領域のうちのいずれに前記ピクセルが当てはまるかに基づいて、前記ピクセルに対し指示を供給することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記画像の前記ピクセルは、YUV 形式で表現されたデジタルビデオビットストリームの一部であり、前記視覚特性に基づく表が、前記イメージ内の電子透かしを入れる候補となる任意のピクセルに対して、前記ピクセルの Y 値、U 値、および V 値の関数としていたりまたは V に電子透かしを入れるために指示することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記画像の前記ピクセルは、ある 1 つの色空間タイプの表現を使用して表現されるデジタルビデオビットストリームの一部であり、前記選択する工程が、前記ある 1 つの色空間タイプの表現でフォーマットされたデジタルビットストリームだけを直接使用し、他の色空間タイプの表現を使用せずに実行されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記画像の前記ピクセルは、元のデジタルビデオビットストリームから導き出されたデシメートされたピクセルであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記画像の前記ピクセルは、元のデジタルビデオビットストリームから導き出された、量子化されたピクセルであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記視覚特性に基づく表は、どのクロミナンス部分が、前記色空間全体の電子透かしを入れることが可能な全てのピクセル値に対して電子透かしを入れるために選択されるべきかについて示す情報を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 11】

前記視覚特性に基づく表は、前記色空間の所望の一部だけの、電子透かしを入れることが可能な各ピクセルに対し、どのクロミナンス部分が選択されるべきかを示す情報を含み、前記選択する工程は、前記視覚特性に基づく表が情報を含む前記色空間の前記所望の一部の中に、前記画像の前記ピクセルがあることを判定する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記視覚特性に基づく表は、前記色空間の一部だけの電子透かしを入れることが可能な各ピクセルに対し、電子透かしを入れるためにどのクロミナンス部分を選択したらよいかを示す情報を含み、前記方法が、

40

前記視覚特性に基づく表が情報を含む前記色空間の前記一部の中に、前記画像の前記ピクセルがないことを判定する工程と、

前記画像の前記ピクセルのために、どのクロミナンス部分が、前記ピクセルの値の少なくとも 1 つの演算された関数として、電子透かしを入れるために選択されるべきであるかを判定する工程とをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記クロミナンス部分の元の値以外の追加データの伝達を表すようにその値を変更することにより、前記画像の前記ピクセルのクロミナンス部分に電子透かしを入れることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

50

前記ピクセルの輝度を変えることなく追加の電子透かし情報を伝えるよう変更するため  
に、ビデオ信号の画像のピクセルのどのクロミナンス部分がより適しているかに関する指  
示を供給するための装置において、前記装置は、色空間における電子透かしを入れること  
が可能なピクセルの部分の少なくとも1つのための、コンピュータ読み取り可能媒体内の  
視覚特性に基づく表を含み、前記表は、前記画像とは独立しており、前記色空間の前記部  
分が包含するピクセルに対して、前記装置が示すべきクロミナンス部分を指定することを  
特徴とする装置。

【請求項15】

前記色空間の前記部分が包含しない前記画像のピクセルに対して、前記画像の前記ピクセルの複数の前記クロミナンス部分のうちの少なくとも1つの値に基づいて、どのクロミナンス部分が示されるべきかを示す演算ユニットをさらに含むことを特徴とする請求項14に記載の装置。 10

【請求項16】

ビデオ信号の画像のピクセルのクロミナンス部分を選択する工程を含む電子透かし信号を検出するための方法であって、前記ビデオ信号は、輝度を変えることなく電子透かしを入れられ、前記選択する工程は、前記画像から独立するとともに、色空間の電子透かしを入れることが可能な少なくとも2つ以上のピクセルのそれぞれに対して、どのクロミナンス部分が、電子透かしデータを埋め込まれたかを示す視覚特性に基づく表を利用する工程であり、前記視覚特性に基づく表が、コンピュータ読み取り可能な媒体に保存されている方法 20

【請求項17】

ビデオ信号の輝度の変更を効果的に抑制するような電子透かしを入れられる前記ビデオ信号の画像のピクセルのクロミナンス部分を選択するための装置であって、

前記画像から独立するとともに、色空間の少なくとも一部に電子透かしを入れることが可能な少なくとも2つ以上のピクセルのそれぞれに対して、どのクロミナンス部分が電子透かしを入れるために選択されるべきかについて示す視覚特性に基づく表を含む、コンピュータが読み取り可能な記憶部と、

電子透かしを入れられる前記画像の前記ピクセルが前記色空間の前記一部の前記複数のピクセルの1つである場合に、どのクロミナンス部分を選択すべきかを決定するために、前記記憶部にアクセスするための手段とを含む装置。 30

【請求項18】

前記イメージの前記ピクセルの少なくとも1つの閾値として、どのクロミナンス部分が電子透かしを入れるために選択されるべきかを演算するための手段をさらに含み、前記演算する手段は、前記ピクセルが前記色空間の前記一部の前記複数のピクセルの1つでない場合にのみ動作することを特徴とする請求項17に記載の装置。

【請求項19】

輝度を変えることなく電子透かしを入れられたビデオ信号の画像のピクセルのクロミナンス部分を選択するための装置であって、

前記画像から独立するとともに、色空間の少なくとも一部に電子透かしを入れることが可能な少なくとも2つ以上のピクセルのそれぞれに対して、どのクロミナンス部分が電子透かしを埋め込まれたかについて示す視覚特性に基づく表を含む、コンピュータが読み取り可能な記憶部と、 40

前記ピクセルが前記色空間の前記一部の前記複数のピクセルの1つである場合に、どのクロミナンス部分を選択すべきかを決定するために、前記記憶部にアクセスするための手段とを含む装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタル・ビデオに電子透かしを入れる技術に関し、より詳細には、どのクロミナンス部分に電子透かしを入れるべきかを選択することに関する。

10

20

30

40

50

**【背景技術】****【0002】**

ビデオ信号に電子透かしを入れることは、一般に、ビデオ自体の中に追加情報を含めることである。これは、ビデオのソースの埋め込まれた識別を提供し、ビデオがどこでどれだけの期間再生されるかを追跡し、ビデオによって補助装置に情報を伝達するために有益な場合がある。ビデオ信号に電子透かしを入れるための従来技術では、通常、追加情報を伝えるために、ビデオの輝度を使用してビデオ自体の中にアナログ形式の追加情報を符号化した。しかし、人間の視覚システムは輝度信号に対して非常に感度が良く、したがって、電子透かし入りの信号を見る人間は、追加情報のビットレートをある一定のポイント、例えば秒速120ビットを超えて増やそうとした場合、追加情報を伝達するためにビデオ信号に行われた変更によって起こるゆがみを容易に知覚する。したがって、ビデオ信号の電子透かしを入れる従来技術は応用例によってはある程度成功であったが、このような成功は、追加情報を伝えるビデオ信号を見る人間によって認知できるゆがみなしに達成可能な非常に小さいビットレートによって限定されてきた。10

**【0003】**

本明細書で十分に述べたように、参照により組み込まれた、既に出願された米国特許第10/342704号において、本発明者は共同発明者と共に、人間の視覚システムのクロミナンスに対する感度は輝度に対する感度よりも少ないことを認識した。したがって、本発明者らは、電子透かしを入れる信号の追加情報を、その輝度信号ではなく、ビデオ信号のクロミナンス成分に挿入するビデオ信号にデジタル電子透かしを入れるためのシステムを開発した。すなわち、追加情報はビデオ信号のクロミナンス成分に「刻印(impressed)」される。有利には、従来技術によって認知可能なゆがみなしに達成可能なビットレートよりも高いビットレートを追加情報が有する場合は特に、クロミナンス成分には重大なゆがみがあるが、適切に管理されるならば、そのようなゆがみは人間の視覚システムによって検出されない。したがって、追加情報は、従来技術によって達成可能なビットレートよりも高いビットレートが高い場合がある。例えば、秒速150ビットより大きなビットレートを達成することができる。さらに、有利には、追加データを電子透かししたビデオ信号が、動画像符号化専門家会合(MPEG)-1およびMPEG-2符号化システムを使用して圧縮された後でさえ、追加データをビデオ信号から回復することができる。20

**【特許文献1】米国特許第10/342,704号**

30

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

任意のピクセルに対する電子透かしを伝えるために選択される特定のクロミナンス部分が、色選択ユニットにより米国特許第10/342704号で選択される。色選択ユニットは、選択されたクロミナンス成分を、規定の方式を使用して、ピクセルのRGBおよびYUV表現に応じて決定する。デジタル・ビデオは、YUV形式のビデオで米国特許第10/342704号のシステムを使用するために、当該YUV形式でのみ送信されることがしばしばであるので、対応するRGB形式のビデオをそこから開発することが必要である。不都合なことに、これを行うには多量の処理能力が必要となる。さらに、非常に優れてはいるものの、米国特許第10/3427号の選択処理に利用される方式の基礎をなす数学的モデルは、必ずしも常にちらつきのない結果を生成するものでないことが後に判明した。40

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

本発明の原理により、電子透かしを入れるべきクロミナンス部分を決定する処理は、様々なピクセルに対して、あるならば、クロミナンス部分のどれを電子透かしのために選択すべきかを示す、視覚特性に基づく表を利用することにより改善することができる。本発明の一態様により、表にアクセスし、どのクロミナンス部分が選択されるべきかを決定するために、ピクセルのY値、U値、およびV値だけが必要とされる場合がある。有利には50

、デジタル・ビデオがYUV形式の場合、クロミナンス部分を選択するためにR、G、およびBを使用することは必要なく、したがって必須の処理能力は大幅に低減される。本発明の別の態様により、R値、G値、およびB値だけを使用してアクセスすることができるよう、表を表現することができる。したがって、色選択を実行するために、ソース・ビデオをRGB形式からYUV形式に変換する必要はなくなる。

#### 【0006】

本発明の一実施形態では、デシメートかつ／または量子化することのできるY値、U値、およびV値を表に供給し、その表から、UとVのどちらを選択すべきかの指示を取り出すことにより、表がアクセスされる。本発明のさらに別の態様では、UとVのどちらを選択すべきか、または、例えばピクセルの色が紺および／または紫で、そのピクセルには電子透かしを入れるべきでないことが示された場合など、どちらも選択すべきでないことを示すことができるよう、表を修正することができる。

10

#### 【0007】

本発明の別の態様では、表およびある種の処理を使用して、処理のミックス・モードを利用することができます。有利には、表を、例えば半分のサイズに縮小するなどして、簡略化することができます。何故ならば、表の大部分は、選択されたクロミナンス部分を決定するための、ピクセル値に対する簡単なテスト、例えば $U < 128$ などで置き換えることができるからである。

#### 【0008】

有利には、表を、コンピュータ・コードなど、選択処理に利用される基礎となる処理を変更せずに、使用中に変更することができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0009】

以下は、本発明の原理を単に例示したものに過ぎない。したがって、当業者は、本明細書には明示的に説明または図示はしないが、本発明の原理を実施し、本発明の趣旨および範囲に含まれる様々な構成を考案することができる事が理解されよう。さらに、本明細書に記載のすべての実施例および条件付き用語は、本発明の原理および技術を推進するために本発明者らが導いた概念を理解する際に読者の役に立つために、特に教育的目的のみを原則として意図しており、このように具体的に記載された実施例および条件に限定しないものと解釈される。また、本発明の原理、態様、および実施形態、ならびにその具体例を記載する、本明細書のすべての記述は、その構造上および機能上の等価形態を包含することを意図する。さらに、そのような等価形態は、現在周知の等価形態、ならびに将来において開発される等価形態、すなわち、構造には関係なく、同じ機能を実行する、開発された任意の要素、の両方を含むことを意図する。

30

#### 【0010】

したがって、例えば、本明細書のいかなるブロック図でも、本発明の原理を実施する例示の回路の概念図を表すことが、当業者には理解されよう。同様に、いかなるフローチャート、流れ図、状態遷移図、擬似コードなども、コンピュータ可読媒体に実質的に表され、コンピュータまたはプロセッサによってそのように実行することができる、様々な処理を表す。これは、そのようなコンピュータまたはプロセッサが明示的に示されているか否かとは関係ない。

40

#### 【0011】

図示する様々な要素の機能は、「プロセッサ」とラベリングされたいかなる機能ブロックをも含めて、専用ハードウェア、ならびに適切なソフトウェアに関連するソフトウェアを実行することのできるハードウェアを使用することにより提供することができる。プロセッサによって提供される場合、これら機能は、单一の専用プロセッサにより、单一の共有プロセッサにより、またはいくつかは共有可能な複数の個別プロセッサにより、提供することができる。さらに、「プロセッサ」または「コントローラ」という用語の明示的な使用は、ソフトウェアを実行することのできるハードウェアだけを意味するものと解釈されるべきでなく、限定はしないが、暗黙的に、デジタル信号プロセッサ(DSP)ハード

50

ウェア、ネットワーク・プロセッサ、特定用途向け集積回路（A S I C）、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（F P G A）、ソフトウェアを記憶するための読み取り専用メモリ（R O M）、ランダム・アクセス・メモリ（R A M）、および不揮発性記憶装置を含むことができる。従来型および／または特注の他のハードウェアを含むこともできる。同様に、図示するスイッチは、どれも概念上のものである。これらの機能は、プログラム論理の動作により、専用論理により、プログラム制御と専用論理の連携により、または場合によっては手動により遂行することができる。この場合、状況からより具体的に理解される特定の技術を、実施者により選択可能である。

#### 【0012】

本明細書の特許請求の範囲では、指定した機能を実行する手段として表した要素はどれでも、例えば、a）その機能を実行する回路素子の組合せ、またはb）その機能を実行するためソフツウェアを実行するための適切な回路と組み合わされた、ファームウェア、マイクロコードなどを含めた、任意の形式のソフトウェアを含めて、その機能を実行するいかなる方法をも包含することを意図する。このような特許請求の範囲により規定される本発明は、様々な記載の手段により提供された機能が、本特許請求の範囲の要求する方法で組み合わされ、一体化されることにある。したがって、出願人は、それらの機能を提供することのできる手段ならばどれでも、本明細書に示す形態の等価形態と見なす。

10

#### 【0013】

ソフトウェア・モジュール、またはソフトウェアであることが暗示される単なるモジュールを、本明細書では、処理工程および／またはテクスチャ記述の実行を示す、フローチャート要素または他の要素のいかなる組合せとしても表すことができる。このようなモジュールは、明示的または暗黙的に示されるハードウェアによって実行することができる。

20

#### 【0014】

特に本明細書で明示的に指定しない限り、図面は一定比例による拡大表示ではない。

#### 【0015】

説明では、図面が別でも、同一番号を付した構成要素は、同一構成要素を示す。

#### 【0016】

図1は、ビデオ信号の様々なブロックのそれぞれのクロミナンス成分の平均値により伝えられる電子透かしデータの1つまたは複数のビットを有することにより、本発明の原理によってビデオ信号を、フレーム単位を基礎として、デジタル電子透かしを入れるための送信器例101を示す。

30

#### 【0017】

図1には、a) YUVデマルチプレクサ（d e m u x）およびデシメーター103、b) 色選択105、c) 二極形の双投形スイッチ109、d) テクスチャ・マスキング・ユニット(texture masking unit)111、e) 乗算器113、f) 加算器115、g) マルチプレクサ（m u x）117、h) ビット・マッパー123、およびi) アナログ加算器133を示す。図1には、任意選択のj) チャンネル・エンコーダー119、およびk) ブロック・インターリーバー121も示す。

#### 【0018】

YUVデマルチプレクサおよびデシメーター103は、電子透かしを入れるべきビデオ信号、すなわち追加情報を加えるビデオ信号を受け取る。YUVデマルチプレクサおよびデシメーター103は、シリアル・デジタル・インターフェース（S D I）標準に従ってフォーマットされたビデオなどの、デジタル・ビデオを扱うことができる。当業者には理解されるだろうが、最初は適切なデジタル形式でないビデオ信号はどれも、従来技術を使用して適切なデジタル形式に変換することができる。

40

#### 【0019】

YUVデマルチプレクサおよびデシメーター103は、ビデオの輝度（Y）成分およびそのクロミナンス成分を逆多重化する。ビデオ信号のクロミナンス成分は、UおよびVという2つの部分を有する。ここで、Uは差分青部分、Vは差分赤部分である。

#### 【0020】

50

追加データをクロミナンス成分に埋め込む処理の大部分は、好適には、特別のデシメートされたビデオ形式で実行される。ここで、元のブロックが 4 - 4 - 4 表現の場合、ビデオの元のそれぞれ  $2 \times 2$  の輝度ブロックに対して、1つの Y 値、1つの U 値、および 1 つの V 値しか残らない。この目的のため、入力されるビデオ信号が実際は所謂 4 - 4 - 4 形式である場合、その画像は、元の  $2 \times 2$  の輝度ブロックのそれぞれに対して、1つの Y 値、1つの U 値、および 1 つの V 値があるように、YUV デマルチプレクサおよびデシメーター 103 によって適切にデシメートされる。同様に、入力されたビデオ信号が所謂「4 - 2 - 2」形式の場合、すなわち、輝度が最大解像度である一方、クロミナンス部分が a ) 縦のみ最大解像度であり、b ) 横は半分の解像度である場合、YUV デマルチプレクサおよびデシメーター 103 は、輝度成分を縦横共にデシメートし、各クロミナンス部分を縦のみデシメートする。同様に、入力されたビデオ信号が所謂 4 - 2 - 0 形式である場合、すなわち、輝度成分が最大解像度である一方、クロミナンス部分は、それぞれ縦横共に半分の解像度しかない場合、その画像の輝度成分は YUV デマルチプレクサおよびデシメーター 103 によってデシメートされる。この結果、元のブロックが 4 - 4 - 4 表現の場合、元のそれぞれ  $2 \times 2$  の輝度ブロックに対して、1つの Y 値、1つの U 値、および 1 つの V 値しか残らない。

#### 【0021】

好ましいデシメートされたビデオ形式を、色選択 105 への出力として供給することができる。したがって、好適には、入力されたビデオ信号の形式にかかわらず、システムによるさらなる処理は、元の入力されたビデオ信号の最大解像度の輝度ピクセルのすべての  $2 \times 2$  ブロックに対して、1つの Y 値、1つの U 値、および 1 つの V 値があるように、デシメートされたビデオ信号に好適に基づくことができる。当業者は、輝度ピクセルのすべての  $2 \times 2$  ブロックに対して 1 つの Y 値、1 つの U 値、および 1 つの V 値の展開を希望するならば、これを展開する独自の方法を開発することができよう。

#### 【0022】

元のビデオの形式を知るために、a ) オペレータが、YUV デマルチプレクサおよびデシメーター 103 に、送信器 101 に供給されたビデオの特定の形式を示すか、b ) ビデオの形式を、従来技術を使用してビデオから直接検出するか、または c ) その情報を、入力されたビデオ信号を供給するさらに上層のプロセッサから供給することができる。

