

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4420415号
(P4420415)

(45) 発行日 平成22年2月24日 (2010. 2. 24)

(24) 登録日 平成21年12月11日 (2009. 12. 11)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 7/30 (2006. 01)

HO 3 M 7/30 (2006. 01)

HO 4 N 1/41 (2006. 01)

HO 4 N 7/133 Z

HO 3 M 7/30 A

HO 4 N 1/41 B

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願平11-175989	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成11年6月22日 (1999. 6. 22)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2000-36959 (P2000-36959A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成12年2月2日 (2000. 2. 2)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成18年6月14日 (2006. 6. 14)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	PP4468	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成10年7月3日 (1998. 7. 3)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)	(74) 代理人	100115071
(31) 優先権主張番号	PP5749		弁理士 大塚 康弘
(32) 優先日	平成10年9月7日 (1998. 9. 7)	(74) 代理人	100116894
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化方法及び符号化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を符号化することによりビットストリームを生成する符号化方法であって、
画像にNレベル（Nは自然数）の2次元ウェーブレット変換を施すことにより、1つの低周波数サブバンドDCと、N組の3種類の高周波数サブバンドHL、LH、HHと、を生成する工程と、

前記低周波数サブバンド及び各高周波数サブバンドを複数個のタイルに分割する工程と、

前記各タイルを各々独立にエントロピー符号化するエントロピー符号化工程と、
少なくとも1つのレベルm（mはN以下の自然数）の前記3種類の高周波数サブバンドH L m、L H m、H H mのエントロピー符号化タイルのうち、前記画像の同じ部分を表現する為の前記エントロピー符号化タイルを、前記ビットストリーム中でタイルの組として連続的に配置し、かつ、互いに隣接する前記画像の複数の部分に渡って前記タイルの組を連続的に配置する配置工程と、

前記ビットストリームに前記エントロピー符号化タイル及び前記タイルの組の位置を特定するポインタ情報を付加する工程と、
を含むことを特徴とする符号化方法。

【請求項 2】

前記配置工程では、前記ビットストリーム中で、前記低周波数サブバンドのエントロピー符号化タイルを互いに隣接する前記画像の複数の部分に渡って連続して配置することを

特徴とする請求項 1 に記載の符号化方法。

【請求項 3】

前記配置工程では、前記ビットストリームにおいて前記エントロピー符号化タイルを、前記画像全体を対象として、前記低周波数サブバンド DC、第 1 の解像度レベルに相当する前記高周波数サブバンド HL 3、LH 3、HH 3、前記第 1 の解像度レベルより高い第 2 の解像度レベルに相当する前記高周波数サブバンド HL 2、LH 2、HH 2、前記第 2 の解像度レベルより高い第 3 の解像度レベルに相当する前記高周波数サブバンド HL 1、LH 1、HH 1、の順に配置することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の符号化方法。

【請求項 4】

画像を符号化することによりビットストリームを生成する符号化装置であって、

画像に N レベル (N は自然数) の 2 次元ウェーブレット変換を施すことにより、1 つの低周波数サブバンド DC と、N 組の 3 種類の高周波数サブバンド HL、LH、HH と、を生成する手段と、

前記低周波数サブバンド及び各高周波数サブバンドを複数のタイルに分割する手段と、

前記各タイルを各々独立にエントロピー符号化するエントロピー符号化手段と、

少なくとも 1 つのレベル m (m は N 以下の自然数) の前記 3 種類の高周波数サブバンド HL m、LH m、HH m のエントロピー符号化タイルのうち、前記画像の同じ部分を表現する為の前記エントロピー符号化タイルを、前記ビットストリーム中でタイルの組として連続的に配置し、かつ、互いに隣接する前記画像の複数の部分に渡って前記タイルの組を連続的に配置する配置手段と、

前記ビットストリームに前記エントロピー符号化タイル及び前記タイルの組の位置を特定するポインタ情報を付加する手段と、

を含むことを特徴とする符号化装置。

【請求項 5】

前記配置手段は、前記ビットストリーム中で、前記低周波数サブバンドのエントロピー符号化タイルを互いに隣接する前記画像の複数の部分に渡って連続して配置することを特徴とする請求項 4 に記載の符号化装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の符号化方法をコンピュータに実行させるプログラムを記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル画像圧縮のための方法及び装置に関し、特にデジタル画像の局所部分を効率よく復号する符号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

JPEG 圧縮標準は、画像圧縮のために広く用いられている。それは、十分な歪み率 (圧縮) 性能を提供する。基本方式モードでは、効果的なランダムアクセスが可能である。しかしながら、各々の画像ブロック (8 × 8) の情報は、圧縮された画像ビットストリーム上に連続的に記録されるので、多様な解像度の復号には必ずしも効果的ではない。例えば、ディスクから画像の極めて低い解像度バージョンを復号するために、基本方式モードで符号化された JPEG 画像から、DC 係数のみを読取ることは、通常、当該ディスクから JPEG 画像全体を読取ることと同じくらいの負担 (できるだけ小さくした場合) がかかる。これは、DC 係数がビットストリーム全体にわたって配置されているからである。

【0003】

一方、階層的 JPEG モードは、異なる解像度 (若しくは画像サイズ) の効果的な復号を提供するが、効果的なランダムアクセスは困難である。すなわち、階層的 JPEG モードは、異なった画像解像度が、ある程度独立して蓄積されるため、通常、他のモードよりも 33% 大きな圧縮ファイルを与える。

【 0 0 0 4 】

最近では、基本方式の J P E G よりも歪み率の性能が高い画像圧縮技術もある。これらの技術は、典型的には、サブバンド符号化体系であり、離散ウェーブレット変換に基づくものである。

【 0 0 0 5 】

これまでに、これらのサブバンド体系は、効果的なランダムアクセスを提供していない。これらの体系の問題は、サブバンドがビットストリーム上に配置され、画像の一部を復号するために、復号されるべき画像の所望の部分に関連する係数をビットストリームから検索することが要求されることにある。このことは、特に、情報（係数）を比較的長いアクセス時間を必要とする記憶装置から読み出す場合に、全く非効果的である。そのような装置には、C D R O M ドライブ、フロッピー（登録商標）ディスクドライブ、ハードディスクドライブ等が含まれる。

10

【 0 0 0 6 】

ハードディスク又は C D R O M ドライブのような記憶媒体からデータを読み出すことは、しばしば比較的時間を消費する処理である。特に、検索処理（記憶媒体上で、与えられたデータセグメントのスタートを見つけ出すこと。）を実行するためには、比較的長い時間がかかる。このため、データを読み出すときは、通常、最小のデータのかたまりが読み出される。すなわち、大きなビットストリーム上に規則的に配置された小さなデータセグメントを読み出すことは、ビットストリーム全体を読み出すことと同じ消費時間になり得る。

20

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

これらの現在の圧縮方法は、画像の一部を復号するために用いる場合に、いくつかの不利点がある。どちらの現在の手法も、次のことを提供することができない。

【 0 0 0 8 】

- a) 非冗長表現（劣った圧縮率へ変換する）、
- b) 複数の解像度表現
- c) 画像の所定の局所部分へ、比較的効果的に、実質的なランダムアクセスすることができる表現

従って、本発明の目的は、係る従来技術の問題点を改善することにある。例えば、本発明は、局所部分を所望解像度で高速に再生できる技術を提供することを目的とする。

30

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、画像を符号化することによりビットストリームを生成する符号化方法であって、画像に N レベル（N は自然数）の 2 次元ウェーブレット変換を施すことにより、1 つの低周波数サブバンド D C と、N 組の 3 種類の高周波数サブバンド H L、L H、H H と、を生成する工程と、前記低周波数サブバンド及び各高周波数サブバンドを複数の個のタイルに分割する工程と、前記各タイルを各々独立にエントロピー符号化するエントロピー符号化工程と、少なくとも 1 つのレベル m（m は N 以下の自然数）の前記 3 種類の高周波数サブバンド H L m、L H m、H H m のエントロピー符号化タイルのうち、前記画像の同じ部分を表現する為の前記エントロピー符号化タイルを、前記ビットストリーム中でタイルの組として連続的に配置し、かつ、互いに隣接する前記画像の複数の部分に渡って前記タイルの組を連続的に配置する配置工程と、前記ビットストリームに前記エントロピー符号化タイル及び前記タイルの組の位置を特定するポインタ情報を付加する工程と、を含むことを特徴とする符号化方法が提供される。