#### 【0023】

YUV デマルチプレクサおよびデシメーター 103 は、元の入力されたビデオ信号のフル・フォーマットの YUV 出力の第 2 の組を、二極形の双投形スイッチ 109 に供給することもできる。

#### 【0024】

色選択 105 は、どの特定ピクセルに対しても、可視的な人為的誤りを起こさずに、適宜、クロミナンス成分のどの部分に、すなわち U 部分または V 部分に、値の変更を、より良く適合することができるか特定する。本発明の一実施形態では、色選択 105 は、以下でさらに説明するように、参照テーブルに基づく。あるいは、色選択 105 は、すべてまたは一部を、従来の米国特許第 10 / 342,704 号のような、様々な演算に基づくことができる。

#### 【0025】

二極形の双投形スイッチ 109 の位置を制御するためにも、色選択 105 の出力を使用することができる。より具体的には、色選択 105 の出力は、二極形の双投形スイッチ 109 が、1 ) 電子透かしデータを伝えるために選択されたクロミナンス成分の部分を加算器 115 に供給し、2 ) 選択されなかったクロミナンス成分の部分を YUV マルチプレクサ 117 に供給するようセットされる。色選択 105 の出力は、以下で説明するように使用するために、マルチプレクサ 117 とビット・マッパー 123 に供給することもできる。

#### 【0026】

テクスチャ・マスキング・ユニット 111 は、可視的な人為的誤りを起こさずに、その

10

20

30

40

50

ピクセルが適合することのできる値の最大の変更を決定するために、YUVデマルチプレクサおよびデシメーター103により出力として供給されるデシメートされた形式の各ピクセル周囲の輝度領域のテクスチャを分析し、それが示す重みを出力として供給する。その重み値は、例えば1から5までの整数値を取って符号化することができる。他の値を使用することができる。例えば、実験では、20までの値を、視覚的な低下なしにビジー・エリアで使用することができることが示されている。その重みは、乗算器113に供給される。テクスチャ・マッピング・ユニット111は、以下でさらに説明するように、ピクセルに持ち込まれる可能性のある最大のゆがみよりも小さい値を出す場合がある。

#### 【0027】

使用される特定の値は、少なくとも一部には、各Y値、U値、およびV値を表すために使用されるビット数に、少なくとも一部には依存することに留意されたい。例えば、1から5の上記で提案した重み値、および場合によっては20までの重みは、8ビット値のY、U、およびVに対するものである。当業者には、8ビットに対して利用された値が、その値を左に2回シフトするなど、4を乗じることによって10ビットにスケール変更することができるが容易に理解されよう。同様に、Y、U、およびVに対して使用される他のビット数を、同様に適合することができる。

#### 【0028】

乗算器113は、テクスチャ・マスキング・ユニット111から受け取った重みに、ビット・マッパー123によって供給される、当該ピクセルの部分として送信されるべき情報に関する値を乗じる。例えば、ビット・マッパー123によって供給される値は、-1、0、または1であってよい。乗算器113によって生成された積は、加算器115およびアナログ加算器133に供給される。

#### 【0029】

テクスチャ・マスキング・ユニット111は、アナログ加算器133に応答する。この点で、上記のように、テクスチャ・マスキング・ユニット111は、アナログ加算器133からの結果に対する信号を受け取った場合、ピクセルにもたらされる可能性のある値の変更よりも小さい重み値を出す可能性がある。より具体的には、アナログ加算器133は、ブロックごとにテクスチャ・マスキング・ユニット111により供給された値を合計する。アナログ加算器133は、テクスチャ・マスキング・ユニット111が現在処理中のピクセルに対してその出力重みとして使用することのできる最大値を、出力としてテクスチャ・マスキング・ユニット111に供給する。アナログ加算器133により供給されるこの最大値は、a)ピクセル周囲のテクスチャに基づいてピクセルによって適合することのできる最大重み値と、b)アナログ加算器133にビット・マッパー123により供給される当該ブロックに関する値と当該ブロックに対する現在の合計の差、の小さい方である。したがって、合計が、アナログ加算器133にビット・マッパー123により供給される当該ブロックに関する値と等しくなると、テクスチャ・マスキング・ユニット111は、当該ブロックの残りのピクセルごとに0を出力する。

#### 【0030】

加算器115は、乗算器113により供給された値を、ピクセルに関する追加情報を伝えるために色選択105により選択されたクロミナンスの部分の値に加算することにより、修正されたクロミナンス部分を生成する。指摘したように、追加情報を伝えるために色選択105により選択されたクロミナンスの部分は、二極形の双投形スイッチ109により加算器115に渡される。加算器115により供給された修正済みのクロミナンス部分は、乗算器117に供給される。

#### 【0031】

テクスチャ・マッピング・ユニット111、乗算器113、ビット・マッパー123、およびアナログ加算器133は共同して、元のビデオ信号のクロミナンスの形式に一致するため、特別な処理解像度の各ピクセルに追加中の値を有効にアップサンプルする。この目的のために、結果的に得られたアップサンプルされた値を、処理に使用される、特別の解像度を低めた形式でのピクセルの位置に対応する、元のビデオ信号の各ピクセルの選

10

20

30

40

50

択されたクロミナンス部分に加算することができる。例えば、元のビデオ信号が 4 - 2 - 2 形式の場合、特別の処理形式でプロックのピクセルのそれぞれに加算されるべきであると決定された値は、ラインあたり 8 ピクセル、プロックあたり 16 ラインを有する、加算されるべき値のプロックを作成するために、ラインごとを基礎として複製される。このプロックで、2 つの連続したラインのオーバーラップしないグループのラインのそれぞれは、同一値を加算させる。このようなプロックは、4 - 2 - 2 形式の元のビデオの選択されたクロミナンス部分の元のプロックに、サイズで対応する。結果的に得られたアップサンプルしたプロックの各値は、加算器 115 によって、元のビデオ信号の、それぞれの同様に配置されたピクセルの選択されたクロミナンス部分に加算される。当業者には、異なる形式に対しても、類似のプロック換算を容易に実行することができよう。選択されたクロミナンス部分が変更により良く適合することができると色選択 105 が決定しなかったプロックのピクセルに関して、加算される値は 0 となることに留意されたい。元のビデオ信号が 4 - 2 - 0 形式の場合、アップサンプルは要求されない。

#### 【 0 0 3 2 】

本発明の別の実施形態では、デシメートされた特別の処理解像度形式だけが処理される。結果的に修正されたクロミナンス部分は、次いで、例えばマルチプレクサ 117 でアップサンプルされる。しかし、これを行うことにより、元のビデオ信号にある種の低下が発生する可能性がある。ただし、このような低下は、必ずしも可視的ではない。

#### 【 0 0 3 3 】

マルチプレクサ 117 は、二極形の双投形スイッチ 109 により元の輝度成分 (Y) と YUV デマルチプレクサおよびデシメーター 103 から供給された未修正のクロミナンス部分を受け取る。マルチプレクサ 117 は、加算器 115 から修正済みのクロミナンス部分も受け取る。マルチプレクサ 117 は次いで、元の輝度成分 (Y)、未修正のクロミナンス部分、および修正済みのクロミナンス部分を多重化する。色選択 105 の出力を受け取ることにより、マルチプレクサ 117 は、クロミナンス成分の修正済み部分をどのリードで受け取り、クロミナンス成分の未修正の部分をどのリードで受け取るかを知る。本発明の一態様によれば、結果的に得られたビデオ信号は、電子透かしを入れた出力ビデオ信号として供給される。

#### 【 0 0 3 4 】

当業者は、アップサンプル(upsample)を必要としないように、デシメートしたバージョンでなく、元のクロミナンス信号部分に追加データが加えられる、本発明の実施形態を開発することができよう。

#### 【 0 0 3 5 】

指摘したように、バイナリ・データ値、すなわちプロックごとに送信されるべき追加情報の 1 または 0 を、電子透かしデータとして使用するためにビット・マッパー 123 に直接供給するか、または受信器での情報の処理および回復を容易にするためにまず処理することができる。このような処理例は、任意選択のチャンネル・エンコーダー 119 とプロック・インターリーバー 121 により実行することができる。

#### 【 0 0 3 6 】

チャンネル・エンコーダー 119 は、ビデオ・ストリームに埋め込まれることが望まれる追加データを受け取る。このデータは次いで、例えば転送誤り訂正符号化スキームを使用して符号化される。このような転送誤り訂正スキームは、ビタビ符号化またはターボ符号化などの畳み込み符号化のようないかなる従来型の転送誤り訂正スキームであっても、または新規に開発されいかなる符号化スキームであってもよい。本発明の実施形態例では、2 分の 1 のレートの畳み込み符号化が使用される。そのような符号化の結果、元のビット・ストリームのすべてのビットに対して 2 ビットが生成される。チャンネル符号化ビット・ストリームが、出力としてプロック・インターリーバー・ユニット 121 にチャンネル・エンコーダー 119 により供給される。

#### 【 0 0 3 7 】

プロック・インターリーバー 121 は、データを無作為に分配するために、チャンネル

10

20

30

40

50

符号化されたビット・ストリームのビットの順序を再構成する。これを行うことにより、チャンネル符号化されたビット・ストリームの隣接セクションが、例えばノイズのバーストまたは他の要因により消失する機会が低減される。この消失は、受信器でそのようなデータを残りの実際に受信したデータから回復することを困難にする。本発明の実施形態例では、1単位としてインターリープされたビット数は、1フレーム内のブロック数に等しい。ブロック・インターリーバーは、データをブロックの行に左から右へ連続して書き込み、各行の終わりを下の次行の左端の位置で開始し、次いでそのデータを、そのブロックの左端最上部の位置から始めて、次列上部で読み取りが継続される、列の終端に達するまで、その列を下に読み取ることにより実施することができる。45行×30列のブロック・インターリーバーは、720×480ピクセルのピクチャ・サイズに効果的であることが証明済みである。別の解像度の場合、当業者は、匹敵するブロック・エンコーダーを容易に開発することができる。インターリープしたチャンネル符号化されたビット・ストリームは、ビット・インターリーバー121によりビット・マッパー123に出力として供給される。

#### 【0038】

本発明の一態様によれば、ブロック・インターリーバー121により供給されたデータ・ビットは、ビット・マッパー123の制御下で、元のビデオ信号の少なくとも1フレームの少なくとも1ブロックに、電子透かしデータとして刻印される。本発明の原理によれば、ビット・マッパー123は、各ブロックの複数のクロミナンス部分のうち選択された1つのクロミナンス部分の平均値のビット位置の1つへの電子透かしデータの挿入を制御する。データはそこに刻印され、したがって、そのビット位置のビットと効果的に置き換えられる。

#### 【0039】

例えば、電子透かしデータがブロックの選択されたクロミナンス部分の平均の整数部分の最下位ビットで伝えられるべき場合、平均値に加算される必要のある値は0または1である。平均値の整数部分の最下位ビットが、伝えられるべき電子透かしデータ・ビットと既に同じである場合は0が加算され、平均値の整数部分の最下位ビットが、伝えられるべき電子透かしデータ・ビットの補数である場合は1が加算される。電子透かしデータが、ブロックの選択されたクロミナンス部分の平均の整数位置の2番目の最下位ビットで伝えられるべき場合、当該ピクセルに加算されるべきデータの値は-1、0、または1である。平均値の整数部分の2番目の最下位ビットが、伝えられるべき電子透かしデータ・ビットと既に同じである場合は0が加算され、平均値の整数部分の2番目の最下位ビットが、伝えられるべき電子透かしデータ・ビットの補数である場合は1または-1が加算される。1が加算されるか-1が加算されるかは、平均値の整数部分の2番目の最下位ビットをその補数に変更しながら、平均値に対して最小の変更の原因となるのはどちらかによって異なる。2番目の最下位ビットを使用すると、埋め込まれるべきデータが、MPEGまたは類似の処理による符号化に耐える可能性が高まる。ブロックの選択されたクロミナンス部分の平均の整数部分の3番目の最下位ビットにデータが入れられるべき場合、当該ピクセルに加算されるべきデータの値は-2、-1、0、1、または2である。平均値の整数部分の3番目の最下位ビットが、伝えられるべき電子透かしデータ・ビットと既に同じである場合は0が加算され、平均値の整数部分の3番目の最下位ビットが、伝えられるべき電子透かしデータ・ビットの補数である場合は、-2、-1、1、または2が加算される。-2、-1、1、または2のどれが加算されるかは、平均値の整数部分の3番目の最下位ビットをその補数に変更しながら、平均値に対して最小の変更の原因となるのはどれかによって異なる。3番目の最下位ビットを使用すると、埋め込まれるべきデータが、適切な結果を達成するために、MPEGまたは類似の処理による符号化に耐える可能性が高まる。上記の説明から、当業者は、ユーザまたはシステムにより決定される、さらに上位のビット位置に対して加算されるべき値を容易に決定することができる。

#### 【0040】

この目的のために、ビット・マッパー123は、ブロックのピクセルの選択されたクロ

10

20

30

40

50

ミナンス部分に分配して加算される値を展開する。このように行うことにより、当該ブロックに対する当該クロミナンス部分の値の平均は変更され、その結果、刻印中のブロック・インターリーバー 121 により供給されるビットは、選択されたクロミナンス部分の平均値の選択されたビット位置に入れられる。この値は、電子透かしデータ・ビットを、1 ブロック内のピクセル数を乗じた適切なビット位置に入れるために、選択されたクロミナンス部分の平均値に加算されるべき値である。すなわち、当該クロミナンス部分の値の平均に加算されるべき、ビット・マッパー 123 により展開された値は、ブロックの個々のピクセルに加算される、さらに小さい値に分割される。したがって、当該ブロック内のピクセル数によって分割されたブロックに加算される、さらに小さい値の合計は、選択されたクロミナンス部分の平均値に加算されるべき値に等しい。

10

#### 【0041】

当該ブロックに対するクロミナンス部分の値の特定ビット平均、例えば、ビット・マッパー 123 により供給されたデータが刻印される、当該クロミナンス部分に対する DC 係数は、ビット・マッパー 123 によって決定される。本発明の実施形態例では、ブロックに対する DC 係数の 2 番目の最下位ビットは、当該ブロックに刻印されることが望まれる特定値で置き換えられる。本発明の別の実施形態では、DC 係数のどのビットが置き換えられるかは、当該ブロックのテクスチャ変動により異なる。テクスチャ変動が増えるに従い、置き換えられるビットをより上位にすると有利である。何故ならば、MPEG 符号化標準は、より高いテクスチャ変動に対してより大きな量子化ステップ・サイズを利用するが、そのようなより大きな量子化ステップ・サイズを使用することにより、十分に上位でないビット位置に入れられた場合、その電子透かしデータ・ビットを濾過できるからである。より上位のビットを使用する場合、その補数値に代入中のビットを変更するために、DC 係数に対して加算または減算すべき値は、1 よりも大きくてよい。この目的のために、本発明の一態様によれば、ビット・マッパー 123 は、テクスチャ・マスキング 111 から、当該ブロックに対する輝度成分の平均変動を受け取り、その平均変動に基づいて、置き換えられるべきビット位置を決定する。変動が大きいほど、電子透かしデータを入れるビット位置はより上位になる。

20

#### 【0042】

ビット・マッパー 123 は、ピクセルが電子透かしを入れた出力ビデオ信号に組み込まれる場合、元のビデオ信号のブロックのピクセルごとに、適宜、元のビデオ信号のブロックごとに伝達されるべき、インターリープされたチャンネル符号化されたビット・ストリームからデータ・ビットを供給する。したがって、ビット・マッパー 123 は、ビデオ信号の処理がラインに基づいていること、すなわち処理はラインの左から右であり、次いで次のラインに下がり、再び左から右であり、この結果、1 つのブロックの隣接するピクセルが必ずしもビデオ・ストリームで連続しておらず、したがって、すべてが一度に連続して次々と処理されるわけではないということを考慮する。何時でもビット・マッパー 123 の出力として供給される特定のデータ・ビットは、乗算器 113 に入力として供給される。

30

#### 【0043】

図 1 に示すようなエンコーダーを使用すると、ビデオのフレーム・サイズが  $720 \times 480$  ピクセルの場合、ほとんど誤りのない、秒速約 6,750 ビットのビットレートが、チャンネル・エンコーダー 119 に供給される際の追加情報について達成される。

40

#### 【0044】

当業者は、上記の説明から、図 1 の複数ユニットの様々なユニットが、ブロック全体からの情報を使用して演算する必要のある値、例えばブロックの元の平均値とブロックの平均テクスチャ変動をまず決定し、次いで個々のピクセルを処理する際にそれらの値を利用するため、記憶域を必要とすることを容易に理解するだろう。その結果、通常、1 つのスライス遅延がある。ここで、1 スライスは、1 つのフレーム全体を横に横断する連なった複数のブロックである。

#### 【0045】

50

図2は、本発明の原理によって、そのクロミナンス信号に対するデジタル電子透かしを含む、ビデオ信号の追加データを回復するための、受信器例201を示す。図2には、a) YUVデマルチプレクサ(demux)およびデシメーター203、b) 色選択ユニット207、c) 二極形の双投形スイッチ209、d) ブロック変動計算211、e) ブロック・インテグレーター(block integrator)V213、f) ブロック・インテグレーターU215、g) ビット選択217、h) デインターリーバー(deinterleaver)219、およびi) チャンネル・デコーダー221を示す。

#### 【0046】

YUVデマルチプレクサおよびデシメーター203は、送信器101(図1)のYUVデマルチプレクサおよびデシメーター103に粗等しくてよく、信号のクロミナンス成分に対して、追加情報が既に加えられた、デジタルに電子透かしの入ったビデオ信号を受ける。本発明の原理によって、YUVデマルチプレクサおよびデシメーター203は、シリアル・デジタル・インターフェース(SDI)に従ってフォーマットされたデジタル・ビデオなどの、デジタル・ビデオを扱う。当業者には理解されるだろうが、最初は適切なデジタル形式でないビデオ信号はどれも、従来技術を使用して適切なデジタル形式に変換することができる。