40

【 0 0 1 0 】

また、本発明によれば、画像を符号化することによりビットストリームを生成する符号化装置であって、画像に N レベル（N は自然数）の 2 次元ウェーブレット変換を施すことにより、1 つの低周波数サブバンド D C と、N 組の 3 種類の高周波数サブバンド H L、L H、H H と、を生成する手段と、前記低周波数サブバンド及び各高周波数サブバンドを複

50

数のタイルに分割する手段と、前記各タイルを各々独立にエントロピー符号化するエントロピー符号化手段と、少なくとも1つのレベル m (m は N 以下の自然数)の前記3種類の高周波数サブバンド HLm 、 LHm 、 HHm のエントロピー符号化タイルのうち、前記画像の同じ部分を表現する為の前記エントロピー符号化タイルを、前記ビットストリーム中でタイルの組として連続的に配置し、かつ、互いに隣接する前記画像の複数の部分に渡って前記タイルの組を連続的に配置する配置手段と、前記ビットストリームに前記エントロピー符号化タイル及び前記タイルの組の位置を特定するポインタ情報を付加する手段と、を含むことを特徴とする符号化装置が提供される。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の好適な実施の形態による符号化処理100のフロー図を示している。スタートステップ101では、デジタル画像が入力され、また、符号化処理100のために初期化ステップ102が実行される。初期化ステップ102では、デジタル画像のための圧縮品質や圧縮ファクター等の符号化パラメータが所望の値にセットされる。

【0019】

次に、分解ステップ103が実行され、ここでは、画像の複数レベルサブバンド分解 (multi-level subband decomposition) が実行される。画像の複数レベルサブバンド分解は、通常、複数のブロック (サブバンド) へ、分割された複数の係数を与える。係数は、デジタル (空間領域: spatial domain) 画像の非冗長的 (non-redundant) な複数解像度 (サイズ) 周波数領域 (frequency domain) を提供する。

【0020】

これに関連して、非冗長性は、画像の第二の表現に要求される値の数が実質的に等しい画像の第一の表現における値の数に関連する。つまり、周波数領域表現における係数の合計数は、空間領域表現における画像の画素の値の合計数に実質的に等しい。すなわち、画像の複数解像度 (周波数領域) 表現は、画素値又は対応する係数の複製なしに実行される。

【0021】

本実施形態においては、複数レベルサブバンド分解は、3 - レベルの離散ウェーブレット変換 (DWT) である。しかしながら、サブバンド分解を提供する他の変換も、本発明の範囲及び要旨から離れることなく代用することができる。例えば、離散コサイン変換 (DCT) を用いることもできる。

【0022】

DWTが適用されるレベルの数は、一般的に、変換される画像のサイズ及び要求される解像度 (サイズ) の数に依存する。通常、 N レベルのDWTは、解像度の数の合計が、画像の最高解像度 (全サイズ) を含み、 $N + 1$ である。

【0023】

図2は、画像の3レベルDWTを実行した後に得られる表現200を示している。

【0024】

通常、各々のレベルは、画像3つの高周波数サブバンドとDC (低周波数) サブバンドとからなる最高又は最低レベルを除く、3つの高周波数サブバンドから構成される。3レベルDWTの複数の係数は、単一レベルDWTの3つのアプリケーションに起因する。これらの係数は、各々の係数によって表される周波数領域又は周波数に従って、サブバンドへグループ化又は部分化されている。

【0025】

サブバンドには、DC、 $HL3$ 、 $HH3$ 、 $LH3$ 、 $HL2$ 、 $HH2$ 、 $LH2$ 、 $HL1$ 、 $HH1$ 及び $LH1$ というラベルが付される。DCサブバンドブロックは、最も低い周波数 (DC) 係数を含み、また、周波数領域における画像の最も低い解像度 (サイズ) を表現する。レベル3 (3) サブバンドの三つ組、 $HL3$ 、 $HH3$ 及び $LH3$ は、そのDCサブバンドと共に、周波数領域における画像の次に高い解像度を表現する。DCサブバンド、レベル3サブバンドの三つ組及びレベル2 (2) サブバンドの三つ組 ($HL2$ 、 $HH2$ 及び $LH2$) は、別の更に高い解像度を表現する。すなわち、DCサブバンドから $LH1$ サブ

10

20

30

40

50

バンドへのサブバンドの選択は、周波数領域におけるデジタル画像の最も高い解像度（全サイズ）を表現する。

【0026】

サブバンドブロックにおける各々の係数は、デジタル画像における画素の空間的に連続したグループに対応している。係数は、係数が配置されたサブバンドによって決定される周波数の領域のための、空間領域における画素の内容グループを表す。例えば、レベル1（1）のサブバンドにおける各々の係数は、画像の画素の 2×2 グループに相当し、レベル2のサブバンドにおける各々の係数は、画像の画素の 4×4 グループに相当し、レベル3のサブバンドにおける係数は、画像の画素の 8×8 グループに相当する。一般に、レベルjのサブバンドにおける係数は、画像の画素値の $2^j \times 2^j$ グループに相当する。周波数領域における係数と空間領域における画素のグループとの間の関連における近似的程度は、DWTのために選択された基本セットに依存する。例えば、DWTのためにHaar基本セット（すなわち、Haar変換）が用いられた場合は、画素のグループの正確な再構成（合成）が、周波数領域における対応する係数から可能である。

10

【0027】

画像のサブバンドの分解に加えて、分解ステップ103（図1）では、各々のサブバンドを複数の重複しないタイルへ分割する。各々のサブバンドは同じ数のタイルからなり、各々のタイルは、1又はそれ以上の対応するサブバンドの係数を含むことが好ましい。すなわち、例えば、DCサブバンドブロックにおけるタイルは、最低の解像度におけるデジタル画像の一部を表す。タイルは、一定のサイズに選択することもできる。すなわち、本発明の範囲及び要旨から逸脱することなく、タイル毎に同じ数だけの係数を含むことである。

20

【0028】

サブバンドブロックをタイル化することの利点は、画像全体を再構成することなしに、画像の局所部分のみを合成（再構成）できることにある。後述するように、各々のタイル又はタイルのグループは、画像の圧縮を達成するためにエントロピー符号化される。すなわち、所定のタイルをエントロピー復号すること及び逆DWTを通じてタイルを合成することは、画像の所定の局所部分の再構成を招来する。

【0029】

タイルの相対的なサイズ（例えば、サブバンドのサイズの $1/4$ ）は、予め決定され、また、通常、圧縮効率（大きなタイルを要求する）と、画像の一部の局所的な再構成の正確さ（可能な最も小さいサイズを要求する）との間の兼ね合いによって制約される。圧縮効率と再構成の局所化との間の妥協策は、通常は、図1の符号化処理の指定されたアプリケーションのために決定される。

30

【0030】

画像を、その対応する周波数領域においてタイル化することの他のアプローチは、画像の空間領域における画素の領域を同一化することであり、変換（すなわちDWT）が適用されたときに、各々の領域が周波数領域のタイル化に対応することである。実際には、画像の空間領域は、概念的に複数の領域に分割され、所定の線形変換のアプリケーション上にて、画像の対応する周波数領域のタイル化を招来する。

40

【0031】

図3は、 128×128 画素画像の周波数領域表現300を示している。

周波数領域表現は、図2に従ってサブバンド302へ分割される 128×128 の分割された係数301（太線により図3に示す。）の配列を備える。各々のサブバンドは、更に分割され又は4つの重複しないタイル303にタイル化される。

【0032】

図4は、各々のサブバンド302における各々のタイルのために与えられたラベルの付された図である。ラベルの付された図において、各々のサブバンドにおけるタイルには、オーダ(order)対(m, n)により、次のように、ラベルが付されている。左上のタイルは、タイル(0, 0)が付され、右上のタイルは(0, 1)が付され、左下のタイルは(1

50

、 0) が付され、右下のタイルは (1、 1) が付される。

【 0 0 3 3 】

すなわち、図 2 のサブバンドのラベル化及び図 4 のタイルのラベル化図によれば、図 3 におけるタイルは、そのサブバンドのラベルとそのタイルのラベルとの双方によって特定される。例えば、図 3 を参照すると、タイル 3 0 4 は、D C サブバンドに属し、また、サブバンドの左上のタイルなので、D C (0、 0)、として特定される。

【 0 0 3 4 】

再び図 1 を参照して、符号化処理 1 0 0 における次のステップは、分解ステップ 1 0 3 の後、D C サブバンドブロックの各々のタイルをビットストリーム中へエントロピー符号化する D C 符号化処理 1 0 4 である。各々のサブバンドにおけるタイル 3 0 3 は、ラスタオーダ (raster order) においてビットストリームにエントロピー符号化されることが好ましい。例えば、D C サブバンドの各々のタイルは、エントロピー符号化され、以下のオーダ、D C (0、 0)、D C (0、 1)、D C (1、 0) 及び D C (1、 1) で、ビットストリームに付加される。ビットストリーム中への各々のタイルの係数のこのラスタオーダに関して記載された本発明に係る本実施形態に対して、本発明の範囲及び要旨を逸脱することなく、ビットストリーム中への各々のタイルにおける係数の異なったオーダ化手法を採用できることが、当業者であれば理解できるであろう。例えば、各々のタイル (又は後述する三つ組のタイル) における各々の係数のバイナリー表現のビットを差込むことは、デコーダ及びその対応するエンコーダが同じオーダ手法に従っているならば採用し得る。

【 0 0 3 5 】

本実施形態において用いられるエントロピー符号化及び復号の処理は、< エントロピー符号化処理 > 欄、および、< エントロピー復号処理 > 欄においてそれぞれより詳細に説明する。しかしながら、本発明の範囲及び要旨から逸脱することなく、各々のタイルにおける係数を符号化 (復号) するために、他のエントロピー符号化 (復号) 手法も用いることができる。例えば、ハフマン又は算術符号化 (復号) 手法も各々のタイルにおける係数を符号化 (復号) するために用いることができる。

【 0 0 3 6 】

図 1 のフロー図における次のステップは、ステップ 1 0 5 において、レベルカウントであり可変の「 levelNum」を D W T のレベルの数に対応した値 3 (3) に初期設定することである。

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ 1 0 6 において、「 tile Num」としてここでは参照される可変のタイルカウントは、ゼロ (0) に初期設定される。可変の levelNum と tileNum は、図 1 の符号化処理が A C サブバンド (すなわち、前もってビットストリーム中へエントロピー符号化された D C サブバンド以外の全てのサブバンド) の各々のタイルを通してカウントダウンすることを許容するように変化するループである。タイルカウントである可変の「 tileNum」は、フロー図における次のステップ 1 0 7 に加算され、それから 3 つのステップ、エントロピー符号化 H L サブバンドステップ 1 0 8、エントロピー符号化 L H サブバンドステップ 1 0 9 及びエントロピー符号化 H H サブバンドステップ 1 1 0、が続く。エントロピー符号化 H L サブバンドステップ 1 0 8 では、「 levelNum」で示された現在の解像度レベルで、「 tileNum」によって示された現在のタイルのビットストリーム中へのエントロピー符号化を実行する。実質的に同様の手法で、ステップ 1 0 9 及び 1 1 0 ではサブバンド L H 及び H H の現在のレベルにおける現在のタイルを、ビットストリーム中へそれぞれエントロピー符号化する。

【 0 0 3 8 】

決定ステップ 1 1 1 では、現在のタイルが、現在のレベルにおける最後のタイルであるかを決定するためのチェックを行う。決定ステップ 1 1 1 が偽 (no) を返した場合は、処理は、1 1 2 によりループして、「 tileNum」の加算ステップ 1 0 7 へ戻り、新たな現在のタイルについてステップ 1 0 7、1 0 8、1 0 9、1 1 0 及び 1 1 1 の処理が実質的に既に述べたように反復される。そうではなく、決定ステップ 1 1 1 が真 (yes) を

10

20

30

40

50

返した場合は、処理は、ステップ 1 1 3 へ進み、可変の「levelNum」が減算される。

【 0 0 3 9 】

決定ステップ 1 1 4 では、現在のレベルが、処理の最後のレベルか否か、すなわち、「levelNum」がゼロ (0) か否かを決定するためのチェックを行う。決定ステップ 1 1 4 が偽 (no) を返した場合は、図 1 の符号化処理は、ループして戻り、ステップ 1 0 6 における「tileNum」をゼロ (0) に初期化し、実質的に先に述べたようなステップ 1 0 7 乃至 1 1 4 の処理を、新たな現在のレベル (すなわち減算された levelNum) のために反復する。そうではなく、決定ステップ 1 1 4 が真 (yes) を返した場合は、本実施形態に従って符号化されたビットストリームが作成され、処理 1 0 0 はステップ 1 1 5 において終了する。

10

【 0 0 4 0 】

符号化処理 1 0 0 の結果によるビットストリームは、図 1 を参照して、次のように表現することができる。DC (0 , 0)、DC (0 , 1)、DC (1 , 0)、DC (1 , 1)、HL3 (0 , 0)、LH3 (0 , 0)、HH3 (0 , 0)、HL3 (0 , 1)、LH3 (0 , 1)、HH3 (0 , 1)、HL3 (1 , 0)、LH3 (1 , 0)、HH3 (1 , 0)、HL3 (1 , 1)、LH3 (1 , 1)、HH3 (1 , 1) . . . HL1 (1 , 1)、LH1 (1 , 1)、HH1 (1 , 1)。

【 0 0 4 1 】

ヘッダー情報は、上記表現には含まれていない。

【 0 0 4 2 】

図 1 を参照して上述した通り、各々のタイル、例えば、上記表現における DC (0 , 0) は、独立してエントロピー符号化される。しかしながら、係数のより大きなグループをエントロピー符号化することによって、よりよい全体の圧縮率を達成しつつ、画像の所望の部分の再構成に関して実質的に同様の局所処理の正確さを一般的に維持するため、実際にはタイルのグループをいっしょにエントロピー符号化することが要望される。例えば、実際には、もし、HL3 (0 , 0) がエントロピー復号されたならば、画像の一部の画素値を得るために、それから、タイル LH3 (0 , 0) 及び HH3 (0 , 0) も復号されるだろう。これらのタイルは、画像の同じ部分に関連するからである。すなわち、各々の AC サブバンドブロックの三つ組 (HL , LH 及び HH) のために対応するタイルは、単一ユニットとしてエントロピー復号され得ることがこのましい。この単一ユニットは、以下、

20

30

「タイル三つ組」 (すなわち、HL3 (0 , 0)、LH3 (0 , 0) 及び HH3 (0 , 0) は、そのようなタイル三つ組である。) と称する。

【 0 0 4 3 】

図 5 には、全体のビットストリームを実質的に表した線図 5 0 0 が示されている。ビットストリームの始まり 5 0 1 におけるヘッダー情報は、ビットストリームのサイズ、圧縮品質のパラメータ、及び圧縮率の値の情報が含まれ得る。ヘッダー情報は、また、符号化されたタイルの実質的なランダムアクセスを許容するための複数のビットストリームポインタ情報をも含む。例えば、ポインタ情報は、DC サブバンドにおける各々のタイルの開始位置に対するポインタや各々のタイル三つ組の開始位置に対するポインタを備える。あるいは、ポインタ情報はビットストリームにおける各々のタイルの開始位置に対するポインタを含むことができる。ポインタ情報は、タイル毎のビット数又は単一ユニットとしてエントロピー符号化されたタイル三つ組毎のビット数であることが好ましい。あるいは、ポインタ情報は、タイル三つ組毎のバイト数であり、タイル又はタイル三つ組のコードは、バイトの全体数になるように引き伸ばされる。そのようなポインタ情報は、必ずしも絶対的なアドレスである必要はないが各々のタイル又はタイル三つ組の開始位置に対する相対的なアドレスとすることができる。

40

【 0 0 4 4 】

好ましくは、もし、タイル (又はタイル三つ組) が、全体的にゼロ係数から構成されるときは、そのタイル (又はタイル三つ組) に対する相対的なポインタとして記録することができ、そのタイルのためのビットストリームにおいてビットは要しない。対応するポイン

50

タ情報（すなわち、ゼロ）と隣接するタイルのサイズとから、ゼロの係数がいくつあるかを決定することができるからである。この好ましい特徴は、ビットストリームに対する追加の圧縮を提供し、一又は複数のタイルが全体的にゼロの係数から構成されることが決定される。