#### 【0047】

YUVデマルチプレクサおよびデシメーター203は、ビデオの輝度(Y)成分およびそのクロミナンス成分を逆多重化し、それを好ましい処理形式にデシメートする。その形式では、元のブロックが4-4-4表現である場合、ビデオの元のそれぞれ $2 \times 2$ の輝度ブロックに対して、1つのY値、1つのU値、および1つのV値しか残さない。受け取ったビデオの形式を知るために、a) オペレータが、YUVデマルチプレクサおよびデシメーター203に、入力されたビデオの特定の形式を示すことを必要とするか、b) ビデオの形式を、従来技術を使用してビデオから直接検出することができるか、またはc) 情報を、入力されたビデオ信号を供給するさらに上層のプロセッサから供給することができる。逆多重化した輝度成分とクロミナンス成分が、色選択207に供給される。さらに、輝度成分がブロック変動計算211に供給され、Vクロミナンス部分がブロック・インテグレーターV213に供給され、Uクロミナンス部分がブロック・インテグレーターU215に供給される。YUVデマルチプレクサおよびデシメーター103と異なり、YUVデマルチプレクサおよびデシメーター203は、元の入力されたビデオ信号のフル・フォーマットのYUV出力の第2の組も供給することは必要としない。

#### 【0048】

色選択ユニット207は、ブロックごとに、クロミナンス成分のどの部分に対して、すなわちU部分またはV部分に対して、追加情報が埋め込まれた可能性があるかを特定する。二極形の双投形スイッチ209の位置を制御するために、色選択ユニット207の出力が使用される。より具体的には、色選択ユニット209は、以下でより詳細に説明するように、Y、U、およびVに応じて、このブロックに対して追加情報が埋め込まれた可能性のある、クロミナンス位置UまたはVを選択する。本発明の一実施形態では、色選択ユニット207は、参照テーブルに基づいている。これを行うことにより、通常ならば必須である可能性のある、YUV/RGB変換を必要としないことによって、この処理を簡略化する。

#### 【0049】

色選択ユニット207に対する入力は個別のピクセルであることに留意されたい。色選択ユニット207は、各ブロックのピクセルを追跡し、当該ブロックのピクセルごとに個々のUまたはV選択を組み合わせる。最高値を有する特定の構成要素、すなわち1つのブロック内のピクセルに対して最も頻繁に選択された構成要素が、色選択207の出力であると決定される。次いで、スイッチ209が、追加データが追加済みであると判定されたクロミナンス成分の部分の統合されたバージョンをビット選択217に供給するよう、色選択ユニット207の出力がセットされる。

#### 【0050】

10

20

30

40

50

ブロック変動計算 211 は、当該ブロックに対する選択されたクロミナンス部分の値の平均の特定ビット、例えば、刻印されたデータを含んでいる可能性のある選択されたクロミナンス部分に対する DC 係数を決定する。指摘したように、本発明の実施形態例では、ビット・マッパー 123 (図 1) は、どのビット位置が、刻印されるべき電子透かしデータ・ビットに置き換えられるべきかを特定するために、当該ブロックのピクセルの輝度成分の変動の平均を受信し、利用した。変動が大きいほど、置き換えられるべきビット位置はより上位になる。ブロック変動計算 211 (図 2) は、その計算を、その決定を置き換えるためにマッパー 123 により使用される同じ情報に基づかせるべきである。ブロック変動計算 211 の出力が、ビット選択 217 に供給される。

## 【0051】

10

ブロック・インテグレーター V 213 は、ブロック全体にわたる V の値を統合する。すなわち、1 つのブロック内の各ピクセルに対する値を結合、つまり合計する。ブロック・インテグレーター U 215 は、1 ブロック全体にわたる U の値を統合する。すなわち、1 つのブロック内の各ピクセルに対する値を結合、つまり合計する。

## 【0052】

ビット選択 217 は、当該ブロックに関するデータとしてスイッチ 209 によってそれに供給された、統合されたクロミナンス部分の値からブロック変動計算 211 が指定したビット位置のビットを抽出する。

## 【0053】

20

デインターリーバー 219 は、送信器 101 のブロック・インターリーバー 121 (図 1) の作用を解除するために、データを並べ替える。並べ替えられた値は、次いで、チャンネル・デコーダー 221 (図 2) に供給され、チャンネル・デコーダー 221 は、送信器 101 (図 1) のチャンネル・エンコーダー 119 が利用するタイプの符号化を使用して符号化された信号に対して、適切な復号化を実行する。結果として得られた復号化された値が、チャンネル・デコーダー 221 (図 2) により追加データ信号の再構築バージョンとして供給される。さらに堅牢にするために、チャンネル・デコーダー 221 は、ターボ・デコーダーなどの、所謂「シーケンス・デコーダー」であってよい。

## 【0054】

30

図 3 に示すように組み合わせた場合、図 3A および 3B は、本発明の原理によって、追加データで複数のクロミナンス部分の 1 つに電子透かしを入れる際に使用するための、処理例を示す。特定されたビット位置が刻印されるべき値と既に同じブロックの場合、当該ブロックは未修正のまま送信することができる。図 3 の処理は、本発明の実施形態例では、図 1 に示すようなシステムで実行することができる。

## 【0055】

40

1 ブロックのすべてのピクセルが使用可能な場合、処理は、工程 301 から開始することができる。図 3 の処理の部分は、ブロックごとを基礎として、また一部にはピクセルごとを基礎として行われる。1 つのフレームにある複数のブロックは、2 次元ポインター p、q を使用して索引付けされる。ここで、p は、処理中のフレームの特定の横スライスを指示し、q は、当該フレームの特定の列、すなわち縦スライスを指示する。例えば、 $720 \times 480$  の解像度の場合、p は 1 から 30 の範囲にあり、q は 1 から 45 の範囲にある。同様に、各ブロックのピクセルは、2 次元ポインター i、j を使用して索引付けされる。ここで、i は、処理中のブロック内の特定行を指示し、j は、処理中のブロック内の特定列を指示する。例えば、元のビデオの各マクロブロックには Y、U、および V の対応する  $8 \times 8$  ブロックしかない場合、データを刻印するために利用される特別の処理モードでは、i と j はどちらも 0 から 7 の範囲にある。

## 【0056】

工程 301 で処理が開始された後、同処理に使用されるいくつかの変数は、例えば count\_U (p, q) = 0、count\_V (p, q) = 0、sum\_U (p, q) = 0、sum\_V (p, q) = 0、および var (p, q) = 0 のように、工程 303 で初期設定される。count\_U は、U クロミナンス部分に対して電子透かしを入れるのに適した、色選

50

択処理により選択されたブロック内のピクセルの現在の合計数であり、`countV`は、`V`クロミナンス部分に対して電子透かしを入れるのに適した、色選択処理により選択されたブロック内のピクセルの現在の合計数である。`sumU`および`sumV`は、当該ブロックのすべてのピクセルに対する、それぞれ`U`と`V`の現在の合計数である。本発明の実施形態では、当該ブロックに対して選択されたクロミナンス部分のピクセルに対してのみ電子透かしが実行される場合、選択されないクロミナンス部分に対して展開された`sumU`と`sumV`のうちの1つは不要である。

#### 【0057】

工程305で、`var(p, q)`、すなわち当該ブロック内の個々のピクセルに対する輝度の変動の合計は、当然ながら、当該ブロックに対する輝度の平均変動に比例するが、これが演算される。この目的のために、まず`i`と`j`の両方が、例えば`i = 0, j = 0`のように、処理されるべきブロックの第1のピクセルを指し示すようにセットされる。`var(p, q)`の値は、当該ブロックの各ピクセルを循環し、`i`と`j`の値を適宜変更し、ピクセルごとの輝度の変動を`var(p, q)`の現在の合計に加算することにより演算される。

#### 【0058】

本発明の一実施形態では、任意の特定のピクセルに対する輝度の変動は、当該ピクセルとそのピクセルに最も近いすべてのピクセルの間の輝度の差の絶対値を取ることにより、演算することができる。数学上、最も近いピクセルのすべてが同じブロック内にある場合、これは次のように表記される。

#### 【数1】

$$\text{var}(p, q) = \text{var}(p, q) + (|Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i-1, j-1)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i-1, j)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i, j-1)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i+1, j)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i+1, j+1)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i, j+1)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i-1, j+1)}^{(p, q)}| + |Y_{(i, j)}^{(p, q)} - Y_{(i-1, j-1)}^{(p, q)}|).$$

#### 【0059】

当業者は、最も近いピクセルが別のブロックにあるようなピクセルに対しても、上記の説明を容易に適用することができよう。さらに、フレームの境界線に近いブロック、すなわち最も近いピクセルのないブロック、または最も近いピクセルが、表示されていないブロックの一部であるブロックに関しては、そのような近いピクセルの値を0と見なすことができる。

#### 【0060】

本発明の別の態様では、最も近いピクセルのすべてを変動演算で考慮する必要はなく、それでも十分に高品質の結果を達成することができることに留意されたい。より具体的には、ピクセルごとのその演算時間は、当該ピクセルを囲む長方形の隅の4つのピクセルと、当該ピクセルと縦または横のラインを形成する、他の2つのピクセル、例えば、当該ピクセルの横のライン上の2つのピクセルとの差だけを取ることにより低減すると有利である。

#### 【0061】

その後、条件分岐点307は、当該ブロックに対する電子透かし情報を、どの特定のクロミナンス部分、すなわち`U`または`V`が含むことになるかを特定するためにテストする。これは、当該ブロックのピクセルごとに色選択を評価し、クロミナンス部分ごとに選択されたブロック内のピクセル数を計数することにより行われる。当該ブロックに対して最も多く選択されたクロミナンス部分が、電子透かしのために選ばれる。本発明のいくつかの実施形態では、特定のピクセルが電子透かしにはまったく不適合であると判定される場合があることに留意されたい。このような場合、`U`または`V`に対してピクセルの合計数は計数されない。

#### 【0062】

ピクセルごとに電子透かしを入れられるよう選択される色を決定する特定の方法は、実

10

20

30

40

50

施者の裁量により異なる。本発明の一実施形態では、例えば、最初値のピクセルのクロミナンス部分が選択される。本発明の別の実施形態では、以下で説明する色選択構成が利用される。

#### 【0063】

次に、電子透かしされたビットを含むことになる、選択されたクロミナンス部分の平均値のビット部分が決定される。このビット位置は、電子透かしの入ったビットが、MPEG様符号化で行われるような、いかなる後続の量子化にも耐えるように選択される。

#### 【0064】

この目的のために、工程307でのテスト結果が、Vクロミナンス部分に電子透かしが入れられるように選択される場合、制御は工程309に渡り、そこで変数「watermark color」がVに等しくセットされる。その後、条件分岐点323は、当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、最大V閾値である、最初に規定されたV閾値t1vより大きいか否かを判定するようテストする。t1vの値の例は600である。

#### 【0065】

UとVの両方に関して、図3および4と共に使用される特定の閾値は、平均のY変動が提案された閾値と比較される場合、各Y値を表すために使用されるビット数に少なくとも一部には依存することに留意されたい。例えば、本明細書で提案された閾値は、8ビット値のYのためのものである。当業者は、8ビット用に利用される値が、例えば4を乗じ、その値を左に2回シフトすることによって、10ビットにスケール変更できることを容易に理解するだろう。同様に、Y、U、およびVのために使用される他のビット数を、同様に適合することができる。

#### 【0066】

本発明の他の実施形態では、様々な比較のために当該ブロック全体にわたる平均Y変動を使用する代わりに、当該ブロック全体にわたる平均V変動など、別の平均変動を計算して利用することができる。

#### 【0067】

工程323のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の5番目の最下位ビットに対して追加データを符号化しなければならないほど、変動が大きいことが示された場合、例えば、int[sumV(p, q) / 64]など、int[sumV(p, q) / ブロックあたりピクセル数]の値がt1vより大きいことが示された場合、制御は工程325に進み、そこで変数mは5に等しくセットされる。

#### 【0068】

本明細書で使用するように、丸め用の整数関数intを使用する代わりに、例えば、常に最も近い整数値に切り上げるか、丸めるなど、整数値を達成するために丸めのいかなる他の形式でも利用することができることに留意されたい。

#### 【0069】

工程323のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均値の5番目の最下位ビットに対して追加データを符号化しなければならないほどには変動が大きくないことが示された場合、制御は条件分岐点329に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、2番目に大きいV閾値である、第2の規定のV閾値t2vより大きいか否かを判定するためにテストする。t2vの値の例は15である。

#### 【0070】

工程329のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の4番目の最下位ビットに対して追加データを符号化すべきであることが示された場合、制御は工程331に進み、そこで変数mが4に等しくセットされる。

#### 【0071】

工程329のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのV値の平均の4番目の最下位ビットに対して追加データを符号化しなければならないほどには変動は大きくな

10

20

30

40

50

いことが示された場合、制御は条件分岐点 333 に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均 Y 变動である `var (p, q)` が、3 番目に大きい Y 闘値である、最小の Y 闘値 `t3v` より大きいか否かを判定するためにテストする。`t3v` の値の例は 7 である。

#### 【0072】

工程 333 のテスト結果が YES の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの Y 値の平均の 3 番目の最下位ビットに対してデータを符号化しなければならないほど、変動が大きいことが示された場合、制御は工程 335 に進み、そこで変数 `m` は 3 に等しくセットされる。

#### 【0073】

工程 333 のテスト結果が NO の場合、すなわち、当該ブロックの Y 値の平均値の 2 番目の最下位ビットに対してデータを符号化しなければならないだけ、変動が大きいことが示された場合、制御は工程 337 に進み、そこで変数 `m` は 2 に等しくセットされる。

10

#### 【0074】

工程 307 のテスト結果が、U クロミナンス部分が電子透かしを入れるように選択された場合、制御は工程 311 に進み、そこで変数「`watermarkcolor`」は U に等しくセットされる。その後、条件分岐点 343 は、当該ブロック全体にわたる平均 Y 变動である `var (p, q)` が、最大闘値である、第 1 の規定された闘値 `t1u` より大きいか否かを判定するためにテストする。`t1u` の値の例は 600 である。

#### 【0075】

本発明の他の実施形態では、様々な比較のために当該ブロック全体にわたる平均 Y 变動を使用する代わりに、当該ブロック全体にわたる平均 U 变動を計算して利用することができる。

20

#### 【0076】

工程 343 のテスト結果が YES の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの U 値の平均の 5 番目の最下位ビットに対してデータを符号化する必要があるほど、変動が大きいことが示された場合、例えば、`int [sumU (p, q) / 64]` など、`int [sumV (p, q) / ブロックあたりピクセル数]` が `t1v` より大きいことが示された場合、制御は工程 345 に進み、そこで変数 `m` は 5 に等しくセットされる。

#### 【0077】

本明細書で丸め用の整数関数 `int` を使用する代わりに、例えば常に最も近い整数値に切り上げるか、丸めるなど、整数値を達成するために丸めのいかなる他の形式でも利用することができることに留意されたい。

30

#### 【0078】

工程 343 のテスト結果が NO の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの U 値の平均の 5 番目の最下位ビットに対してデータを符号化する必要があるほどには変動が大きくないことが示された場合、制御は条件分岐点 349 に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均 Y 变動である `var (p, q)` が、2 番目に最大の U 闘値である、第 2 の規定された闘値 `t2u` より大きいか否かを判定するためにテストする。`t2u` の値の例は 15 である。

#### 【0079】

40

工程 349 のテスト結果が YES の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの U 値の平均の 4 番目の最下位ビットに対してデータを符号化しなければならないことが示された場合、制御は工程 351 に進み、そこで変数 `m` は 4 に等しくセットされる。

#### 【0080】

工程 349 のテスト結果が NO の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの U 値の平均の 4 番目の最下位ビットに対してデータを符号化しなければならぬほどには変動が大きくないことが示された場合、制御は条件分岐点 353 に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均 Y 变動である `var (p, q)` が、最小の U 闘値である、第 3 の規定された闘値 `t3u` より大きいか否かを判定するためにテストする。`t3u` の値の例は 7 である。

#### 【0081】

50

工程 353 のテスト結果が YES の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの U 値の平均の 3 番目の最下位ビットに対してデータを符号化しなければならないほど、変動が大きいことが示された場合、制御は工程 355 に進み、そこで変数 m は 3 に等しくセットされる。

【 0082 】

工程 353 のテスト結果が NO の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルの U 値の平均の 2 番目の最下位ビットに対してデータを符号化しなければならないのに十分なだけ、変動が大きいことが示された場合、制御は工程 357 に進み、そこで変数 m は 2 に等しくセットされる。

【 0083 】

電子透かしが入ったデータを含めるために利用されるべき、選択されたクロミナンス部分のブロック全体にわたる平均値の特定ビットが決定されると、そのビット位置に確実に所望のビットを含めさせる処理が行われる。この処理の目的は、所望のビット位置が、送信されるべき電子透かしビットの値を確実に有するように、選択されたクロミナンス部分の現在の平均値に対して最小の可能な値を加算または減算することである。本発明の一実施形態では、所望のビット位置は、平均値の整数部分内のビット位置であることに留意されたい。この目的のために、理想的には、所望のビット位置が、送信されるべき電子透かしビットの値を既に含んでいる場合、選択されたクロミナンス部分の現在の平均値には何も加算することはできない。一方、所望のビット位置が、送信されるべき電子透かしビットの値の補数を含んでいる場合、理想的には、所望のビット位置に対して加算または減算し、したがってその現在の電子透かしされていない値から、その最終的に電子透かしされた値に、選択されたクロミナンス部分の平均値の値に最小の変更を行わせることにより、所望ビット位置をその補数にフリップすることになる最小の可能な値だけが、適宜、所望のビット位置に対して加算または減算される。

【 0084 】

実際には、量子化ノイズにより、本発明の処理の一部、および所望のビットの最終値に影響を与える可能性のある MPEG 様符号化処理の他の要因として丸めることで、本明細書でさらに説明するように、わずかに異なる値を加算または減算することができる。より具体的には、本発明の一実施形態では、所望のビット位置に所望のビット値を有する値の「安全な」範囲が選択され、最小値が、選択されたクロミナンス部分の平均値に対して加算または減算される。この結果、最終値は、所望のビット位置に所望のビット値を有し、それは安全な範囲内に含まれることになる。したがって、通常、平均値のビットが、電子透かしデータを伝えるためにその補数に変更される必要のある場合は何時でも、結果的に得られる値は、常に安全な範囲の境界線上にある。既に所望のビット位置の値が、送信されるべき電子透かしデータ・ビットの値である場合、選択されたクロミナンス部分の平均値が既に安全な範囲に含まれるならば、当該選択されたクロミナンス部分の平均値には何も加算する必要はない。しかし、当該選択されたクロミナンス部分の平均値がまだ安全な範囲に含まれていない場合、所望のビット位置の値を、送信されるべき電子透かしビットの値に維持しながら、当該選択されたクロミナンス部分の平均値を安全な範囲内の値になるよう変更する必要のある最小値が、当該選択されたクロミナンス部分の平均値に加算 / から減算される。

【 0085 】

概念上、上記の説明は、所望のビット位置で所望の電子透かし値を達成するために、まず最小値を加算または減算し、次いで、最終値が安全な範囲内に含まれることを保証するために、例えばマージン値など、さらなる量を加算または減算することを意図することができる。