【 0 0 4 5 】

DCサブバンドのためのエントロピー符号化されたタイルは、ビットストリーム500において連続的に配置され、図1乃至4を参照して上述した通り、レベル3のサブバンド、レベル2のサブバンド、及び、レベル1のサブバンド、のためのエントロピー符号化タイルが続く。

【 0 0 4 6 】

エントロピー符号化されたタイル（又はタイル三つ組）は、当該タイル又はタイル三つ組のエントロピー符号化又は復号のために用いられる、対応するタイルヘッダー情報（図5では図示しない）を要求するかもしれない。例えば、本実施形態のエントロピー符号化又は復号方法のためには、最大ビット平面を示す最大ビット数「maxbitNumber」が、配置された係数のエントロピー符号化又は復号のために要求される。すなわち、例えば、本実施形態のエントロピー符号化又は復号方法を用いたエントロピー符号化又は復号をするために、タイルは、当該タイルのための「maxbitNumber」を含む、関連・対応するタイルヘッダー情報を要求する。

【 0 0 4 7 】

以下、タイルとタイル三つ組という用語は、特に、エントロピー符号化又は復号について言及しているときは、相互に交換可能に用いられる。タイル三つ組における最大の係数の大きさからmaxbitNumberが決定される場合を除き、タイル三つ組のエントロピー符号化又は復号は、好ましくは、タイル上で、タイル基底（tile basis）毎に、実行されるからである。

【 0 0 4 8 】

ヘッダー情報は、対応する各々のタイルの開始位置においてビットストリーム500において配置され、また、各々のタイルの係数から独立して符号化されることが好ましい。通常、タイルのヘッダー情報は、各々のタイルにおける係数のために用いられるものとは異なるエントロピー符号化技術によってエントロピー符号化される。例えば、ハフマン符号化は、タイルのヘッダー情報のために用いることができ、一方、対応するタイルの係数は本実施形態のエントロピー符号化方法を用いることによりエントロピー符号化される。

【 0 0 4 9 】

図6は、本実施形態により符号化された圧縮画像500（ビットストリーム）から、画像の所定の部分を復号するためのフロー図を示している。スタートステップ600では、圧縮画像500（ビットストリーム）から所望の画像の領域及び当該領域の解像度（又はサイズ）が選択される。

【 0 0 5 0 】

処理は、次のステップ601へ進み、ここでは、タイルの数に関する決定がなされ、ビットストリーム500中に復号されたタイルの当該数が、先のステップ600で選択された画像の領域を得るために復号化される。ビットストリーム500から復号されるタイルの数は、少なくとも当該タイルから得られる領域が選択された領域を包囲するようなものであることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

次のステップ602では、ビットストリーム500のヘッダーにおけるポインタ情報が、ビットストリーム500から復号すべきタイルを見つけるために用いられる。ビットストリーム500において各々の所望のタイルが見つけれられると、そのタイルは、復号ステップ603へ渡される。復号ステップ603は、始めにタイルのためのタイルヘッダ情報を復号し、その情報（すなわち、maxbitNumber）を用いてそのタイルをエントロピー復号する。そのタイルは、エントロピー復号されて出力される。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

決定ステップ604では、現在のタイルが、先のステップ601において決定されたタイルの最後のタイル否かを決定するためのチェックが行われる。決定ステップ604が偽(n o)を返したら、図6のフロー図は、605からループしてステップ602に戻り、ステップ602乃至604が、上述したように反復される。そうではなく、決定ステップ604が真(y e s)を返した場合は、所望の数のタイルが復号され、出力されて、本実施形態の復号処理がステップ606にて終了する。

【0053】

復号されたタイルは、通常、記憶ユニットに出力され、ビデオディスプレイ装置上に表示される前に、サブバンド解析(すなわち、逆DWT)が実行される。

【0054】

<エントロピー符号化処理>

本実施形態の更なる説明をする前に、以下で用いる術語について簡単に説明する。数「ビットn」又は「ビット数n」の二進数表現は、最下位ビット(ビット0で始まる)の左側で桁n番目を表す。例えば、8ビットの二進数表現を想定すると、十進数の9は00001001として表現される。この数において、ビット3は1に等しく、ビット2、ビット1及びビット0は、それぞれ0、0及び1に等しい。加えて、変換は、縦横に配置された係数を有するマトリックスとして表現され、各々の係数はビット列によって表現され得る。概念的に言えば、マトリックスは、3つの次元を有する。1つめは行方向における次元、二つめは列方向における次元、3つめはビット列の方向の次元である。この3次元空間(同じビット数において各々のビット列を通過する)における平面は、「ビット平面」又は「ビットの平面」と称する。

【0055】

変換符号化アプリケーションで、係数の可能な範囲を表すために要求される係数毎のビットの数は、線形変換又は入力画像における各画素の解像度(画素毎のビットにおける)によって決定される。各画素の値の範囲は、通常、変換係数の大半の値に対して大きく、すなわち、大半の係数は、ゼロが先行する大きな数を有している。例えば、数値9は、8ビット表現で4個のゼロが先行し、16ビット表現では12個のゼロが先行する。本実施形態では、効率的な方法で、係数のブロックに対して、これらの先行するゼロを表現する(又は符号化)するための方法及び装置を提供する。残りのビットと数値の符号は変更なしに直接符号化される。

【0056】

説明を簡略化して本発明を不必要に不明瞭にしないために、以下、変換係数は、符号なし二進数の形で符号1ビットをつけて表現するものとする。つまり、十進数-9及び9は、同じビット列、すなわち1001で表現され、前者は等しい符号ビットで負の値であることを表現し、後者は、0に等しい符号ビットで正の値を表現する。先行するゼロの個数は、変換係数の範囲によって決定する。整数表現を用いる場合において、当該係数は、すでに暗黙のうちに最も近い整数値へ量子化されているが、本実施形態においては、必ずしも要しない。さらに、圧縮目的で、少数点以下のビットに含まれる何らかの情報は通常無視される。

【0057】

タイルは、一組の連続した画像係数で構成される。係数という術語は、以下、画素と相互交換可能に用いられるが、当業者によって十分に理解されるように、前者は、通常、変換領域(例えば、DWT領域)における画素を表すために用いられる。

【0058】

図7は、本実施形態によるエントロピー符号化方法を図示したフロー図である。ステップ702では、タイルを用いて処理が開始する。ステップ706では、絶対値が最大の変換係数の最上位ビット(MSB)が、タイルのヘッダ情報から決定され、パラメータ「maxBitNumber」が、この係数値にセットされる。例えば、最大の変換係数が二進数の値00001001(十進数で9)の場合、パラメータ「maxBitNumber」は3にセットされる。これは、そのMSBがビット番号3だからである。これ以外に、パラメータ「maxBitNumb

10

20

30

40

50

er」は、絶対値が最大の変換係数のMSBよりも大きな値をセットしてもよい。タイル三つ組のために当該三つ組における各々のタイルが別々にエントロピー符号化されるが、当該タイル三つ組のための「maxBitNumber」は利用される。実際に、タイル三つ組における3つのタイルはその後いっしょに復号されるため、共通の「maxBitNumber」の利用はタイル三つ組と当該タイル三つ組における各々のタイルとを関連付ける。問題となるタイル全体に対して各々初期領域をセットすることにより、各々のタイルは、別々に処理されることができる。

【0059】

更に、ステップ706では、符号化パラメータ、「minBitNumber」が、符号化画像品質を指定するようにセットされる。さらに詳しくは、この符号化パラメータは、変換される画像の全ての係数の精度を指定し、必要に応じて変更できる。例えば、「minBitNumber」が3であれば、1の場合よりも、元の画像の再現がより粗くなる。

【0060】

「minBitNumber」は、通常、ビットストリーム500のヘッダー情報に記録され、画像全体の圧縮の品質を定義する。

【0061】

ステップ712において開始されて、各々のタイルは、タイル全体として初期領域をセットすることにより符号化される。ステップ714において、領域は、パラメータとしての「maxBitNumber」及び「minBitNumber」と共に符号化される。ステップ716において処理が終了する。

【0062】

図8は、各々の領域を符号化するための、図7のステップ714において呼び出される手順、「Code region(currentBitNumber, minBitNumber)」のフロー図を詳細に示したものであり、ここでは「maxbitNumber」は、「currentBitNumber」として与えられる。ステップ802では、処理が開始する。図8の領域符号化処理への入力は、「currentBitNumber」及び「minBitNumber」のパラメータを含む。当該方法は、再帰的技術、すなわち、処理が、選択された領域又はサブ領域と共にそれ自身を呼び出すことができる技術、として実行されることが好ましい。しかしながら、その処理は、本発明の範囲及び要旨から逸脱することなく、非再帰的な手法において実行してもよい。

【0063】

決定ブロック804では、「currentBitNumber」パラメータが「minBitNumber」パラメータよりも小さいかどうかを決定するためのチェックが行われる。決定ブロック804が真(yes)を返したならば、何も行われず、ステップ806における呼び出し手順(又は親処理)へ戻る。この条件は、選択領域のあらゆる係数が「minBitNumber」よりも小さいMSB番号を有することを表している。そうではなく、決定ブロック804が偽(no)を返した場合は、処理は決定ブロック808に進む。

【0064】

決定ブロック808では、選択された領域が、1×1画素かどうかを決定するためのチェックが行われる。本実施形態では、1×1画素の所定のサイズで説明しているが、当業者であれば、本発明の範囲及び要旨を逸脱することなく、他の異なるサイズを用いることができることが明らかである。所定のサイズは、M×N画素とすることができ、この場合、M及びNは共に正の整数である。例えば、所定のサイズは2×2の画素又は係数よりも小さいか同じサイズであってもよい。決定ブロック808が、真(yes)を返したならば、処理はステップ810へ進む。ステップ810では、1×1画素が符号化される。ここでも、当業者にとって、異なる所定のサイズ(M×N画素)を用いることができることは明らかである。更に、所定のサイズは、2×2の画素又は係数よりも小さいか同じサイズであってもよい。好ましくは、このステップ810は、符号化表現に「minBitNumber」より上の残りのビットを直接出力することを伴う。ステップ812では、処理は、呼び出し手順へ戻る。そうではなく、決定ブロック808が偽(no)を返した場合、領域は一以上の係数より構成されており、処理は決定ブロック814へ進む。

【 0 0 6 5 】

決定ブロック 8 1 4 では、有意か否かを決定するために選択領域がチェックされる。すなわち、その領域の有意性を調べる。領域内で各々の係数の M S B が「currentBitNumber」パラメータの値よりも小さい場合には当該領域は有意でないとされる。領域有意性の考え方を明確にするため、式 (1) に数学的定義を掲載する。任意のビット番号で、仮にcurrentBitNumber = n で、領域は次のような場合に有意でないとされる：

【 0 0 6 6 】

【 数 1 】

$$|c_{ij}| < 2^n, \forall i, j \in R,$$

10

【 0 0 6 7 】

ここで、R は領域、 c_{ij} は当該領域内の係数 (i , j) を表す。決定ブロック 8 1 4 が偽 (no) を返した場合は、処理はステップ 8 1 6 へ進む。ステップ 8 1 6 では、値 0 (すなわち第 1 のトークン：first token) が符号化表現ストリームに出力され、「currentBitNumber」が 1 つ減算されて、サブルーチン「Code region(currentBitNumber - 1、minBitNumber)」に対して、再帰的な呼び出しがステップ 8 1 7 においてされる。すなわち、次に、領域のより低いビット平面が処理のために選択される。処理はその後、決定ブロック 8 0 4 へ進み、領域は、パラメータ「currentBitNumber - 1」及び「minBitNumber」により再び処理される。そうではなく、決定ブロック 8 1 4 が真 (yes) を返した場合は、その領域は有意であり、処理はステップ 8 1 8 へ進む。代わりに、再帰的な関数の呼び出し数を減ずるため、ステップ 8 1 4 を、「currentBitNumber - n ゼロ」を出力させる工程に変更することもできる。ここでの n は有意な領域の最大の整数である。もし、n が「minBitNumber」よりも小さくない場合は、処理はステップ 8 1 8 へ進み、その他の場合は関数が終了する。

20

【 0 0 6 8 】

ステップ 8 1 8 では、値 1 (すなわち第 2 のトークン：second token) が符号化表現ストリームに出力される。ステップ 8 2 0 では、選択された領域が所定の数 (好ましくは 4) のサブ領域に、指定された分割アルゴリズム又は処理を用いることにより分割される。用いられる分割処理にデコーダは対応している。

【 0 0 6 9 】

30

本実施形態においては、正方形領域が用いられ、各々の正方形領域は、4 分木方式により分割される。すなわち、領域は、4 つの同じサイズ (正方形) の領域に分割されるのが好ましい。サブ領域は、その後、再帰的に選択され、再び 4 つの同じサイズ (正方形) のサブ領域に分割される。再帰的な分割のためのサブ領域の選択は、実質的にサブ領域の係数の値に依存し、所望のサイズのサブ領域に至るか又はサブ領域の全ての係数がゼロになったときに再帰はストップする。この 4 分木形式の分割は、当初の領域のサイズ及び形状に依存しており、常に可能とは限らない。もし、可能でないならば、当初の領域は、2 のべき乗 (power) である次元を有するいくつかの正方形領域に分割することができ、これらの区分は、別々に符号化することができる。いずれにしても、インテリジェントな形式でなされれば、この初期化がもたらす影響は最小である。他の実施形態では、ブロック単位の

40

【 0 0 7 0 】

ステップ 8 2 2 では、各々のサブ領域が同じ「currentBitNumber」及び「minBitNumber」パラメータにより符号化される。好ましくは、これは、図 8 の処理「Code region (currentBitNumber、minBitNumber)」を再帰的に呼び出すことによりなされる。サブ領域のこの符号化は並行して若しくは連続して実行され得る。

【 0 0 7 1 】

符号化表現において、変換係数は「currentBitNumber」から「minBitNumber」へ画素ビットを単に出力することによって符号化される。好ましくは、約束事にしたがって、いくつかの係数ビットがゼロでない場合にのみ、符号が出力される。例えば、もし「currentBit

50

Number」 = 3 で、「minBitNumber」 = 1 であれば、- 9 (0 0 0 0 1 0 0 1) は、符号ビット「1」に続く「1 0 0」として符号化される。

【 0 0 7 2 】

< 圧縮符号化の例 >

本実施形態のエントロピー符号化方法は、大半の変換係数の先行するゼロを効率的に符号化する一方で、最上位ビットから所定の最下位のビットへ、パラメータ「minBitNumber」によって指定されるビットを符号化し、符号は単純にそのままとする。すなわち、本実施形態は、先行するゼロをうまく表現する。この方法は、ある状況で、すなわち、所定の手法でゆがめられた配列された係数を符号化する場合にはとても効果的であり、通常、広いダイナミックレンジが示される。通常、いくつかの係数がとても大きな値を持つ一方で、大半はとても小さな値をもつ。係数の大きさは、最も大きな大きさの係数から実質的に降順に配置されるような配列において配置される。

10

【 0 0 7 3 】

4 × 4 係数からなる 2 次元領域を符号化する例を、図 1 1 A 乃至 1 1 D を参照して説明する。図 1 1 A の 4 × 4 領域 1 1 0 0 の処理は「maxBitNumber」を 7 にセットして開始する。これが、全ての係数の中で最も大きなビット番号（ビット平面）だからである。

【 0 0 7 4 】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} 200 & 13 & -11 & -8 \\ -13 & 3 & -4 & -3 \\ 8 & 1 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

20

【 0 0 7 5 】

説明のため、「minBitNumber」は 3 にセットされる。タイルのヘッダー（情報）は、「maxbitNumber」を含む符号化表現に出力されるのが好ましい。領域 1 1 0 0 を符号化する処理は以下のとおりである。

【 0 0 7 6 】

「currentBitNumber」 = 7 で、(1) が出力される。領域 1 1 0 0 はビット番号 7 に対して有意だからである（決定ブロック 8 0 4、8 0 8 及び 8 1 4、及び、図 8 のステップ 8 1 8 を参照）。領域 1 1 0 0 は、その後、4 つのサブ領域、図 1 1 A の左上の領域 1 1 1 0、右上の領域 1 1 1 2、左下の領域 1 1 1 4 及び右下の領域 1 1 1 6、に分割される（図 8 のステップ 8 2 0 を参照）。各々のサブ領域は 2 × 2 係数からなる。