【 0086 】

図 5 は、所望のビット位置が 3 番目の最下位ビットである、複数の安全な範囲の一例を示す。軸に沿って、選択されたクロミナンス部分の平均値を示す。

【 0087 】

10

20

30

40

50

表1は、(コード)(値の表)を示す。

【0088】

工程325、331、335、337、345、351、355、および357が完了する際、制御は条件分岐点361に進み、そこで、当該ブロックに刻印されるべき電子透かしデータのビットが、変数「watermarkcolor」によって特定されるクロミナンス部分の平均値に対して現在特定されているビット位置と同じか否かを判定するためにテストする。工程361のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックに刻印されるべき電子透かしデータのビットが、変数「watermarkcolor」によって特定されるクロミナンス部分の平均値に対して現在特定されているビット位置と同じであり、したがって、当該ビットをその補数値に変更する必要がないと示された場合、制御は工程363に進み、そこでその値が現在のビット位置に対する安全な範囲内に含まれるか否かを判定するためにテストする。テスト結果がNOの場合、すなわち、後続処理中に誤りが生じる可能性があることが示された場合、制御は工程365に進み、そこで所望のビット位置の値を変更せずに、変数「changevalue」を、「watermarkcolor」によって特定される色に対する現在の平均値を最も近い安全な範囲内に移動するために必要な値に等しくセットする。その値は整数値である必要はなく、負の値であってもよいことに留意されたい。工程363のテスト結果がNOの場合、すなわち、「watermarkcolor」によって特定される色に対する現在の平均値が既に安全な範囲内に含まれることが示された場合、制御は工程367に進み、そこで「changevalue」の値が0に等しくセットされる。

【0089】

工程361のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックに刻印されるべき電子透かしデータのビットが、変数「watermarkcolor」によって特定されるクロミナンス部分の平均値に対して現在特定されているビット位置と同じでないことが示され、したがって、電子透かしデータを適切に伝えるために当該ビットの値がその補数値に変更されなければならないことが示された場合、制御は工程369に進み、そこで現在のビット位置に対する最も近い安全な範囲が、「watermarkcolor」によって特定される色の現在の平均値より大きいか小さいかを判定するためにテストする。工程369のテスト結果が「大きい」の場合、すなわち、現在のビット位置に対する最も近い安全な範囲の値が、「watermarkcolor」によって特定される色の現在の平均値より大きいことが示された場合、制御は工程371に進み、そこで変数「changevalue」の値が、結果的に得られる値が、より大きな値を有する隣接の安全な範囲内に含まれるように、平均値に加算される最小値に等しくセットされる。この値は整数値である必要はないことに留意されたい。工程369のテスト結果が「小さい」の場合、すなわち、現在のビット位置に対する最も近い安全な範囲の値が、「watermarkcolor」によって特定される色の現在の平均値より小さいことが示された場合、制御は工程373に進み、そこで変数「changevalue」の値が、平均値に加算された場合に、より小さな値を有する隣接の安全な範囲内に含まれる値になる、最小の負の値に等しくセットされる。ここでもまた、この値は整数値である必要はなく、負の値であってもよいことに留意されたい。

【0090】

工程365、367、371、または373が終結する際、制御は工程375に進み、そこでピクセルに加算される合計は、ブロックあたりのピクセル数と「changevalue」の値の積に等しくセットされる。結果的に得られる積の値が整数でない場合、その値は切り捨てにより丸められる。この丸めは、工程365、371、および373と合わせて実行することができる。ここで、負の値が加算された場合、当該値の整数部分をとることによって丸めは切り捨てとなり、正の値が加算された場合、次の整数値に向けて丸めは切り上げとなる。

【0091】

処理は、次に、ブロック・レベル単位からブロック内のピクセル・レベル単位に変更さ

10

20

30

40

50

れる。工程 377 で、ブロックの第 1 のピクセルが指し示される。その後、条件分岐点 379 は、現在のピクセルに電子透かしを入れるべきか否かを、その色に基づいて判定するためにテストする。これは、電子透かしを入れるのに適した当該ピクセルのクロミナンス成分が、ブロック全体に対して工程 307 で選択された色と同じか否かを判定するためにテストすることにより行われる。工程 379 のテスト結果が YES の場合、すなわち、当該ピクセルが電子透かしされるべきであることが示された場合、制御は工程 381 に進み、そこでピクセルに対する輝度変動と、現時点で当該ブロックのピクセルに加算される合計値に基づいて、ある値が現在のピクセルに加算される。

#### 【0092】

より具体的には、可視的な人為的誤りをもたらさずにピクセルに加算することのできる最大値が、輝度の変動に従って決定される。輝度の変動が大きいほど、加算できる値は、規定の最大値まで増加する。この値は正でも負でもよいことに留意されたい。次いで、ピクセルに加算されるべき合計が正の値である場合は、この値がピクセルに加算され、ピクセルに加算されるべき合計が負の値である場合は、この値がピクセルから減算される。しかし、ピクセル単位の処理が進むと、加算または減算される値の現在の合計が、ピクセルに加算されるべき合計から減算される。現在のピクセルに加算されるべき値により、ピクセル群に加算されるべき合計と現在の合計の間に 0 を挟んで違いが生じる場合、その値は、現在の合計が丁度 0 に等しくなるように調整される。

#### 【0093】

工程 379 のテスト結果が NO の場合、または工程 381 の完了後、制御は条件分岐点 383 に進み、そこで現在のピクセルが当該ブロックの最後のピクセルか否かを判定するためにテストする。工程 383 のテスト結果が NO の場合、制御は工程 385 に進み、そこで、当該ブロックのピクセルに加算されるべき合計は加算済みか否か、すなわち、当該ブロックのピクセルに加算されるべき合計に等しい現在の合計か否かを判定するためにテストする。工程 385 のテスト結果が NO の場合、すなわち、当該ブロックのピクセルにさらに加算される必要があることが示された場合、制御は工程 387 に進み、そこで当該ブロックの次のピクセルを指し示す。次いで制御は工程 379 に戻り、処理は上記で説明したように継続する。

#### 【0094】

工程 383 または 385 のテスト結果が YES の場合、すなわち、当該ブロックのすべてのピクセルが処理済みか、または加算される必要のある合計すべてが加算済みであることが示された場合、制御は工程 389 に進み、処理は終了する。

#### 【0095】

図 4A および 4B は、図 4 に示すように組み合わせた場合、本発明の原理によって、ビデオ信号の電子透かし信号を構成する追加情報がクロミナンス成分に刻印された、デジタルに電子透かしの入ったビデオ信号から追加情報を抽出するための処理例を示す。このような処理は、色選択 207、二極形の双投形スイッチ 209、ブロック変動計算 211、ブロック・インテグレーター V 213、ブロック・インテグレーター U 215、およびビット選択 217 (図 2) の全体にわたり、図 2 に示す実施形態のような本発明の実施形態例によって実施することができる。

#### 【0096】

この処理は、受け取ったデシメート済みフレームの新しいブロックが処理される工程 401 (図 4) から開始する。教育的目的のために、本明細書では、1 ブロックのすべてのピクセルが、次のブロックのピクセルが処理される前に処理されるように、ブロックでグループ化した図 4 の処理による処理のためにピクセルが供給されることに留意されたい。しかし、実際のシステムを設計する際、当業者は、ブロックを効果的に個別処理するために、ピクセルを、それらピクセルがスキャンされるのと同じ順序で処理することができ、適切なメモリ位置および制御構造を使用できることを容易に理解するだろう。

#### 【0097】

図 4 の処理の部分は、ブロック単位を基礎として行われ、一部はピクセル単位を基礎と

10

20

30

40

50

して行われる。1つのフレームの複数のブロックは、2次元ポインターp、qを使用して索引付けされる。ここで、pは、処理中のフレームの特定の横スライスを指し示し、qは、当該フレームの特定の列、すなわち縦スライスを指し示す。例えば、720×480の解像度の場合、pは1と30の範囲にあり、qは1から45の範囲にある。同様に、各ブロックのピクセルは、2次元ポインターi、jを使用して索引付けされる。ここで、iは、処理中のブロック内の特定行を指し示し、jは、処理中のブロック内の特定列を指し示す。例えば、元のビデオの各マクロブロックにY、U、およびVの対応する8×8ブロックしかない場合、データを刻印するために利用される特定処理モードでは、iとjはどちらも0と7の範囲にある。

【0098】

10

工程401で処理が開始された後、同処理に使用されるいくつかの変数は、例えばcountU(p, q) = 0、countV(p, q) = 0、sumU(p, q) = 0、sumV(p, q) = 0、およびvar(p, q) = 0のように、工程403で初期設定される。countUおよびcountVは、色選択処理によりそれぞれUおよびVとして選択されたブロック内のピクセルの現在の合計数であり、sumUおよびsumVは、当該ブロックのすべてのピクセルに対する、それぞれUおよびVの現在の合計数である。当該ブロックに対して、iとjはどちらも、例えばi = 0、j = 0のように、処理されるべきブロックの第1のピクセルを指し示すようセットされる。ブロックごとに、var(p, q)は当該ブロック内の各ピクセルに対する輝度の変動の合計を表すが、これは当然ながら、当該ブロックに対する輝度の平均変動に比例する。

20

【0099】

その後、工程405で、現在処理中のブロックのピクセルを現在指し示している、Y値、U値、およびV値が得られる。例えば、

【数2】

$$Y_{(i,j)}^{(p,q)}, U_{(i,j)}^{(p,q)}, \text{ and } V_{(i,j)}^{(p,q)}$$

の値が得られる。UおよびVの現在の値は、工程407のsumUおよびsumVのそれぞれの現在の値に加算される。工程407でも、現在のピクセルに対する輝度の変動をvar(p, q)の現在の合計に加算することによって、輝度の変動var(p, q)は更新される。本発明の一実施形態では、現在のピクセルに対する輝度の変動は、現在のピクセルとそれに最も近いピクセルのすべての間の輝度の差の絶対値をとることにより、演算することができる。数学上、最も近いピクセルのすべてが同じブロック内にある場合、これは次のように表記される。

【数3】

30

$$\begin{aligned} \text{var}(p, q) = & \text{var}(p, q) + (|Y_{(i,j)}^{(p,q)} - Y_{(i-1,j-1)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - Y_{(i-1,j)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - Y_{(i,j-1)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - \\ & Y_{(i,j)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - Y_{(i+1,j+1)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - Y_{(i+1,j)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - Y_{(i,j+1)}^{(p,q)}| + |Y_{(i,j)}^{(p,q)} - \\ & Y_{(i+1,j-1)}^{(p,q)}|). \end{aligned}$$

40

【0100】

当業者は、最も近いピクセルが別のブロックにあるようなピクセルに対しても、上記の説明を容易に適用することができよう。さらに、フレームの境界線に近いブロック、すなわち最も近いピクセルのないブロック、または最も近いピクセルが、表示されていないブロックの一部であるブロックに関しては、そのようなピクセルの値を0と見なすことができる。

【0101】

本発明の別の態様によれば、最も近いピクセルのすべてを考慮する必要はなく、それで

50

も十分に高品質の結果を達成することができる。より具体的には、演算時間は、現在のピクセルを囲む長方形の隅の4つのピクセルと、現在のピクセルと縦または横のラインを形成する、2つの他のピクセル、例えば、現在のピクセルの横のライン上にある2つのピクセルと差を取ることのように低減すると有利である。しかし、デコーダーは、エンコーダーで利用された同じ処理と一致すべきである。

#### 【0102】

制御は、条件分岐点409に進み、そこで、UとVのどちらに追加データが刻印された可能性があるかを判定するためにテストする。この判定の詳細は、以下でさらに説明する。工程409のテスト結果がUの場合、すなわち、追加データが、現在のピクセルに対してUに刻印された可能性が最も高いことが示された場合、制御は工程411に進み、そこでcountUが増分される。次いで制御は工程413に進む。工程409のテスト結果がVの場合、すなわち、追加データが、現在のピクセルに対してVに刻印された可能性が最も高いことが示された場合、制御は工程415に進み、そこでcountVが増分される。次いで制御は工程413に進む。

10

#### 【0103】

本発明のいくつかの実施形態では、条件分岐点409は、ピクセルにデータがまったく刻印されなかった、すなわち、UにもVにも刻印されなかった可能性があることを示す、さらに別の結果のある、スリーウェイ・テストであってもよい。このような結果の場合、制御は単に工程413に直接進む。

20

#### 【0104】

条件分岐点413は、現在のピクセルが現在のブロックの最後のピクセルか否かを判定するためにテストする。工程413のテスト結果がNOの場合、すなわち、未処理の現在のブロックにさらにピクセルが残っていることが示された場合、制御は工程417に進み、そこで、次の「今のところ未処理の」ピクセルを指し示すようiとjの値が調整される。次いで制御は工程405に進み、そこで処理は上記のように継続する。工程413のテスト結果がYESの場合、すなわち、現在のブロックのすべてのピクセルが処理済みであることが示された場合、制御は工程419に進み、そこで、当該ブロックに対してデシメートされた輝度の変動が計算される。すなわち、8×8のYブロックの変動が計算される。

30

#### 【0105】

次いで制御は条件分岐点421に進み、そこで、現在のブロックに対してcountV > countUか否かを判定するためにテストする。工程421のテスト結果が、countVがcountUよりも大きい場合、制御は条件分岐点423に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、最大V閾値である、第1の規定された閾値t1vよりも大きいか否かを判定するためにテストする。t1vの値の例は600である。

#### 【0106】

本発明の他の実施形態では、様々な比較のために当該ブロック全体にわたる平均Y変動を使用する代わりに、当該ブロック全体にわたる平均U変動または平均V変動を計算して、例えば数値の大きい方を利用することができる。

40

#### 【0107】

工程423のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の整数部分の5番目の最下位ビット、例えば、int[sumV(p, q) / (ブロックあたりピクセル数)]の値、例えばint[sumV(p, q) / 64]、に対してデータが符号化された可能性があるほど、変動が大きいことが示された場合、制御は工程425に進み、そこで変数mは5に等しくセットされる。次いで制御は工程427に進み、そこで当該ブロックのピクセルのV値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

#### 【0108】

本明細書の丸め用の整数関数intを使用する代わりに、例えば、常に最も近い整数値

50

に切り上げるか、丸めるなど、整数値を達成するために丸めのいかなる他の形式でも利用することができることに留意されたい。

【0109】

工程423のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の整数部分の5番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほどには変動が大きくないことが示された場合、制御は条件分岐点429に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、2番目の最大V閾値である、第2の規定された閾値t2vより大きいか否かを判定するようテストする。t2vの値の例は15である。

【0110】

工程429のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の整数部分の4番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほど変動が大きいことが示された場合、制御は工程431に進み、そこで変数mが4に等しくセットされる。次いで制御は工程427に進み、そこで当該ブロックのピクセルのV値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

【0111】

工程429のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の整数部分の4番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほどには、変動が大きくないことが示された場合、制御は条件分岐点433に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、最小V閾値である、第3の規定された閾値t3vより大きいか否かを判定するようテストする。t3vの値の例は7である。

【0112】

工程433のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の整数部分の3番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほど、変動が大きいことが示された場合、制御は工程435に進み、そこで変数mは3に等しくセットされる。次いで制御は工程427に進み、そこで当該ブロックのピクセル全体にわたるV値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

【0113】

工程433のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのV値の平均の整数部分の2番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性を示すに十分なだけ、変動が大きいことが示された場合、制御は工程437に進み、そこで変数mは2に等しくセットされる。次いで制御は工程427に進み、そこで当該ブロックのピクセルのV値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

【0114】

工程421のテスト結果が、countUがcountVより大きい場合、制御は条件分岐点445に進み、そこで、当該ブロック全体にわたる平均Y変動var(p, q)が、最大U閾値である、第1の規定された閾値t1uより大きいか否かを判定するためにテストする。t1uの値の例は600である。

【0115】

工程445のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのU値の平均の整数部分の5番目の最下位ビット、例えば、int[sumU(p, q) / (ブロックあたりピクセル数)]の値、例えばint[sumU(p, q) / 64]、に対してデータが符号化された可能性があるほど、変動が大きいことが示された場合、制御は工程445に進み、そこで変数mは5に等しくセットされる。次いで制御は工程447に進み、そこで当該ブロックのピクセル全体にわたるU値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

10

20

30

40

50

## 【0116】

工程445のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのU値の平均の整数部分の5番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほどには変動が大きくなことが示された場合、制御は条件分岐点449に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、2番目の最大U閾値である、第2の規定された閾値t2uより大きいか否かを判定するためにテストする。t2uの値の例は15である。

## 【0117】

工程449のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのU値の平均の整数部分の4番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほど変動が大きいことが示された場合、制御は工程451に進み、そこで変数mは4に等しくセットされる。次いで制御は工程447に進み、そこで当該ブロックのピクセルのU値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。処理は工程459で終了する。

10

## 【0118】

工程449のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのU値の平均の整数部分の4番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほどには変動が大きくなことが示された場合、制御は条件分岐点453に進み、そこで当該ブロック全体にわたる平均Y変動であるvar(p, q)が、最小U閾値である、第3の規定された閾値t3uより大きいか否かを判定するためにテストする。t3uの値の例は7である。

20

## 【0119】

工程453のテスト結果がYESの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのU値の平均の整数部分の3番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があるほど、変動が大きいことが示された場合、制御は工程455に進み、そこで変数mは3に等しくセットされる。次いで制御は工程447に進み、そこで当該ブロックのピクセルのU値の平均のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

## 【0120】

工程453のテスト結果がNOの場合、すなわち、当該ブロックのピクセルのU値の平均の整数部分の2番目の最下位ビットに対してデータが符号化された可能性があることを示すのに十分なだけ、変動が大きいことが示された場合、制御は工程457に進み、そこで変数mは2に等しくセットされる。次いで制御は工程447に進み、そこで当該ブロックのピクセルのU値の平均値のm番目の最下位ビットの値が、当該ブロックに刻印された値として抽出される。次いで処理は、工程459で終了する。

30

## 【0121】

図3および4には、3つの閾値と4つのビット位置が示されているが、当業者ならば、閾値および符号化された値の他の数に、上記の方法を容易に適用することができることを容易に理解するだろうことに留意されたい。

## 【0122】

同様に、ビデオ信号の各フレームまたはフィールドのすべてのブロックに、追加情報を刻印する必要はない。

40

## 【0123】

図6は、本発明の原理によって、あるピクセルに対する電子透かし情報を含めるにはどの特定のクロミナンス部分がより適しており、選択されるべきかを特定するための処理例を示す。この処理は、電子透かし情報を含めるためにクロミナンス部分を選択することが必須の場合に、工程601で開始する。図6を説明するために、ピクセルはYUV形式で表されるものと想定する。さらに、好適には、元のビデオが4-4-4表現である場合、元のビデオのそれぞれの元の2×2の輝度ブロックに対して、クロミナンス成分ごとに、すなわちそれぞれの対応するU値とV値の各対に対して、Y値は1つであるべきことに留

50

意されたい。この目的のために、元のブロックのY値は、UおよびVと同じ解像度を有するようにダウンサンプルすることができる。あるいは、特定のU値とV値に関連付けられた、Y値の平均、または何らかの他の組合せを、図6の処理について演算し、Y値として使用することができる。

【0124】

概念上、本発明の原理によって、可能なピクセル位置に対応する3次元YUV色空間の各位置は、ピクセルのY値、U値、およびV値が取ることのできるフルレンジが与えられた場合、例えば、より適しており、選択されるべき経験的観察に基づいて、そのようなY値、U値、およびV値を有するピクセルに関してクロミナンス部分に割り当てられる。Y、U、およびVのそれぞれが8ビットのフルレンジを有し、Y値、U値、およびV値の可能な組ごとにテーブル全体のバージョンが利用されるべき場合、選択されたクロミナンス部分を示す各位置に対して1ビットしか記憶されなかったとするならば、少なくとも16Mビットの情報を記憶する必要がある。単一ビットを使用すると、UとVのどちらも利用されるべきでないという指定ではなく、UまたはVの選択しか許可されないことに留意されたい。UとVのどちらも選択できないことが望まれる場合、32Mbitの情報は必須であろう。

【0125】

3次元YUV色空間内の可能なピクセルごとに選択されるべき、クロミナンス部分の割り当て例の一部の断面図を、図7に示す。図7は、教育目的でのみ、概念上の視覚的な一助として提供されるものであり、実際のデータを表すものでないことに留意されたい。

【0126】

記憶要件を低減するために、YUV色空間を一群の領域と見なすことができ、この場合、各領域は、Y値、U値、およびV値の少なくとも1組、通常は複数組に対応する位置、すなわち、少なくとも1つのピクセル、可能ならば多くのピクセルに対応する色空間の位置を含むものと定義される。ここで、各領域、したがって当該領域にマップする各ピクセルは、例えばY値、U値、およびV値の組が当該領域に含まれる、任意のピクセルに対して選択されるべき経験的観察に基づいて、クロミナンス部分に割り当てられる。複数の領域へのそのようなグループ化を参照する1つの方法は、線形であっても非線形であってよい量子化である。

【0127】

表1は、色空間選択表の一例に関するリストである。ここで、各領域は、4つのY値、4つのU値、4つのV値に対応しており、したがっていかなるピクセルに対しても8ビット値の64の可能な組合せに対応する。このような表を使用することにより、各位置につき1ビットしか記憶されないとするならば、記憶されるべき要求される情報は256Kbitに低減され、Y、Vは選択することができるが、UとVはどちらも選択することができないことが望まれるならば、512Kbitに低減される。表1は、ROM、RAM、ハードディスクまたはテープドライブのような磁気記憶装置、CD-ROMまたはDVD-ROMのような光記憶装置など、いかなるコンピュータ可読媒体にも記憶することができる。

【0128】

当業者は、8ビットのフルレンジを有するY、U、およびVのそれぞれに関する、表1で利用される値は、各10ビット値を右に2回シフトするなど、4で割ることにより10ビットのY値、U値、およびV値で使用するためにスケール変更することができることを、容易に理解するだろう。同様に、Y、U、およびVに使用される他のビット数も、同様に適合することができる。

【0129】

表1のデータを効果的に構成し、アクセスするために、同じU量子化値とV量子化値を有するが、異なる連続の量子化されたY値を有する8の隣接領域に対して、1はUを選択することを示し0はVを選択することを示す、指定されたUまたはV選択をグループ化して1バイトを形成するように構成される。したがって、U値およびV値のそれぞれにつき

10

20

30

40

50

8 バイトがあり、それぞれは、同じ U 量子化値と V 量子化値と、異なる量子化 Y 値を有する領域に対応する。

【 0 1 3 0 】

表 1 は、U 値に対応する最上位ビット、V 値に対応する次の最下位ビット、および Y 値に対応する最下位ビットを有するアドレスを使用してアドレス指定されるよう構成される。すなわち、バイトのアドレスは、次のように形成することができる。

U 7 | U 6 | U 5 | U 4 | U 3 | U 2 | V 7 | V 6 | V 5 | V 4 | V 3 | V 2 | Y 7 |  
Y 6 | Y 5

ここで、U 7、U 6、U 5、U 4、U 3、および U 2 は、ピクセル U 値の 8 番目から 3 番目の最下位ビットの値であり、V 7、V 6、V 5、V 4、V 3、および V 2 は、ピクセル V 値の 8 番目から 3 番目の最下位ビットの値であり、Y 7、Y 6、および Y 5 は、ピクセル Y 値の 8 番目から 6 番目の最下位ビットの値である。この場合、バイト内の特定ビットが、Y 4、Y 3、および Y 2 など、Y 成分の 5 番目から 2 番目の最下位ビットを使用して指定される。

【 0 1 3 1 】

表 1 のような表は、人間の視覚システムが、a) 青には感度が低く、b) 低輝度値には感度が高いことを反映している。このような表は、一般的には以下のように試行錯誤により展開することができる。

【 0 1 3 2 】

色空間はセクションで検査される。各セクションは、輝度値で定義され、最大値と最小値の間で変化する第 1 のクロミナンス部分に対応する 1 次元と、最大値と最小値の間で変化する第 2 のクロミナンス部分に対応する 2 次元の範囲にある。輝度部分とクロミナンス部分のどれでも、またはすべては、例えば 8 ビット値の 6 つの最上位ビットを使用して、量子化することができる。これを行うことにより、クロミナンス部分値のチェックボードを有する一組の平面が作成される。これは、異なる色のブロックとして表示される場合、輝度値ごとに 1 つの平面が表示される。例えば、輝度および両方のクロミナンス部分に対する 8 ビットの 6 つの最上位ビットを使用するために量子化することにより、それぞれの可能な量子化された輝度値に対応する 64 の平面が生じる。各平面は、平面あたり合計 4096 ボックスのための縦 64 ボックスと横 64 ボックスの、色付きボックスのチェックボード・パターンを有する。

【 0 1 3 3 】

各平面は別々に検査される。無作為データは、時間と共にフレームの同様に配置されたブロックに異なる値を有することになり、ちらつきがある場合に、観察者がそのちらつきを検出することを確実にするために十分なフレーム数に対して展開される。30 秒以上は価値があることが証明されている。無作為データが、平面を含むフレームに刻印される。この場合、これは、例えば、電子透かしを達成するために図 1 のシステムと図 3 の処理を使用するが、色選択が第 1 のクロミナンス部分になることを強制して、複数のクロミナンス部分の最初のクロミナンス部分にのみ刻印される。結果的に得られるフレームの電子透かしの入ったバージョンが表示され、観察される。

【 0 1 3 4 】

ちらつきが観察されないブロックはどれでも、表で、その輝度部分とクロミナンス部分の組合せが、その組合せに対する選択されたクロミナンス部分として、電子透かしデータを現在伝えているクロミナンス部分を利用すべきであることが示される。ちらつきが観察されるブロックはどれでも、表で、その輝度部分とクロミナンス部分の組合せが、その組合せに対する選択されたクロミナンス部分として、電子透かしデータを現在伝えていないクロミナンス部分を利用すべきであることが示される。この処理は、その平面に対して反復されるが、電子透かしの入ったクロミナンス部分を変更する。

【 0 1 3 5 】

起こりうるように、両方のクロミナンス部分に対してちらつきが発生する平面のどのブロックに対しても、実施者は、どのクロミナンス部分を選択すべきかを選ぶことができる

10

20

30

40

50

。例えば、人間の視覚システムは、一般に、青に対して感度が低いので、Uが選ばれる可能性がある。あるいは、結果的に得られた表のよりよいデータ圧縮を提供するクロミナンス部分を利用することができる。同様に、どのブロックにもちらつきがない場合、利用すべきクロミナンス部分の選択は、実施者の裁量に任される。

【0136】

この処理は、表全体に値が代入されるまで、平面ごとに反復される。

【表 1 - 1】

【表 1 - 2】

【表 1 - 3】

10

20

30

40

【表 1 - 4】

10

20

30

40

【表 1 - 5】

6065 to 6080	255 255
6081 to 6096	255 255
6097 to 6112	255 255
6113 to 6128	255 255
6129 to 6144	255 255
6145 to 6160	0 0
6161 to 6176	0 0
6177 to 6192	0 0
6193 to 6208	0 0
6209 to 6224	0 0
6225 to 6240	0 0
6241 to 6256	0 0
6257 to 6272	0 0
6273 to 6288	0 0
6289 to 6304	0 0
6305 to 6320	0 0
6321 to 6336	0 0
6337 to 6352	0 0
6353 to 6368	0 0
6369 to 6384	0 0
6385 to 6400	0 0
6401 to 6416	0 48 224 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6417 to 6432	0 128 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6433 to 6448	0 252 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6449 to 6464	240 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6465 to 6480	255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6481 to 6496	255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6497 to 6512	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6513 to 6528	255 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6529 to 6544	255 255
6545 to 6560	255 255
6561 to 6576	255 255
6577 to 6592	255 255
6593 to 6608	255 255
6609 to 6624	255 255
6625 to 6640	255 255
6641 to 6656	255 255
6657 to 6672	0 0
6673 to 6688	0 0
6689 to 6704	0 0
6705 to 6720	0 0
6721 to 6736	0 0
6737 to 6752	0 0
6753 to 6768	0 0
6769 to 6784	0 0
6785 to 6800	0 0
6801 to 6816	0 0
6817 to 6832	0 0
6833 to 6848	0 0
6849 to 6864	0 0
6865 to 6880	0 0
6881 to 6896	0 0
6897 to 6912	0 0
6913 to 6928	0 96 128 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6929 to 6944	0 0 254 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6945 to 6960	0 248 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6961 to 6976	192 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6977 to 6992	255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
6993 to 7008	255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7009 to 7024	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7025 to 7040	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7041 to 7056	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7057 to 7072	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7073 to 7088	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7089 to 7104	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7105 to 7120	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7121 to 7136	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7137 to 7152	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7153 to 7168	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7169 to 7184	0 0
7185 to 7200	0 0
7201 to 7216	0 0
7217 to 7232	0 0
7233 to 7248	0 0
7249 to 7264	0 0
7265 to 7280	0 0
7281 to 7296	0 0
7297 to 7312	0 0
7313 to 7328	0 0
7329 to 7344	0 0
7345 to 7360	0 0
7361 to 7376	0 0
7377 to 7392	0 0
7393 to 7408	0 0
7409 to 7424	0 0
7425 to 7440	0 192 0 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7441 to 7456	0 0 248 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7457 to 7472	0 224 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7473 to 7488	128 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7489 to 7504	252 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7505 to 7520	255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7521 to 7536	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7537 to 7552	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7553 to 7568	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
7569 to 7584	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7585 to 7600	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
7601 to 7616	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255

10  
20  
30  
40

【表 1 - 6】

7617 to 7632	255 255
7633 to 7648	255 255
7649 to 7664	255 255
7665 to 7680	255 255
7681 to 7696	0 0
7697 to 7712	0 0
7713 to 7728	0 0
7729 to 7744	0 0
7745 to 7760	0 0
7761 to 7776	0 0
7777 to 7792	0 0
7793 to 7808	0 0
7809 to 7824	0 0
7825 to 7840	0 0
7841 to 7856	0 0
7857 to 7872	0 0
7873 to 7888	0 0
7889 to 7904	0 0
7905 to 7920	0 0
7921 to 7936	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0
7937 to 7952	0 192 0 12 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 129 31 0 0 0 0 0
7953 to 7968	0 4 224 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 252 63 0 0 0 0 0
7969 to 7984	0 128 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 240 255 255 0 0 0 0
7985 to 8000	0 254 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 192 255 255 255 1 0 0 0
8001 to 8016	240 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 254 255 255 255 7 0 0 0
8017 to 8032	255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 15 0 0 0
8033 to 8048	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 63 0 0 0
8049 to 8064	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 127 0 0 0
8065 to 8080	255 255 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 0 0 0
8081 to 8096	255 255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 3 0 0 0
8097 to 8112	255 255
8113 to 8128	255 255
8129 to 8144	255 255
8145 to 8160	255 255
8161 to 8176	255 255
8177 to 8192	255 255
8193 to 8208	0 0
8209 to 8224	0 0
8225 to 8240	0 0
8241 to 8256	0 0
8257 to 8272	0 0
8273 to 8288	0 0
8289 to 8304	0 0
8305 to 8320	0 0
8321 to 8336	0 0
8337 to 8352	0 0
8353 to 8368	0 0
8369 to 8384	0 0
8385 to 8400	0 0
8401 to 8416	0 0
8417 to 8432	0 0
8433 to 8448	0 0
8449 to 8464	0 128 1 16 0
8465 to 8480	0 0 192 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 240 127 0 0 0 0
8481 to 8496	0 0 254 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 192 255 255 3 0 0 0
8497 to 8512	0 248 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 3 0 0 0
8513 to 8528	224 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 240 255 255 7 0 0 0
8529 to 8544	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 15 0 0 0
8545 to 8560	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 63 0 0 0
8561 to 8576	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 127 0 0 0
8577 to 8592	255 255 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 1 0 0
8593 to 8608	255 255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 3 0 0
8609 to 8624	255 255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 255
8625 to 8640	255 255
8641 to 8656	255 255
8657 to 8672	255 255
8673 to 8688	255 255
8689 to 8704	255 255
8705 to 8720	0 0
8721 to 8736	0 0
8737 to 8752	0 0
8753 to 8768	0 0
8769 to 8784	0 0
8785 to 8800	0 0
8801 to 8816	0 0
8817 to 8832	0 0
8833 to 8848	0 0
8849 to 8864	0 0
8865 to 8880	0 0
8881 to 8896	0 0
8897 to 8912	0 0
8913 to 8928	0 0
8929 to 8944	0 0
8945 to 8960	0 0
8961 to 8976	0 0 0 1 0
8977 to 8992	0 0 0 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 224 127 0 0 0
8993 to 9008	0 0 252 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 252 255 255 3 0 0
9009 to 9024	0 224 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 7 0 0
9025 to 9040	128 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 240 255 255 255 31 0 0 0
9041 to 9056	252 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 31 0 0 0
9057 to 9072	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 63 0 0 0
9073 to 9088	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 0 0 0
9089 to 9104	255 255 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 1 0 0
9105 to 9120	255 255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 7 0 0
9121 to 9136	255 255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 15 0 0
9137 to 9152	255 255
9153 to 9168	255 255

10  
20  
30  
40

【表 1 - 7】

9169 to 9184	255 255
9185 to 9200	255 255
9201 to 9216	255 255
9217 to 9232	0 0
9233 to 9248	0 0
9249 to 9264	0 0
9265 to 9280	0 0
9281 to 9296	0 0
9297 to 9312	0 0
9313 to 9328	0 0
9329 to 9344	0 0
9345 to 9360	0 0
9361 to 9376	0 0
9377 to 9392	0 0
9393 to 9408	0 0
9409 to 9424	0 0
9425 to 9440	0 0
9441 to 9456	0 0
9457 to 9472	0 0
9473 to 9488	0 0 6 0
9489 to 9504	0 0 0 124 0
9505 to 9520	0 0 240 255 0
9521 to 9536	0 128 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9537 to 9552	0 254 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9553 to 9568	248 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9569 to 9584	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9585 to 9600	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9601 to 9616	255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9617 to 9632	255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9633 to 9648	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9649 to 9664	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
9665 to 9680	255 255
9681 to 9696	255 255
9697 to 9712	255 255
9713 to 9728	255 255
9729 to 9744	0 0
9745 to 9760	0 0
9761 to 9776	0 0
9777 to 9792	0 0
9793 to 9808	0 0
9809 to 9824	0 0
9825 to 9840	0 0
9841 to 9856	0 0
9857 to 9872	0 0
9873 to 9888	0 0
9889 to 9904	0 0
9905 to 9920	0 0
9921 to 9936	0 0
9937 to 9952	0 0
9953 to 9968	0 0
9969 to 9984	0 0
9985 to 10000	0 0 4 0
10001 to 10016	0 0 0 112 0
10017 to 10032	0 0 192 255 0
10033 to 10048	0 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10049 to 10064	0 248 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10065 to 10080	224 255 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10081 to 10096	255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10097 to 10112	255 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10113 to 10128	255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10129 to 10144	255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10145 to 10160	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10161 to 10176	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10177 to 10192	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10193 to 10208	255 255
10209 to 10224	255 255
10225 to 10240	255 255
10241 to 10256	0 0
10257 to 10272	0 0
10273 to 10288	0 0
10289 to 10304	0 0
10305 to 10320	0 0
10321 to 10336	0 0
10337 to 10352	0 0
10353 to 10368	0 0
10369 to 10384	0 0
10385 to 10400	0 0
10401 to 10416	0 0
10417 to 10432	0 0
10433 to 10448	0 0
10449 to 10464	0 0
10465 to 10480	0 0
10481 to 10496	0 0
10497 to 10512	0 0
10513 to 10528	0 0 96 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10529 to 10544	0 0 0 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10545 to 10560	0 0 252 255 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10561 to 10576	0 224 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10577 to 10592	128 255 255 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10593 to 10608	254 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10609 to 10624	255 255 255 255 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10625 to 10640	255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10641 to 10656	255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10657 to 10672	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10673 to 10688	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10689 to 10704	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10705 to 10720	255 255