30

【 0 0 7 7 】

図 1 1 A のサブ領域 1 1 1 0、1 1 1 2、1 1 1 4 及び 1 1 1 6 は、図 1 1 B に示した予め定義された処理シーケンスにおいて順に符号化され、領域 1 1 5 0 は 4 つのサブ領域 1 1 5 0 A 乃至 1 1 5 0 D から構成される。図に示された 3 本の矢印は、処理の順番又はシーケンス、すなわち、左上のサブ領域 1 1 5 0 A、右上のサブ領域 1 1 5 0 B、左下のサブ領域 1 1 5 0 C 及び右下のサブ領域 1 1 5 0 D、をそれぞれ示している。

【 0 0 7 8 】

図 1 1 A のサブ領域 1 1 1 0 は、最初に符号化される（図 8 のステップ 8 2 2 を参照）。「currentBitNumber」が 7 に等しい場合、(1) が符号化表現に出力される。サブ領域 1 1 1 0 は、その後、4 つの 1 × 1 画素（十進数値 2 0 0、1 3、- 1 3、及び 3 を有する）に分割される。これらの係数の各々は、「currentBitNumber」 = 7 から「minBitNumber」 = 3 までの各係数のビットをへ出力することで符号化される（図 8 の決定ブロック 8 0 8 及びステップ 8 1 0 を参照）。符号ビットは、その後必要に応じて出力される。このようにして、十進数での値が 2 0 0 なら符号ビット 0 に続けて 1 1 0 0 1 と符号化される。係数値 1 3 は、符号ビット 0 付きで 0 0 0 0 1 として符号化される。係数値 - 1 3 は、符号ビット 1 の付いた 0 0 0 0 1 に符号化される。最後に、係数値 3 は、0 0 0 0 0（符号ビットなし）に符号化される。各係数の符号化表現は、「currentBitNumber」と「minBitNumber」との間に、係数「2 0 0」のビットに先行する 2 個の「1」ビットを含む。これ

40

50

で、左上のサブ領域 1 1 1 0 の符号化が完了する。この段階での符号化出力は次のようになる：

【 0 0 7 9 】

【 数 3 】

1111001 0 00001000001100000
200 13 -13 3

【 0 0 8 0 】

タイトルヘッダー情報は、上記表現には示していない。

【 0 0 8 1 】

右上のサブ領域 1 1 1 2 は、その後、符号化される（図 1 1 B 毎に）。各「currentBitNumber」が 7、6、5 及び 4 について、領域 1 1 1 2 は、これらのビット番号に対して有意でないため、（ 0 ）が出力される。「currentBitNumber」= 3 で、（ 1 ）が出力される。このビット平面はビット番号 3 に対して有意だからである。サブ領域 1 1 1 2 は、値 - 1、- 8、- 4 及び - 3 を有する 4 つの 1 × 1 画素に分割される。これらの十進数の値は、それぞれ、符号ビット 1 が付されたビット値 1、符号ビット 1 が付されたビット値 1、符号ビットなしのビット値 0 同様にビット値 0 として符号化される。すなわち、この段階では、符号化表現は、次の通りである。

【 0 0 8 2 】

【 数 4 】

111100100000100000110000000001 11 11 0 0
-11-8-4-3

【 0 0 8 3 】

その後、左下のサブ領域 1 1 1 4 が符号化される。（ 0 ）が各「currentBitNumber」が 7、6、5 及び 4 のために出力される。領域 1 1 1 4 はこれらのビット番号に対して有意ではないからである。「currentBitNumber」が 3 で、（ 1 ）が出力される。このビット平面は、ビット番号 3 に対して有意だからである。サブ領域 1 1 1 4 は、その後、値 8、1、2 及び - 1 を有する 4 つの 1 × 1 画素に分割される。これらは、各々、符号ビット 0 の 2 進数の値 1、符号ビットなしの 2 進数の値 0、0 及び 0 として符号化される。

【 0 0 8 4 】

最後に、値 - 2、- 2、- 3 及び - 3 を有する右下のサブ領域 1 1 1 6 が符号化される。各「currentBitNumber」が 7、6、5、4 及び 3 のために、（ 0 ）が出力される。サブ領域 1 1 1 6 は、これらのビット番号に対して有意でないためである。符号ビットは出力されない。すなわち、符号化表現は、以下の通りである。

111100100000100000110000000001111100000011000000000

エントロピーデコーダは、単純にエントロピー符号化処理にならって、図 1 1 C に図示したように符号化表現から領域を再構成する。

【 0 0 8 5 】

復号処理は、多数の方法で「よりスマート」に行うことができる。このような「よりスマート」な手法の一つを図 1 1 D に示す。この場合、各々の非ゼロ係数の大きさは 2 の「minBitNumber」のべき乗の半分ずつ増加する。これを図 1 1 D に示す。このようにすると、「スマート」な復号処理は、復号した係数と元の係数の間の平均二乗誤差を一般的に減少できる。更に、符号器はこれ以外にもこの（種の）演算を実行でき、これによってデコーダに図 1 1 C に図示した最も簡単な方法を利用させる。

【 0 0 8 6 】

< エントロピー復号処理 >

図 9 は、本実施形態のエントロピー符号化処理によりエントロピー符号化されたタイルを復号する手法を図示したフロー図である。ステップ 9 0 2 では、符号化表現を用いて処理が開始する。ステップ 9 0 6 では、選択されたタイルの復号が、領域を選択されたタイル全体に対してセットすることによって開始される。ステップ 9 0 8 では、選択された領

10

20

30

40

50

域が「maxBitNumber」及び「minBitNumber」パラメータを用いて復号される。処理は、ステップ912で終了する。

【0087】

図10は、「Decode region (currentBitNumber, minBitNumber)」を呼び出す手順を用いることにより各領域を復号するための、図9のステップ908の詳細なフロー図を示している。ここで「maxBitNumber」は「currentBitNumber」として与えられる。ステップ1002では、処理が開始する。図10の領域復号処理に対する入力は、「currentBitNumber」及び「minBitNumber」パラメータである。再び、再帰的技術として好適な方法が実行される。しかしながら、本発明の範囲及び要旨から逸脱することなく、当該処理は非再帰的技術で実行されてもよい。

10

【0088】

決定ブロック1004では、「currentBitNumber」が「minBitNumber」より小さいか否かを決定するためのチェックが行われる。決定ブロック1004が真(yes)を返した場合は、処理はステップ1006へ進み、処理が、呼び出し手順へ戻る。そうではなく、決定ブロック1004が偽(no)を返した場合は、処理は、決定ブロック908へ進む。

【0089】

決定ブロック1008では、選択された領域が、1×1画素サイズを有するか否かを決定するチェックが行われる。決定ブロック1008が真(yes)を返した場合は、処理はステップ1010へ進む。ステップ1010では、1×1領域が復号される。なお、サイズは予め決定してもよく、M×N画素と等しくてもよい。この場合、MとNは正の整数である。例えば、サイズは2×2の画素又は係数と等しいか若しくは小さくしてもよい。処理は、その後、ステップ1010における呼び出し手順へ戻る。決定ブロック1008が、偽(no)を返した場合は、処理はステップ1014へ進む。ステップ1014では、ビットが符号化表現から入力される。

20

【0090】

決定ブロック1016では、ビットが1に等しいか、すなわち、領域が有意か否かを決定するために、入力がチェックされる。決定ブロック1016が偽(no)を返した場合は、処理はステップ1018へ進む。ステップ1017では、「currentBitNumber」が1つ減算されて、サブルーチン「Decode Region (currentBitNumber - 1, minBitNumber)」に対して再帰的呼び出しが成され、処理は決定ブロック1004へ進む。そうではなく、決定ブロック1016が真(yes)を返した場合は、処理はステップ1020へ進む。ステップ1020では、領域が、所定の数(好ましくは4)のサブ領域に分割される。ステップ1022では、各サブ領域は「currentBitNumber」及び「minBitNumber」を用いて復号される。本実施形態では、この処理は、図10に示した処理を再帰的に呼び出すことによりなされる。ステップ1024では、処理が呼び出し手順へ戻る。

30

【0091】

このように、エンコーダでの有意性の決定から出力されたビットが処理のどのパスを取るかデコーダに指示し、こうしてエンコーダに倣う。

【0092】

画素とおそらくは符号も適当なビット数(currentBitNumberからminBitNumberまで、及び、それらに非ゼロがある場合には符号ビット)で単純に読み出すことにより復号される。