10  
20  
30  
40

【表 1 - 8】

10721 to 10736	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
10737 to 10752	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10753 to 10768	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10769 to 10784	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10785 to 10800	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10801 to 10816	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10817 to 10832	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10833 to 10848	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10849 to 10864	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10865 to 10880	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10881 to 10896	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10897 to 10912	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10913 to 10928	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10929 to 10944	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10945 to 10960	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10961 to 10976	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10977 to 10992	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10993 to 11008	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11009 to 11024	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11025 to 11040	0 0 0 0 128 0 0 0 0 0 0 0 0 240 0 0 0 0
11041 to 11056	0 0 0 0 252 1 0 0 0 0 0 0 128 255 3 0 0 0
11057 to 11072	0 0 240 255 7 0 0 0 0 0 0 0 254 255 7 0 0 0
11073 to 11088	0 192 255 255 15 0 0 0 0 0 0 240 255 255 31 0 0 0
11089 to 11104	0 254 255 255 31 0 0 0 0 0 0 192 255 255 63 0 0 0
11105 to 11120	248 255 255 255 127 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 0 0 0
11121 to 11136	255 255 255 255 0 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 1 0 0 0
11137 to 11152	255 255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 3 0 0 0
11153 to 11168	255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 15 0 0 0
11169 to 11184	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 31 0 0 0
11185 to 11200	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 127 0 0 0
11201 to 11216	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 0 0 0
11217 to 11232	255 255 255 255 255 1 0 0 0 0 255 255 255 255 255 255 255 0 0 0
11233 to 11248	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 0 0
11249 to 11264	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 0 0
11265 to 11280	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11281 to 11296	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11297 to 11312	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11313 to 11328	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11329 to 11344	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11345 to 11360	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11361 to 11376	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11377 to 11392	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11393 to 11408	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11409 to 11424	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11425 to 11440	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11441 to 11456	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11457 to 11472	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11473 to 11488	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11489 to 11504	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11505 to 11520	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11521 to 11536	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11537 to 11552	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11553 to 11568	0 0 0 248 1 0 0 0 0 0 0 0 0 254 3 0 0 0
11569 to 11584	0 0 192 255 7 0 0 0 0 0 0 0 248 255 15 0 0 0
11585 to 11600	0 0 255 255 15 0 0 0 0 0 0 224 255 255 31 0 0 0
11601 to 11616	0 0 252 255 255 63 0 0 0 0 0 255 255 255 127 0 0 0
11617 to 11632	224 255 255 255 127 0 0 0 0 0 252 255 255 255 0 0 0
11633 to 11648	255 255 255 255 1 0 0 0 0 0 255 255 255 255 1 0 0 0
11649 to 11664	255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 255 255 255 255 7 0 0 0
11665 to 11680	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 255 255 255 255 15 0 0 0
11681 to 11696	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 255 255 255 255 63 0 0 0
11697 to 11712	255 255 255 255 63 0 0 0 0 0 255 255 255 255 127 0 0 0
11713 to 11728	255 255 255 255 255 0 0 0 0 0 255 255 255 255 1 0 0 0
11729 to 11744	255 255 255 255 255 1 0 0 0 0 255 255 255 255 3 0 0 0
11745 to 11760	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 0 0
11761 to 11776	255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 0 0 0
11777 to 11792	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11793 to 11808	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11809 to 11824	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11825 to 11840	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11841 to 11856	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11857 to 11872	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11873 to 11888	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11889 to 11904	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11905 to 11920	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11921 to 11936	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11937 to 11952	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11953 to 11968	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11969 to 11984	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
11985 to 12000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12001 to 12016	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12017 to 12032	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12033 to 12048	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12049 to 12064	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12065 to 12080	0 0 0 224 3 0 0 0 0 0 0 0 0 252 7 0 0 0
12081 to 12096	0 0 0 255 7 0 0 0 0 0 0 0 224 255 15 0 0 0
12097 to 12112	0 0 252 255 31 0 0 0 0 0 0 128 255 255 31 0 0 0
12113 to 12128	0 240 255 255 63 0 0 0 0 0 0 254 255 255 127 0 0 0
12129 to 12144	128 255 255 255 0 0 0 0 0 0 240 255 255 255 0 0 0
12145 to 12160	254 255 255 255 1 0 0 0 0 0 255 255 255 255 3 0 0 0
12161 to 12176	255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 255 255 255 255 7 0 0 0
12177 to 12192	255 255 255 255 15 0 0 0 0 0 255 255 255 255 31 0 0 0
12193 to 12208	255 255 255 255 31 0 0 0 0 0 255 255 255 255 63 0 0 0
12209 to 12224	255 255 255 255 127 0 0 0 0 0 255 255 255 255 127 0 0 0
12225 to 12240	255 255 255 255 255 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 1 0 0
12241 to 12256	255 255 255 255 255 3 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 3 0 0
12257 to 12272	255 255 255 255 255 7 0 0 0 0 0 255 255 255 255 255 15 0 0

10  
20  
30  
40

【表 1 - 9】

12273 to 12288	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
12289 to 12304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12305 to 12320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12321 to 12336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12337 to 12352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12353 to 12368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12369 to 12384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12385 to 12400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12401 to 12416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12417 to 12432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12433 to 12448	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12449 to 12464	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12465 to 12480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12481 to 12496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12497 to 12512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12513 to 12528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12529 to 12544	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12545 to 12560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12561 to 12576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12577 to 12592	0	0	0	128	3	0	0	0	0	0	0	240	7	0	0	0
12593 to 12608	0	0	0	254	15	0	0	0	0	0	192	255	15	0	0	0
12609 to 12624	0	0	240	255	31	0	0	0	0	0	254	255	63	0	0	0
12625 to 12640	0	192	255	255	63	0	0	0	0	248	255	255	127	0	0	0
12641 to 12656	0	255	255	255	255	0	0	0	0	192	255	255	255	1	0	0
12657 to 12672	0	248	255	255	255	1	0	0	0	255	255	255	255	3	0	0
12673 to 12688	0	255	255	255	255	7	0	0	0	255	255	255	255	15	0	0
12689 to 12704	0	255	255	255	255	15	0	0	0	255	255	255	255	31	0	0
12705 to 12720	0	255	255	255	255	63	0	0	0	255	255	255	255	63	0	0
12721 to 12736	0	255	255	255	255	127	0	0	0	255	255	255	255	255	0	0
12737 to 12752	0	255	255	255	255	255	1	0	0	255	255	255	255	255	1	0
12753 to 12768	0	255	255	255	255	255	3	0	0	255	255	255	255	255	7	0
12769 to 12784	0	255	255	255	255	255	7	0	0	255	255	255	255	255	15	0
12785 to 12800	0	255	255	255	255	255	31	0	0	255	255	255	255	255	255	255
12801 to 12816	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12817 to 12832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12833 to 12848	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12849 to 12864	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12865 to 12880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12881 to 12896	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12897 to 12912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12913 to 12928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12929 to 12944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12945 to 12960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12961 to 12976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12977 to 12992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12993 to 13008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13009 to 13024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13025 to 13040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13041 to 13056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13057 to 13072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13073 to 13088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13089 to 13104	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	192	7	0	0
13105 to 13120	0	0	0	248	15	0	0	0	0	0	0	255	31	0	0	0
13121 to 13136	0	0	224	255	31	0	0	0	0	0	248	255	63	0	0	0
13137 to 13152	0	0	255	255	127	0	0	0	0	224	255	255	255	0	0	0
13153 to 13168	0	252	255	255	255	0	0	0	0	128	255	255	255	1	0	0
13169 to 13184	0	224	255	255	255	3	0	0	0	252	255	255	255	3	0	0
13185 to 13200	0	255	255	255	255	7	0	0	0	255	255	255	255	15	0	0
13201 to 13216	0	255	255	255	255	31	0	0	0	255	255	255	255	31	0	0
13217 to 13232	0	255	255	255	255	63	0	0	0	255	255	255	255	127	0	0
13233 to 13248	0	255	255	255	255	127	0	0	0	255	255	255	255	255	0	0
13249 to 13264	0	255	255	255	255	255	1	0	0	255	255	255	255	255	3	0
13265 to 13280	0	255	255	255	255	255	3	0	0	255	255	255	255	255	7	0
13281 to 13296	0	255	255	255	255	255	15	0	0	255	255	255	255	255	15	0
13297 to 13312	0	255	255	255	255	255	31	0	0	255	255	255	255	255	63	0
13313 to 13328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13329 to 13344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13345 to 13360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13361 to 13376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13377 to 13392	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13393 to 13408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13409 to 13424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13425 to 13440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13441 to 13456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13457 to 13472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13473 to 13488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13489 to 13504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13505 to 13520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13521 to 13536	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13537 to 13552	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13553 to 13568	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13569 to 13584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13585 to 13600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13601 to 13616	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	15	0
13617 to 13632	0	0	0	224	15	0	0	0	0	0	0	0	252	31	0	0
13633 to 13648	0	0	0	128	255	63	0	0	0	0	0	0	240	255	63	0
13649 to 13664	0	0	0	252	255	127	0	0	0	0	0	0	128	255	255	0
13665 to 13680	0	0	240	255	255	1	0	0	0	0	254	255	255	255	1	0
13681 to 13696	0	192	255	255	255	255	3	0	0	0	240	255	255	255	7	0
13697 to 13712	0	254	255	255	255	255	7	0	0	0	255	255	255	255	15	0
13713 to 13728	0	255	255	255	255	255	31	0	0	0	255	255	255	255	63	0
13729 to 13744	0	255	255	255	255	255	63	0	0	0	255	255	255	255	127	0
13745 to 13760	0	255	255	255	255	255	255	0	0	0	255	255	255	255	255	1
13761 to 13776	0	255	255	255	255	255	1	0	0	0	255	255	255	255	255	3
13777 to 13792	0	255	255	255	255	255	7	0	0	0	255	255	255	255	255	7
13793 to 13808	0	255	255	255	255	255	15	0	0	0	255	255	255	255	255	31
13809 to 13824	0	255	255	255	255	255	63	0	0	0						

10

20

30

40

【表 1 - 10】

10

20

30

40

【表 1 - 1 1】

【 0 1 3 7 】

工程 603 は、そのように構成される場合、情報にアクセスする処理を開始する。より具体的には、工程 603 で、

【数4】

$$y_{(i,j)}^{(p,q)} = Y_{(i,j)}^{(p,q)} >> 5$$

$$u_{(i,j)}^{(p,q)} = U_{(i,j)}^{(p,q)} \gg 2$$

and

$$v_{(i,j)}^{(p,q)} = V_{(i,j)}^{(p,q)} >> 2$$

が計算される。上式では、上記で説明したように、 $p$  は、処理中のフレームの特定の横スライスを指し示し、 $q$  は、当該フレームの特定の列、すなわち縦スライスを指し示し、 $i$  は、処理中のブロック内の特定の行を指し示し、 $j$  は、処理中のブロック内の特定の列を指し示し、「 $>>$ 」は右シフト動作である。これを行うことにより、所望の、ピクセル

値の 8 番目から 3 番目の最下位ビットと、ピクセル V 値の 8 番目から 3 番目の最下位ビットと、ピクセル Y 値の 8 番目から 6 番目の最下位ビットだけが残る。その後、工程 605 で、現在のピクセルに対する参照テーブルのアドレスは、次のように計算される。

【数 5】

$$LUT\_Adress_{(i,j)}^{(p,q)} = u_{(i,j)}^{(p,q)} \ll 9 + v_{(i,j)}^{(p,q)} \ll 3 + y_{(i,j)}^{(p,q)}$$

ここで、「 $\ll$ 」は左シフト動作である。

【0138】

これを行うことにより、抽出したビットは、組み合わされたアドレスに組み合わされ、当該ピクセルに対応する 1 つのバイトが指示される。その後、工程 607 で、ピクセルに対応するバイト内の特定ビットが、Y 成分の 2 番目から 5 番目の最下位ビットから構成された値をバイトへの索引として使用して特定される。この目的のために、工程 607 は、次の計算をする。

【数 6】

$$b = \text{mod}(Y_{(i,j)}^{(p,q)} \ll 2, 8)$$

上式で、 $\text{mod}$  はモジュロ関数である。

【0139】

工程 609 で、計算された参照テーブル・アドレスのバイトの b 番目の位置の値が抽出され、出力として供給される変数 m の値として割り当てられる。ここでもまた、この実施形態では、抽出したビットが 1 の場合、U は選択されたクロミナンス部分であり、抽出したビットが 0 の場合、V は選択されたクロミナンス部分である。

【0140】

次いで処理は工程 611 で終了する。

【0141】

当業者には、上記の説明を、RGB または YIQ など、他の形式のピクセルに適用する方法を容易に理解するだろう。

【0142】

テーブルのハフマン符号化が望まれる場合、経験上分かるように、U がピクセルの組合せの大部分に選択されるとするならば、選択 U が 1 であり、選択 V が 0 であるという上記の対応関係を逆転させると有利な場合があることに留意されたい。

【0143】

図 8 は、本発明の原理によって、あるピクセルに対する電子透かし情報を含めるために、特定のクロミナンス部分を選択する、別の処理例を示す。この処理は、電子透かし情報を含めるのに適したクロミナンス部分を選択することが必須の場合、工程 801 で開始される。図 6 と同様、図 8 を説明するために、ピクセルは YUV 形式で表されるものと想定する。さらに、元のビデオが 4-4-4 表現である場合、好適には、元のビデオの元のそれぞれ  $2 \times 2$  輝度ブロックに対して、各クロミナンス成分、すなわち、それぞれの対応する U 値と V 値の各対に対して Y 値は 1 つであるべきことに留意されたい。この目的のために、元のブロックの Y 値を、U および V と同じ解像度を有するようにダウンサンプルすることができる。あるいは、特定の U 値および V 値に関連付けられた、Y 値の平均または何らかの他の組合せを演算して、図 8 の処理用の Y 値として使用することができる。

【0144】

本発明の一態様によって、図 6 の実施形態と比較して図 8 の実施形態の記憶要件をさらに低減するために、図 6 に関して説明したように、それぞれが Y 値、U 値、および V 値の少なくとも 1 つの組に対応する位置を含み、例えば経験的観察に基づいて、Y 値、U 値、および V 値が当該領域に含まれるいかなるピクセルに対しても選択されるべき、クロミナンス部分にそれぞれが割り当てられた、複数の領域に YUV 色空間が分割されるだけでなく、最大値の 2 分の 1 など、規定値より低い U 値を有するピクセルはどれでも、電子透かし

10

20

30

40

50

し用に選択された U クロミナンス部分を有する。したがって、8 ビットの Y 値、U 値、および V 値の場合、U の値が 128 より低い場合、U クロミナンス部分は常に、V または Y の値にかかわらず電子透かし用に選択される。これは、人間の視覚システムが、V 成分よりも、青の成分 U に対する感度が低いからである。

【 0 1 4 5 】

本発明の一態様によって、クロミナンス部分選択表の最上位ビットをアドレスの U 値導出ビットに対応させることにより、表のサイズを 2 分の 1 まで縮小することができる。これは、表アドレスを形成する前に、最大値の 2 分の 1 よりも U 値が低いか否かを判定するためのテストを追加し、そのテスト結果が YES の場合、すなわち単に U クロミナンス部分を選択し、表にアクセスする残りの処理を省略し、アドレスの U 値導出ビットを計算する前に、実際の U 値から最大 U 値の 2 分の 1 を減算することにより達成される。したがって、0 の最上位 U ビットに対応する図 6 に利用される表のセクションは除去され、最上位 U ビットが 1 の表の部分だけが保持される。しかし、表の残りの部分への索引付けは、U 値導出ビットを形成する前に、最大 U 値の 2 分の 1 を U 値から減算することによりシフトされる。

【 0 1 4 6 】

したがって、この表は、U 値に対応する最上位ビット、V 値に対応する次の最下位値、Y 値に対応する最下位値を有するアドレスを使用してアドレス指定されるように構成される。すなわち、バイトのアドレスは、次のように形成することができる。

U 6 | U 5 | U 4 | U 3 | U 2 | V 7 | V 6 | V 5 | V 4 | V 3 | V 2 | Y 7 | Y 6 |  
Y 5

ここで、U 6、U 5、U 4、U 3、および U 2 は、ピクセル U 値の 7 番目から 3 番目の最下位ビットの値であり、V 7、V 6、V 5、V 4、V 3、および V 2 は、ピクセル V 値の 8 番目から 3 番目の最下位ビットの値であり、Y 7、Y 6、および Y 5 は、ピクセル Y 値の 8 番目から 6 番目の最下位ビットの値である。この場合、バイト内の特定ビットが、Y 4、Y 3、および Y 2 など、Y 成分の 5 番目から 2 番目の最下位ビットを使用して指定される。

【 0 1 4 7 】

この目的のために、条件分岐点 8 0 2 は、

【 数 7 】

$$U_{(i,j)}^{(p,q)} < \text{predefined\_value}$$

である否かを判定するためにテストする。ここで、predefined\_value は、例えば、最大 U 値の 2 分の 1 である。1 ビットを節約するために、また表のサイズを半減させるために、predefined\_value は 2 の累乗であることが好ましいことに留意されたい。工程 8 0 2 のテスト結果が NO の場合、すなわち、U の値が、例えば 128 など、U の最大値の 2 分の 1 などの、規定値より低く、したがって、選択されるべきクロミナンス部分が Y、U、および V の関数であることが示される場合、表にアクセスする必要がある場合、制御は工程 8 0 3 に進み、そこで表にアクセスする処理を開始する。工程 8 0 3 では、

【 数 8 】

$$y_{(i,j)}^{(p,q)} = Y_{(i,j)}^{(p,q)} \gg 5$$

$$u_{(i,j)}^{(p,q)} = (U_{(i,j)}^{(p,q)} - \text{predefined value}) \gg 2, \text{ e.g., } u_{(i,j)}^{(p,q)} = (U_{(i,j)}^{(p,q)} - 128) \gg 2$$

and

$$v_{(i,j)}^{(p,q)} = V_{(i,j)}^{(p,q)} \gg 2$$

10

30

40

50

が計算される。上式では、上記で説明したように、pは、処理中のフレームの特定の横スライスを指し示し、qは、当該フレームの特定の列、すなわち縦スライスを指し示し、iは、処理中のブロック内の特定の行を指し示し、jは、処理中のブロック内の特定の列を指し示し、「>>」は右シフト動作である。これを行うことにより、所望の、ピクセルU値の7番目から3番目の最下位ビットと、ピクセルV値の8番目から3番目の最下位ビットと、ピクセルY値の8番目から6番目の最下位ビットだけが残る。その後、工程805で、現在のピクセルに対する参照テーブルのアドレスは、次のように計算される。

【数9】

$$LUT\_Address_{(i,j)}^{(p,q)} = u_{(i,j)}^{(p,q)} \ll 9 + v_{(i,j)}^{(p,q)} \ll 3 + y_{(i,j)}^{(p,q)}$$

10

ここで、「<<」は左シフト動作である。

【0148】

これを行うことにより、抽出したビットは、組み合わされたアドレスが組み合わされ、当該ピクセルに対応する1つのバイトが指し示される。その後、工程807で、ピクセルに対応するバイト内の特定ビットが、Y成分の5番目から2番目の最下位ビットから構成された値をバイトへの索引として使用して特定される。この目的のために、工程807は、次の計算をする。

【数10】

$$b = \text{mod}(Y_{(i,j)}^{(p,q)} \ll 2, 8)$$

20

上式で、modはモジュロ関数である。

【0149】

工程809で、計算された参照テーブル・アドレスのバイトのb番目のビット位置の値が抽出され、変数mに記憶される。変数mの値は、工程811で出力として供給される。ここでもまた、出力したビットが1の場合、Uは選択されたクロミナンス部分であり、抽出したビットが0の場合、Vは選択されたクロミナンス部分である。次いでこの処理は工程813で終了する。