40

【0093】

符号化及び復号処理は、図12に示されるような従来の汎用コンピュータを用いて実行することがこのましく、図1乃至11に示した処理は、コンピュータ上で実行されるソフトウェアとして行われる。特に、符号化及び/又は復号処理の工程は、コンピュータによって実行されるソフトウェアにおける指示により達成される。ソフトウェアは2つの部分に分割されてもよく、一つは、符号化及び/又は復号方法を実行するための部分であり、もう一つは、後者とユーザとの間のユーザインターフェースを取り扱う部分である。ソフトウェアは、コンピュータ可読媒体、例えば、後述する記憶装置に格納されてもよい。ソ

50

フトウエアはコンピュータ可読媒体からコンピュータにロードされ、その後、コンピュータにより実行される。そのようなソフトウェア又はコンピュータプログラムを有するコンピュータ可読媒体は、コンピュータプログラム製品である。コンピュータ内でそのようなコンピュータプログラム製品を使用することは、本実施形態に関連して、デジタル画像の符号化及びデジタル画像の符号化表現の復号に有利な装置には、むしろ効果的である。システムは、デジタル画像の符号化のため及び対応する画像の符号化表現を復号するため、若しくはその逆のための専用システムとされ得る。

【0094】

コンピュータシステム1200は、コンピュータ1202と、ビデオディスプレイ1216と、入力装置1218及び1220とを備える。更に、コンピュータシステム1200は、ラインプリンタ、レーザプリンタ、プロッタ及びコンピュータ1201に接続される他の記録装置を含むいくつかの出力装置を有することもできる。コンピュータシステム1200は、一又は複数の他のコンピュータと、モデム通信経路、コンピュータネットワーク等の適当な通信チャネル1230を利用した通信インターフェース1208cを介して接続することもできる。コンピュータネットワークとしては、ローカルエリアネットワーク(LAN)、ワイドエリアネットワーク(WAN)、イントラネット、及び/又はインターネットが含まれる。

10

【0095】

コンピュータ1202は、それ自体、中央処理ユニット1204と、ランダムアクセスメモリ(RAM)及びリードオンリーメモリ(ROM)等を含むメモリ1206と、入力/出力(I/O)インターフェース1208a及び1208bと、ビデオインターフェース1210と、一又は複数の記憶装置(概して、図12のブロック1212で示される。)と、を備える。記憶装置1212は、一又は複数の、フロッピーディスク、ハードディスクドライブ、光磁気ディスクドライブ、CD-ROM、磁気テープの他、当業者に公知の不揮発性記憶装置のうちの1又は2以上のものから構成することができる。各々の構成1204乃至1212は、通常、順にデータバス、アドレスバス、コントロールバスから構成され得るバス114を介して相互に接続される。

20

【0096】

ビデオインターフェース1210は、ビデオディスプレイ1216に接続され、コンピュータ1202からの表示のためのビデオ信号をビデオディスプレイ1216へ供給する。コンピュータ1202を操作するためのユーザの入力は、1又は複数の入力装置によってもたらされる。例えば、オペレータは、キーボード1218及び/又はマウス1220のようなポインティングデバイスを、コンピュータ1202への入力のために利用することができる。

30

【0097】

システム1200は、単なる一例であり、本発明の範囲及び要旨から逸脱することなく、他の形式も採用し得る。本実施形態を実施できる典型的なコンピュータには、IBM-PC/AT又は互換機、マッキントッシュ(TM)ファミリのコンピュータ、サンマイクロシステムズのSparcstation(TM)等が含まれる。これらは、本実施形態が実行しえるコンピュータの形式の単なる例示に過ぎない。概して、本実施形態の以下の処理は、ソフトウェア又はコンピュータ可読媒体としてのハードディスクドライブ(概して図12のブロック1212に示される)に記録されたプログラムとして備わっており、また、プロセッサ104を用いて読取られ、また、制御される。プログラム、画素データ及びネットワークから取りこまれたデータの間記録は、ハードディスクドライブ1212と協同可能な半導体メモリ1206を用いることにより実行することができる。

40

【0098】

いくつかの場合、プログラムは、CD-ROM又はフロッピーディスク(共に概してブロック1212によって示される)に符号化されてユーザに供給することができ、また、代わりに、例えば、コンピュータに接続されたモデム装置を介してネットワークからユーザによって読取られることもできる。更に、ソフトウェアも、磁気テープ、ROM、集積回

50

路、光磁気ディスク、コンピュータと他の装置との間における電波又は赤外線伝送路、P C M C I Aカードのようなコンピュータ可読カード、を含む他のコンピュータ可読媒体から、または、E - m a i l 通信及びウェブサイトに登録された情報を含むインターネットおよびイントラネット等から、コンピュータシステム 1 2 0 0 へロードすることもできる。これらは、適切なコンピュータ可読媒体を例示したに過ぎない。他のコンピュータ可読媒体も本発明の範囲及び要旨を逸脱することなく用いることができる。

【 0 0 9 9 】

符号化及び／又は復号の方法は、この他に、符号化及び復号の機能又は補助機能を実行する一又は複数の集積回路のような専用のハードウェアにおいて実行することもできる。そのような専用のハードウェアは、グラフィックプロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ、又は、一又は複数のマイクロプロセッサ及び関連するメモリを含むことができる。

10

【 0 1 0 0 】

システムの一般的な処理において、ユーザは、上述した 1 又は複数のコンピュータ可読媒体に登録されたデジタル画像を符号化／復号するであろう。その他に、ユーザは、通信チャンネル 1 2 3 0 を介して当該デジタルを取得することもできる。そのような環境では、復号処理は、遠隔のコンピュータ（図示しない）で実行され、また、復号処理はコンピュータ 1 2 0 2 で実行される。

【 0 1 0 1 】

< 他の実施形態 >

他の実施形態は、上述した実施形態として実質的に説明されるが、画像の複数レベルサブバンド分解によって提供される全ての複数解像度が、効率的にビットストリームへ符号化されるのではなく、予め選択された数のレベル（解像度）のみが、上記実施形態に従って効率的な符号化のために選択される。

20

【 0 1 0 2 】

すなわち、例えば、図 2 及び図 3 に記載された 4 つの解像度の 3 つが所望の解像度として選択される。例えば、最も高い解像度ならば、次に高い解像度及び最も低い解像度だけが所望の解像度であり、その後、図 1 の符号化処理に対するマイナーな修正を伴って、2 つの解像度レベルが、効率的に、単一の符号化された解像度を提供するために符号化処理において結合（combine）される。

【 0 1 0 3 】

図 1 において説明した符号化処理において 2 つの解像度を結合することにより、効率的に符号化された解像度の合計数は 1 つずつ減る。解像度レベルの結合により、結合の効果的な解像度は、結合における最も高い解像度と同等になる。

30

【 0 1 0 4 】

非冗長的な階層化表現においては、一つの解像度を復号するためには、通常、全ての先のより低い解像度レベルの情報を必要とする。すなわち、結合は、複数解像度の 2 つ又はそれ以上の隣接するレベルの結合であることが好ましい。この実施形態では、ビットストリームは、例えば、図 3 により説明したレベル 3 及びレベル 2 のサブバンドのタイルを、単一の解像度へ結合したビットストリームを有し、次のように表現される。

【 0 1 0 5 】

D C (0 , 0) 、 D C (0 , 1) 、 D C (1 , 0) 、 D C (1 , 1) 、 H L 3
(0 , 0) 、 L H 3 (0 , 0) 、 H H 3 (0 , 0) 、 H L 2 (0 , 0) 、 L H 2
(0 , 0) 、 H H 2 (0 , 0) 、 H L 3 (0 , 1) 、 L H 3 (0 , 1) 、 H H 3
(0 , 1) 、 H L 2 (0 , 1) 、 L H 2 (0 , 1) 、 H H 2 (0 , 1) 、 H L 3
(1 , 0) 、 L H 3 (1 , 0) 、 H H 3 (1 , 0) 、 H L 2 (1 , 0) 、 L H 2
(1 , 0) 、 H H 2 (1 , 0) 、 H L 3 (1 , 1) 、 L H 3 (1 , 1) 、 H H 3
(1 , 1) H L 1 (1 , 1) 、 L H 1 (1 , 1) 、 H H 1 (1 , 1)