【0150】

30

工程802のテスト結果がYESの場合、すなわち、ピクセルの色が本来は青でなく、したがって、ピクセルの青色を変更しても人間の視覚システムには検出されないという理由から、Uクロミナンス部を選択すべきであることが示された場合、制御は工程815に進み、そこで変数mは1に等しくセットされる。これを行うことにより、確実にUが選択される。次いで制御は工程811に進み、そこで処理は上記で説明したように継続する。

【0151】

ピクセルに対する特定のY値、U値、およびV値を使用する、色選択における上記の改善にもかかわらず、わずかに検出可能なちらつきが明らかになる可能性が依然としてあることは不利である。これは、MPEG様符号化に耐えるために、選択されたクロミナンス部分の平均値に大きな値を加算する必要がある場合があるからである。

40

【0152】

図9は、ブロックのクロミナンス部分の平均値にデータが刻印される前に、刻印されるべきデータを、少なくとも1回、好適には数回、複製することによってちらつきを低減することのできる、本発明の原理によって構成された送信器例を示す。元のデータと、それぞれの複製されたデータは、別個の連続したフレームの同じブロック位置で送信される。好適には、同じデータを伝える、ブロックを同様に配置させたフレームは、表示順で連続する。さらに、フレームの特定ブロックは、ユーザのデータを符号化するのではなく、特定の周知のデータ・シーケンス、例えばBarcodeシーケンスで埋め込むことができる。

【0153】

50

図9に示す本発明の実施形態は、図1の実施形態に類似している。図9のすべての同様に付番した要素は、図1と大体同じように動作する。図9には、図1の要素以外に、リピーター925と任意選択のシーケンス加算器927がある。さらに、図1のビット・マッパー123は、図9では、任意選択でビット・マッパー923に置き換えられる。ビット・マッパー123をビット・マッパー923に置き換えることは、ビット・マッパー923に関して以下で説明する追加機能が望まれる場合にのみ、必須である。

【0154】

リピーター925は、ロック・インターリーバー121または任意選択のシーケンス加算器927からビットを受け取る。リピーター925は、受け取ったビットを記憶し、それらを少なくとも2つのフレームの同様に配置されたロックに出力する。本発明の一実施形態では、リピーター925が、受け取ったビットを記憶し、それらを3つのフレームの同様に配置されたロックに対して出力する場合、良い結果が達成されることが判明している。当業者は、データが反復されるフレーム番号を選択することにより、電子透かしデータの所望のスループットで、認知されたちらつきをどれでもトレードオフすることができる。

【0155】

任意選択のシーケンス加算器927は、特定の周知のデータ・シーケンス、例えばBarke rシーケンスを、フレームの特定のロックに埋め込むが、そのデータ・シーケンスは、符号化されたユーザ・データの代わりである。データ・シーケンスが符号化される特定のロックを、フレームのロック全体に分散することができる。初期の、また反復されたデータ・フレームの各グループは、別の周知のシーケンスを利用することができる。これを行うことにより、受信器はフレームのグループ化を検出することができる。あるいは、グループごとに同じシーケンスを利用することができるが、当該シーケンスのために使用される特定フレームは、連続するグループに対して異なる場合がある。

【0156】

図10は、図9の送信器により作成されるような、電子透かしの入ったビデオ信号を受信する際に使用するための、本発明の原理によって構成された受信器の一実施形態を示す。図10の本発明のこの実施形態は、図2の実施形態に類似している。図10の同様に付番されたすべての要素は、図2と大体同様に動作する。図10には、図2の要素以外に、シーケンス・プロセッサ1025およびフレーム重み付けユニット1027が示されている。さらに、図2のチャンネル・デコーダー221は、図10では、任意選択でチャンネル・デコーダー1021に置き換えられる。

【0157】

図10に示すような受信器は、シーケンス・プロセッサ1025を使用してグループ同期化を検出することができる。これは、同期パターンとして利用される、連続するフレームのグループ長数の各フレームからグループ識別シーケンスの値を合計し、その結果が規定の閾値を超えるか否かを判定することにより実行することができる。閾値を超えている場合、予想される同期化パターン値が加算された第1のフレームを、当該グループの第1のフレームと想定する。閾値を超えていない場合、値が加算された第1のフレームは、グループの第1のフレームでないと想定する。これは、同期化パターンの自動自己相關を実行することに類似している。当業者には、誤ったマッチを回避し、また、誤りによる第1のフレームの消失に対処するための他の従来技術、例えばグループ同期化を宣言する前に最大値を検索するなどの技術が利用できることが理解されよう。

【0158】

有利には、受信器が正規のグループ・パターンを一度でも検出すると、何時でも、その受信器が、元のビデオ・シーケンスのフレームが除去済みであることを認識できる、パターンからの逸脱がある。このような情報を、シーケンス・プロセッサ1025により出力として供給することができる。

【0159】

例えば、ビデオ信号内の販売業者の様々なコマーシャルを監視することができる。販売

10

20

30

40

50

業者には、その業者のコマーシャルの各フレームに埋め込まれた一意のコードを割り当てることができる。受信器には、特定の一意のコードと、電子透かしを入れたフレーム内のどのブロックがそのコードを含むかが知らされる。電子透かしを入れたフレーム内のそのコードの表示を検出することにより、受信器は、そのフレームが、販売業者の複数のコマーシャルのうちの1つに属するものであると特定することができる。そのコードを有するフレームが一度検出されると、そのコードを組み込んだ連続するフレーム数を計数して、そのコマーシャルの長さを特定することができる。計数されたフレーム数が、元々電子透かしを入れた時のコマーシャルの周知の長さに基づいて予想されるフレーム数より少ない場合、予想されるフレーム数と計数されたフレーム数の差に対応するフレーム数を除去することにより、そのコマーシャルは不適切に短縮されたと仮定することができる。当業者には、誤ったマッチを回避し、また、誤りによる第1のフレームの消失に対処するための他の従来技術を利用することができるよう。

#### 【0160】

コマーシャル、またはコマーシャル内の数グループのフレームのそれぞれは、一意の識別子、例えば、フレームに関する識別可能なシーケンスの一部である、フレームまたはグループ番号で電子透かしを入れることができる。予想されたシーケンスに、1つまたは複数の消失したフレームによるギャップが検出された場合、各フレームが一意の識別子を有するならば、消失したフレームを具体的に特定することができる。識別子がグループにだけ割り当てられており、各グループのフレーム数が知られている場合、消失したフレームが属する特定のグループだけを、消失したフレームの計数に従って特定することができる。

#### 【0161】

上記で指摘したように、ちらつきを減らすためにデータの複製を利用することができるが、これを行うことにより、特定のフレームを識別できるのではなく、フレームが消失したグループを単に識別するよう、消失したフレームを検出する能力を制限することができる。したがって、電子透かしデータが一般に複製されるが、少なくとも1つの個別フレーム識別子を複製することはできない。そのような複製されていないフレームを含むブロックは、それらがちらつきの原因となったとしても、注目される可能性が最も低い場所、例えばフレームの隅などに置かれる。これを行うことにより、検出可能なちらつきを減らす利点の大部分が提供され、同時に、消失した特定の個別フレームの検出が可能となる。

#### 【0162】

販売業者が様々なコマーシャルを有する場合、そのコマーシャルのそれぞれは、受信中の当該販売業者の特定のコマーシャルを識別するために、さらなるシーケンスをその複数のフレームの少なくとも1つに埋め込むことができる。

#### 【0163】

複数の販売業者が電子透かしを入れたコマーシャルを有する場合、各販売業者に一意のコードが割り当たられる限り、第1の一意のコードを有する第1の販売業者のコマーシャルの出現を監視するシステムは、第2の一意のコードを有する第2の販売業者のコマーシャルを無視する。あるいは、単一システムは、それぞれに一意のコードを有する様々な販売業者からのコマーシャルの出現に関するビデオ信号を監視することができ、その結果は、それらコードに基づいて販売業者ごとに分離することができる。

#### 【0164】

複数の販売業者が電子透かしを入れたコマーシャルを有する、本発明の別の構成では、各販売業者は同じコードを利用するが、そのコードを、販売業者ごとにフレーム内の同じブロック位置に置くことさえできる。しかし、フレームに含まれるすべての後続データは、販売業者ごとに一意のキーを使用して暗号化され、各販売業者は自社用のキーしか知らない受信器を有する。したがって、各販売業者は、自社固有のコマーシャルからデータを解読し、受け取ることしかできない。別の構成では、各販売業者に対するデータは、フレームの複数のブロック全体にわたりデータをスクランブルすることにより暗号化することができる。各受信器は、それに関連付けられた販売業者に対するスクランブル・パターン

10

20

30

40

50

だけを知っている。

【0165】

コマーシャルの開始を示すコードの最初の出現を監視することは、連続して、またはコマーシャルの放送が予想される時間窓内で実行することができる。

【0166】

本発明の一態様により、一グループの複数のフレーム全体にわたり単にデータを反復し、次いでビット・マッパー123(図1)を使用するのではなく、ブロックのクロミナンス部分の平均値に加算される量は、当該ブロックの複雑さとそのブロックの予想される量子化レベルに依存するが、これを、ブロックの複雑さがフレームごとに対応する位置で同じ場合でさえ、一グループに対してフレームごとにわずかに変更することができる。行われた変更は、平均値内に電子透かしビットを置くために、平均に加算された値に関しては小さい。このような変更は、ビット・マッパー923(図9)により実行することができる。これにより、受信器でのデータの信頼性を向上させるために有利に利用することができる、追加符号化利得が提供される。しかし、これを行うことにより、低テクスチャ領域の視覚品質のわずかな低下が生じる場合がある。何故ならば、ブロック内の数ピクセルが、同じ位置のそれらピクセルの先行ピクセルと異なる値を有する場合があるからである。しかし、このような低下はピクセル・レベルなので、この低下は、通常は目立たない。

10

【0167】

一構成では、数グループの3つの時間的に連続したフレームが、同じ電子透かしデータを刻印して送信される。そのグループの中間フレームは、図3に関して上記で説明したように電子透かしが入れられる。この際、当該ブロックの選択されたクロミナンス部分の平均値に加算される量は、図3で決定された値から変更されることはない。

20

【0168】

このグループの時間的に最初のフレームも、図3に関して説明したように展開される、当該ブロックの選択されたクロミナンス部分の平均値に、ビット・マッパー923(図9)によって、加算されるべき演算された値、すなわち、オフセット・バイアスを有する。しかし、バイアス、例えば、平均値内に電子透かしビットを入れるために平均に加算される値の絶対値の、4分の1、または好適には2分の1が、電子透かしデータを伝えるために選択されたクロミナンス部分の演算された平均値にさらに加算される。したがって、例えば、平均値内に電子透かしビットを入れるために平均値に1つが加算される場合、平均値には2分の1が加算される。これは、1ブロックに64ピクセルある場合、当該ブロックのすべてのピクセルの選択されたクロミナンス部分の値の合計に32を加算すること言い換えられる。したがって、アナログ加算器133は、バイアスを加算していない場合よりも、高い値を受け取ることになる。同様に、別の実施例として、平均値内に電子透かしビットを入れるために平均値に-4が加算される場合、平均値に加算される値の絶対値の2分の1が利用されるならば、これは、1ブロックに64ピクセルある場合、当該ブロックのすべてのピクセルの選択されたクロミナンス部分の値の合計に128を加算すること言い換えられる。

30

【0169】

加算されるバイアス量、例えば32は、それらの輝度変動に基づいて、様々なピクセル全体に分散されることに留意されたい。また、このようなバイアスの加算は、それを安全な範囲に移動するために、平均に加算されるいかなる値とも無関係である。したがって、平均値は、安全な範囲から外れる可能性がある。しかし、安全な範囲外に移動することによって誤りが発生する可能性の増加は、バイアスを利用することによって生じる結果的に得られた符号化利得によるオフセットよりも大きい。

40

【0170】

このグループの時間的に最後のフレームは、図3に関して説明したように開発される、当該ブロックの選択されたクロミナンス部分の平均値から、ビット・マッパー923(図9)によって、演算された値、すなわち、オフセット・バイアスを減算させる。しかし、バイアス、例えば、平均値内に電子透かしビットを入れるために平均に加算される値の絶

50

対値の、4分の1、または好適には2分の1が、電子透かしデータを伝えるために選択されたクロミナンス部分の演算された平均値からさらに減算される。したがって、例えば、平均値内に電子透かしビットを入れるために平均値に-3が加算される場合、平均値からは、-3の絶対値の2分の1、すなわち1.5が減算される。これは、1ブロックに64ピクセルある場合、当該ブロックのすべてのピクセルの選択されたクロミナンス部分の値の合計から96を減算すること言い換えられる。したがって、アナログ加算器133は、バイアスを減算していない場合よりも、低い値を受け取ることになる。同様に、別の実施例として、平均値内に電子透かしビットを入れるために平均値に2が加算される場合、平均値から2の絶対値の2分の1、すなわち1が減算される。これは、1ブロックに64ピクセルある場合、当該ブロックのすべてのピクセルの選択されたクロミナンス部分の値の合計から64を減算すること言い換えられる。

#### 【0171】

減算されるバイアス量、例えば32の損失は、それらの輝度変動に基づいて、様々なピクセル全体に分散されることに留意されたい。さらに、このようなバイアスの減算は、それを安全な範囲に移動するために、平均に加算されるいかなる値とも無関係である。したがって、平均値は、安全な範囲から外れる可能性がある。しかし、安全な範囲外に移動することによって誤りが発生する可能性の増加は、結果的に得られる符号化利得によるオフセットよりも大きい。

#### 【0172】

これがどのように機能するかを考える1つの方法は、図5を参照することである。上記で説明したように、安全な範囲の複数ある外側の境界線のうちの1つに達するために、バイアス量を考慮せずに、ブロックの選択されたクロミナンス部分の平均値に対して、しばしば丁度十分な量が加算または減算される。したがって、いかなるバイアスの前にでも、安全な範囲の境界線の上または付近に多くのフレームがある。何も加算または減算されない中間フレームは、境界線の真上に残る。わずかなバイアスが加算されるフレームは、安全な範囲内でより良い位置に配置されるようにわずかに移動しても、安全な範囲外にわずかに移動してもよい。わずかなバイアスが減算されるフレームは、同バイアスが加算されるフレームと反対方向に移動する。したがって、最悪の場合、3つのフレームのグループの場合、1つは安全な範囲内にあり、1つは安全な範囲の境界線上にあり、1つは安全な範囲のわずか外にあることになる。この結果、複数の値が独立して分散することになる。

#### 【0173】

バイアスの効果は、MPEG様符号化によって実行される量子化と、MPEG量子化解除中に加算される別個のMPEGバイアスにより、さらに増幅させることができる。これは、連続するフレームを介して同じビットが送信される場合でさえ、連続するフレーム内に同様に配置されたブロックに対して受け取ったデータ値に大きな差を生じさせる場合がある。

#### 【0174】

例えば図10に示すような受信器で、各フレームから抽出したデータには、フレームごとにあると信じられる品質レベルに基づいて組み合わせる最大レートを適切に使用して、例えばフレーム重み付けユニット1027で重み付けされる。この目的のために、シーケンス・プロセッサ1025は、フレーム重み付けユニット1027に、a)どのフレームが同じグループに属するかをフレーム重み付け1027が知ることができるための、フレーム同期化情報と、b)各フレームの同期化パターンの誤り数を供給することができる。受け取ったフレームにどれだけ多くの誤りがあると信じられるかに基づいて品質レベルが決定される。これは、シーケンス・プロセッサ1025によって抽出される際に、そのフレームに関して予想される同期化パターンにある誤り数に基づいて決定することができる。表1は、同期化パターンごとの誤り数と、その同期化パターンの誤り数などにより、フレームに対して適切なものとして経験的に導かれた、それぞれの重みを示す。すなわち、各各フレームから抽出したデータの値は、組合せ処理の一部としてそれに関連付けられた重みにより重み付けされるソフト・データとして扱うことができる。

10

20

30

40

50

## 【0175】

重みに基づいて、連続するフレームの対応するブロック位置に対する同じデータ・ビットの複数のインスタンスが抽出され、組み合わされて単一の受信ビットを形成する。これは、次の演算によって達成することができる。

## 【数11】

$$bit\_out = (2^n - 1) \frac{w_1 bit_1 + w_2 bit_2 + w_3 bit_3}{(w_1 + w_2 + w_3)}$$

上式で、`bit_out`は、3つのフレームのグループに対する最終出力ビットであり、  
10  
 $w_1$ 、 $w_2$ 、および $w_3$ は、時間フレームの第1、第2、および第3のそれぞれに対する重みであり、

$bit_1$ 、 $bit_2$ 、および $bit_3$ は、時間フレームの第1、第2、および第3の同様に配置されたブロックからのビットであり、

$n$ は、ソフト・デコーダー入力精度のビット数である。

## 【0176】

ソフト情報を最大限に活用するために、チャンネル・デコーダー1021は、ソフト・データ・ビット、すなわち、ソフト・デコーダー入力精度によりその範囲が異なる、非バイナリ数としてそれぞれが表されるデータ・ビットを利用する、所謂ソフト・デコーダーである。例えば、8ビット入力精度ソフト・デコーダーは、0と255の間の値で動作する。この目的のために、受け取ったハード・ビットの重み付けされた平均、  
20

## 【数12】

$$\frac{w_1 bit_1 + w_2 bit_2 + w_3 bit_3}{(w_1 + w_2 + w_3)}$$

には、 $2^n - 1$ が乗じられ、それによって、重み付けされた平均は、ソフト・デコーダーによって処理可能な適切な精度のソフト値に変換される。

## 【0177】

特定フレームの特定された品質が規定の閾値より低い場合、その特定フレームは、電子透かしデータを含まず、そのフレームに対してデータが抽出されないと想定することができる。  
30

## 【0178】

当業者は、どのフレームが値を加算するか、どれがそれを減算させるか、どれが変化なし、加算と減算の両方とも必須か否か、1グループ内のフレーム数、および加算または減算されるべき値に対して実行されるべき丸め、または結果的に得られた値が実施者の裁量に任されることを容易に理解するだろう。

【表 2】

同期ビットの誤り数	重み係数w
0	1
1	0.9
2	0.8
3	0.7
4	0.6
5	0.5
6	0.4

10

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0179】

【図1】本発明の原理により、ビデオ信号をデジタル電子透かしするための送信器例を示す図である。

【図2】本発明の原理により、それ自体のクロミナンス信号にデジタル電子透かしを含めたデジタル信号の追加データを回復するための、受信器例を示す図である。

【図3 A】本発明の原理により、図3に示すように組み合わせた場合、追加データで複数のクロミナンス部分の1つに電子透かしを入れる際に使用するための、処理例を示す図である。

【図3 B】本発明の原理により、図3に示すように組み合わせた場合、追加データで複数のクロミナンス部分の1つに電子透かしを入れる際に使用するための、処理例を示す図である。

【図4 A】本発明の原理により、図4に示すように組み合わせた場合、ビデオ信号の電子透かし信号を構成する追加情報がクロミナンス成分に既に刻印されている、デジタルに電子透かしを入れたビデオ信号から追加情報を抽出するための処理例を示す図である。

【図4 B】本発明の原理により、図4に示すように組み合わせた場合、ビデオ信号の電子透かし信号を構成する追加情報がクロミナンス成分に既に刻印されている、デジタルに電子透かしを入れたビデオ信号から追加情報を抽出するための処理例を示す図である。

【図5】所望のビット位置が3番目の最下位ビットである、複数の安全な範囲の一例を示す図である。

【図6】本発明の原理により、ピクセルに対する電子透かし情報を含めるために、どの特定のクロミナンス部分がより適しており、選択されるべきかを特定するための処理例を示す図である。

【図7】分割された色空間例の一部分の断面図である。

【図8】本発明の原理により、ピクセルに対する電子透かし情報を含めるために、特定のクロミナンス部分を選択する、別の処理例を示す図である。

【図9】ブロックのクロミナンス部分の平均値にデータが刻印される前に、その刻印され

30

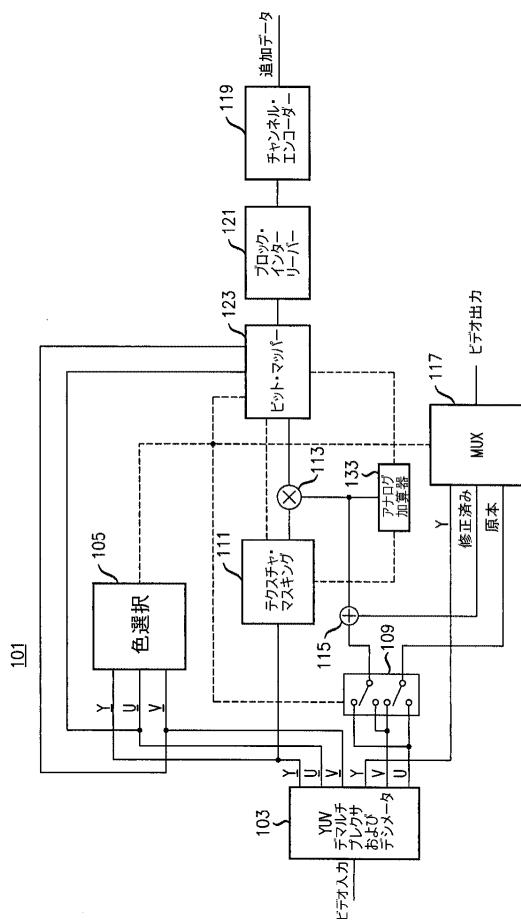
40

50

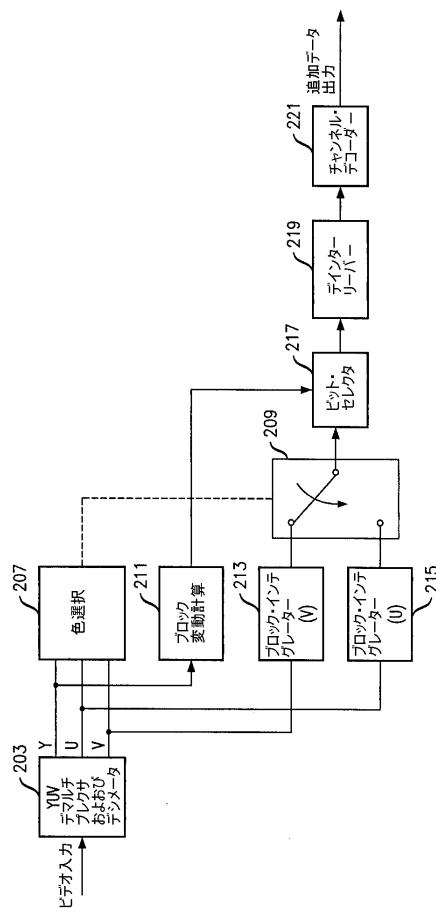
るべきデータを、少なくとも1回、好適には数回、複製することによりちらつきを低減させることのできる、本発明の原理により構成された送信器例を示す図である。

【図10】図9の送信器により作成されるような、電子透かしを入れたビデオ信号を受信する際に使用するため、本発明の原理により構成された受信器の一実施形態を示す図である。

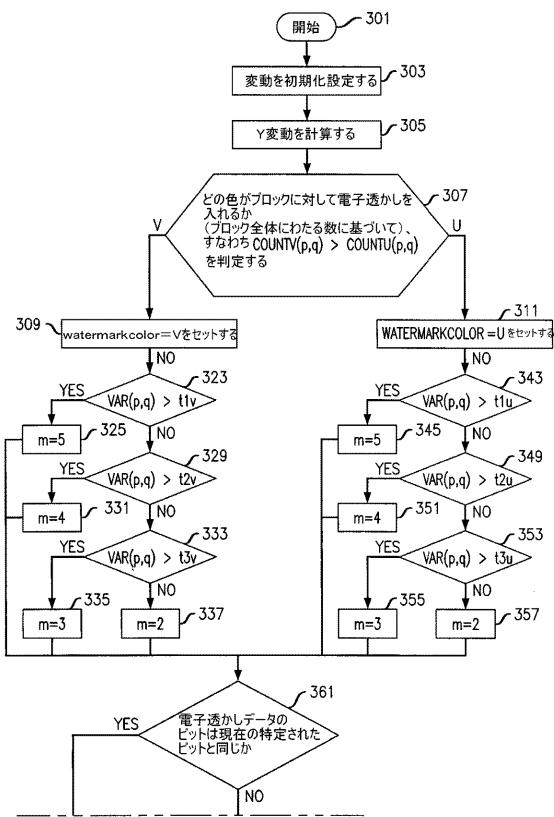
【図1】



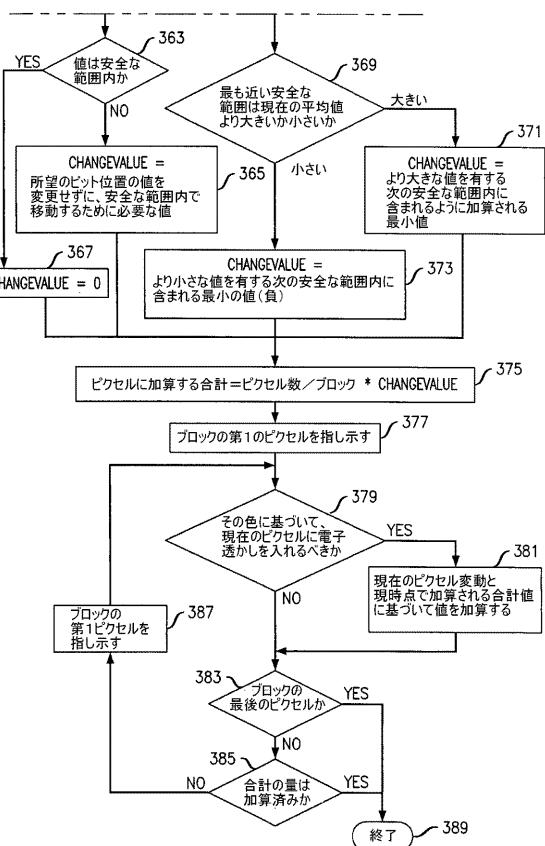
【図2】



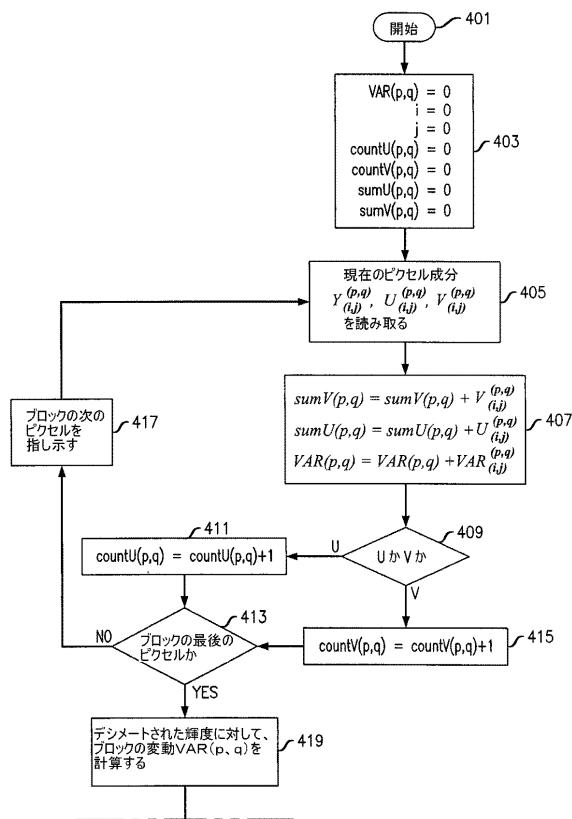
【図3A】



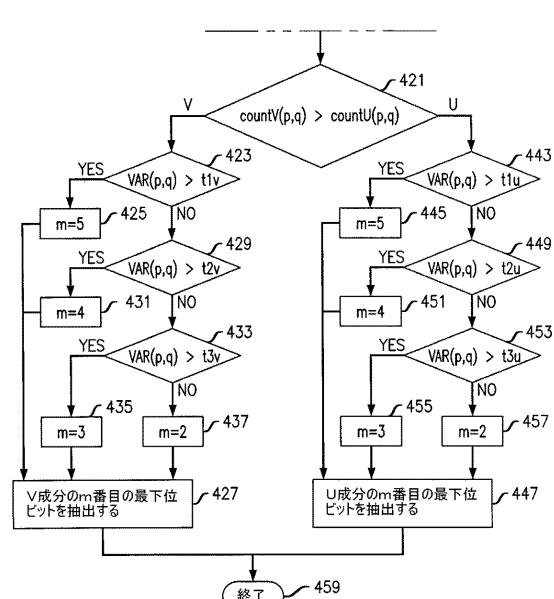
【図3B】



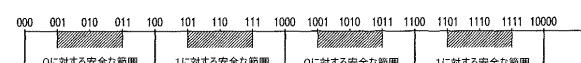
【図4A】



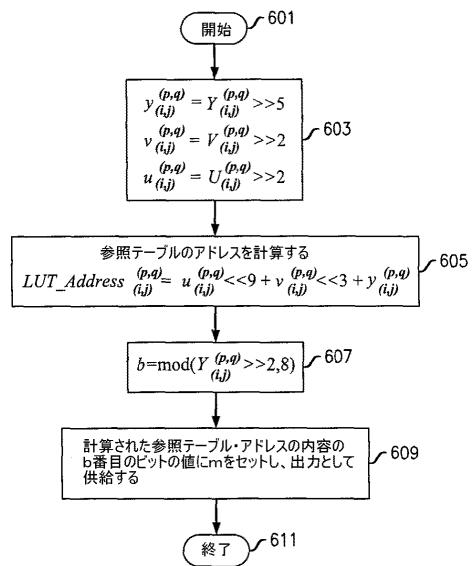
【図4B】



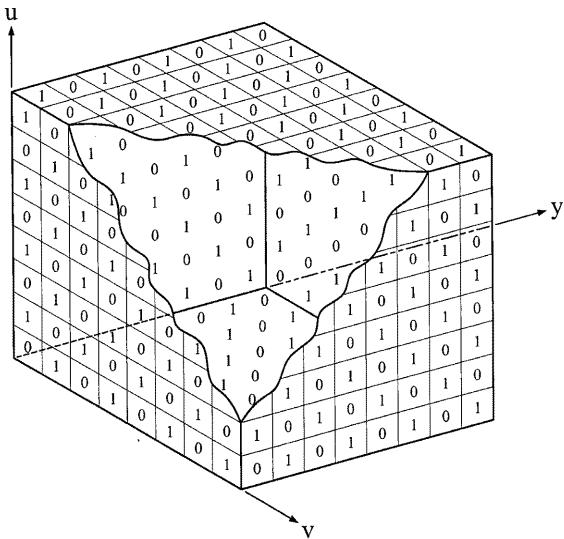
【図5】



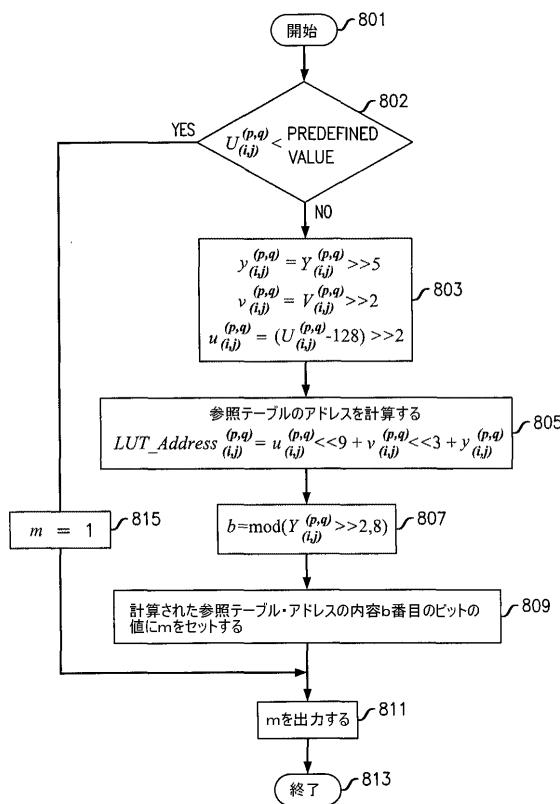
【 図 6 】



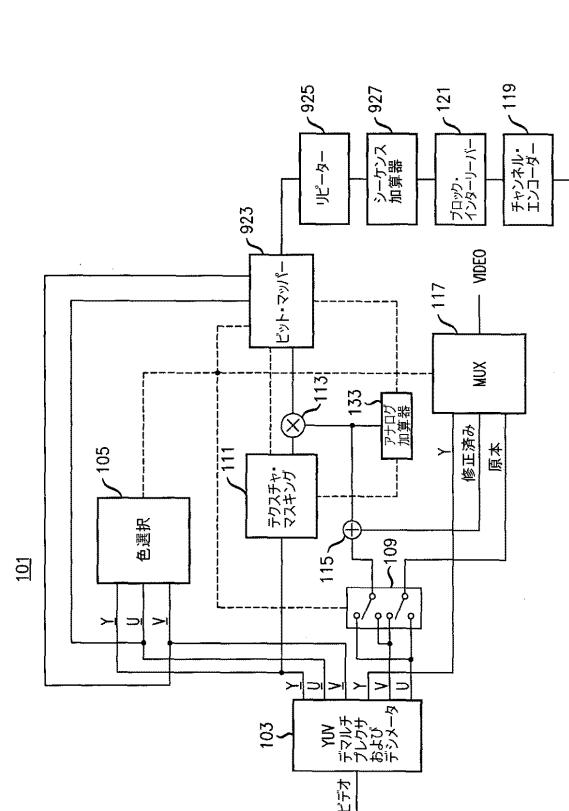
【 図 7 】



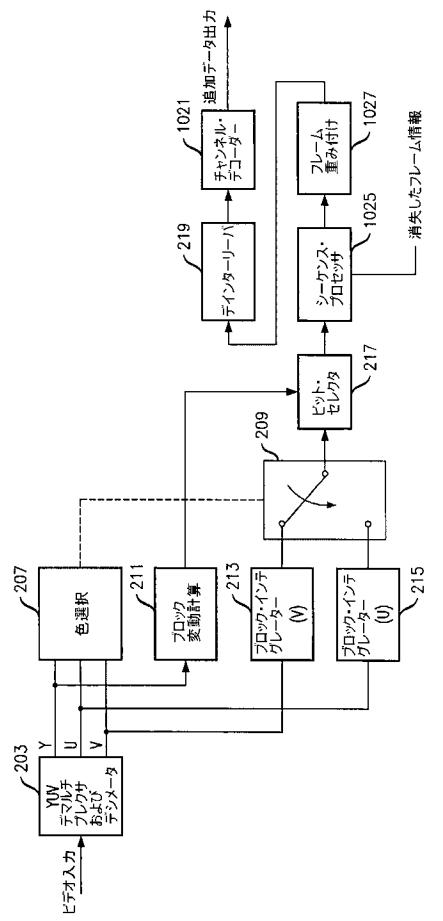
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 モハマド ホッセイン ザーラビザデ

アメリカ合衆国 07746 ニュージャーシィ, マールボロ, ハミングバード コート 54

合議体

審判長 松尾 淳一

審判官 小池 正彦

審判官 渡邊 聰

(56)参考文献 特開2002-232687 (JP, A)

米国特許第6590996 (US, B1)

米国特許出願公開第2003/16841 (US, A1)

上野義人, 村上健自, 「動きベクトル参照型動画像電子透かし方式」, 情報処理学会論文誌, 社団法人情報処理学会, 2002年8月15日, 第43巻第8号, p. 2511~2518

山本由紀子, 稲葉宏幸, 「パッチワーク法を用いたカラー画像の電子透かし法の提案」, 電子情報通信学会技術研究報告 [情報理論], 電子情報通信学会, 第103巻第214号, 2003年7月15日, p. 7~12, IT2003-11

VIDAL, Josep, et al., "Non-noticeable information embedding in color images: marking and detection.", 1999. Proceedings IEEE 33rd Annual 1999 International Carnahan Conference on Security Technology, IEEE, 1999, p. 293~297. LIU, Huajian, et al., "Content based color image adaptive watermarking scheme.", The 2001 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2001. ISCAS 2001, IEEE, 2001, p. 41~44.

CHOU, Chun-Hsien; LIU, Kuo-Cheng, "Color image watermarking based on a color visual model.", 2002 IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing, IEEE, 2002, p. 367~370.

CHOU, Chun-Hsien; LIU, Kuo-Cheng, "An oblivious and robust watermarking scheme using perceptual model.", 2003. 4th EURASIP Conference focused on Video/Image Processing and Multimedia Communications, IEEE, 2 July 2003, p. 713~719.

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09C 1/00 - 1/14

G09C 3/00 - 3/10

G09C 5/00

H04K 1/00 - 1/10

H04K 3/00

H04L 9/00 - 9/38

H04N 1/38 - 1/393

H04N 7/12

H04N 7/26 - 7/32

H04N 9/00

H04N 9/43  
H04N 11/00 - 11/24  
Cinii  
Google Scholar  
IEEE Xplore