上記表現には、ヘッダ情報は示していない。

40

【 0 1 0 6 】

上記実施形態のビットストリームの配置によれば、有利なことに、所定の解像度における

50

画像の局所部分を表現する 1 又はそれ以上のタイルへ効率的にアクセスできる。しかしながら、アクセスタイム中に、他の実施形態として説明したように解像度レベルの結合においてより低い解像度レベルをほどこすために、追加の負担があっても本発明の実施形態によるビットストリームから、画像のサブバンド分解によって得られた全ての解像度は、常に取り出せる。

【0107】

本発明の実施形態のビットストリームの配置は、ランダムアクセスのためのアクセス時間が比較的遅い記憶装置へビットストリームを格納し、また、そこから読み出す点で有利である。

【0108】

本実施形態において説明したビットストリームの更に有利な点は、デジタル画像の一部にアクセスするために、解像度レベル毎のタイルの行 (row) 毎のビットストリームへのポインタアクセスが、せいぜい一つし要求されないことにある。

【0109】

ポインタ及びサイズ (各々のタイルの係数の数) から決定され得るオフセットは、行 (row) におけるタイルをアドレスするために用いることができる。その他に、ビットストリーム中に順番に (連続的に) 配置され、(所望の) 解像度レベル毎に、空間的に関連のあるタイル毎のポインタがせいぜい要求される。

【0110】

本実施形態では、いくつかの例について説明したが、これが全てではない。当業者であれば、ビットストリームの配置のいくつかは、インテリジェントな手法で解像度 (サブバンドのレベル) をビットストリーム中へ結合することによってなしえることが理解されるであろう。例えば、N レベル DWT 表現で単に最大及び最小の解像度において画像の一部に効率的にアクセスするために、最も小さい解像度以外の解像度を与えるサブバンドにおけるタイルが、上記他の実施形態において説明されたように実質的にビットストリーム中へ結合され得る。

【0111】

上述した説明は、本発明の一部の実施形態にのみ関するものであるが、当業者であれば、本発明の範囲及び要旨を逸脱することなく、修正及び / 又は変更を行うことができる。

【0112】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、所望の解像度表現で画像中の所定の局所部分を高速に再生できるように画像を符号化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な実施の形態による画像符号化処理のブロック図である。

【図2】本発明の好適な実施の形態による符号化された表現の概略図である。

【図3】図2におけるコード表現をタイル化表現した図である。

【図4】図3に示したタイルにオーダーリングしたものを示した図である。

【図5】本発明の好適な実施の形態におけるビットストリームを表した図である。

【図6】本発明の好適な実施の形態における復号処理のブロック図である。

【図7】本発明の好適な実施の形態による画像の表現又は符号化の方法を表したフロー図である。

【図8】図7のある領域を符号化する工程を表した詳細なフロー図である。

【図9】図7に示す方法により生成された画像のコード表記を復号する方法を示すフロー図である。

【図10】図9のある領域を復号する工程を示すフロー図である。

【図11A】図7乃至図10の符号化及び復号方法による2次元、8係数領域の処理を示した図である。

【図11B】図7乃至図10の符号化及び復号方法による2次元、8係数領域の処理を示した図である。

10

20

30

40

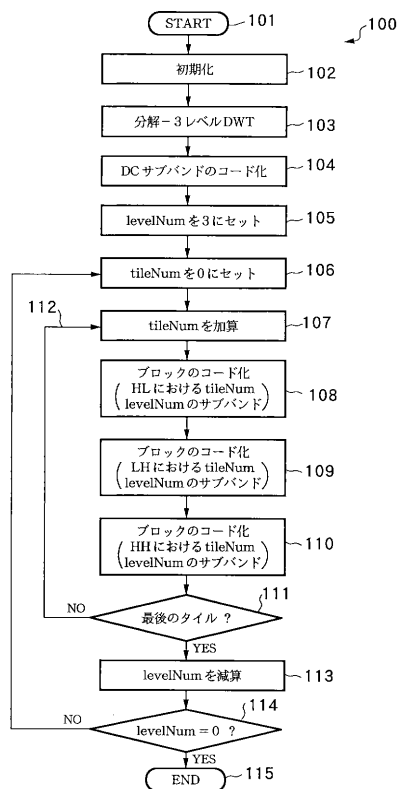
50

【図 1 1 C】 図 7 乃至図 1 0 の符号化及び復号方法による 2 次元、8 係数領域の処理を示した図である。

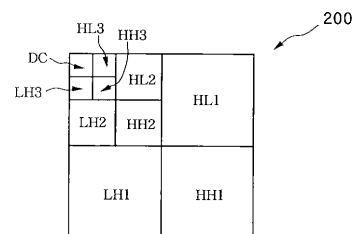
【図 1 1 D】 図 7 乃至図 1 0 の符号化及び復号方法による 2 次元、8 係数領域の処理を示した図である。

【図 1 2】 本発明の好適な実施形態を実行するためのコンピュータを示した図である。

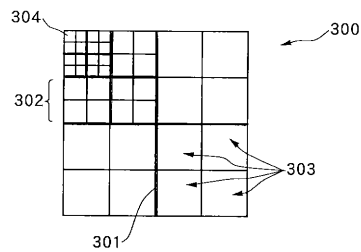
【図 1】



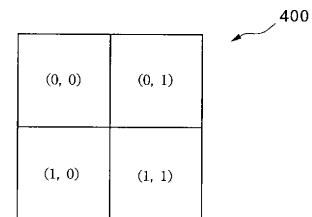
【図 2】



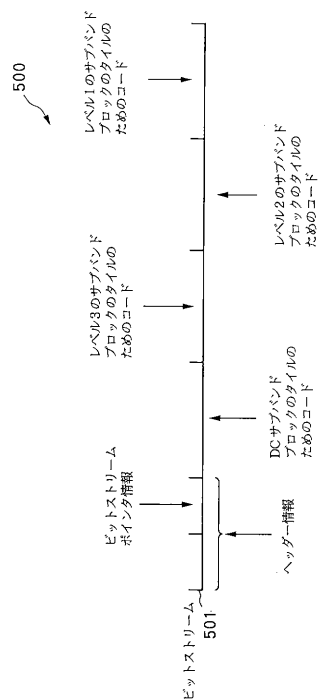
【図 3】



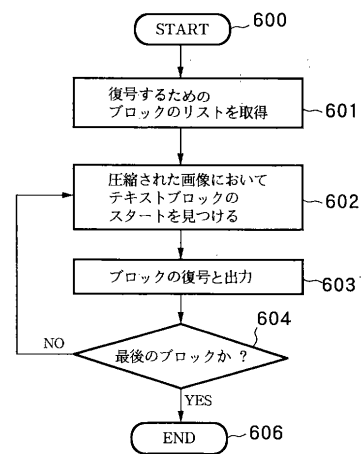
【図 4】



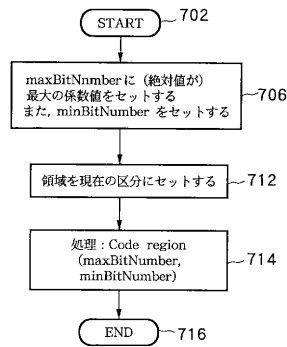
【図 5】



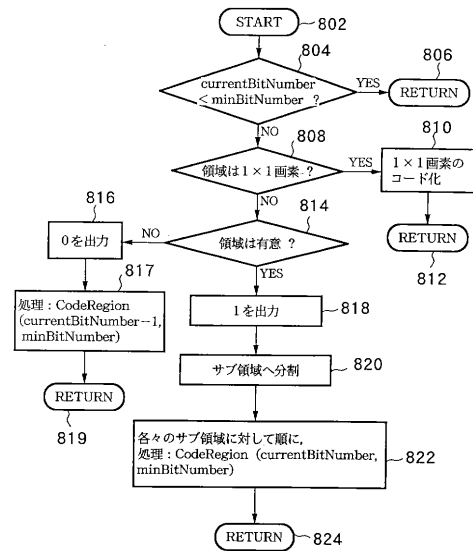
【図 6】



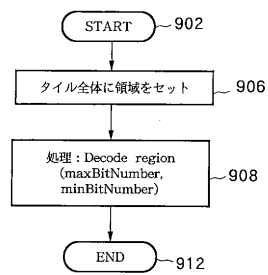
【図 7】



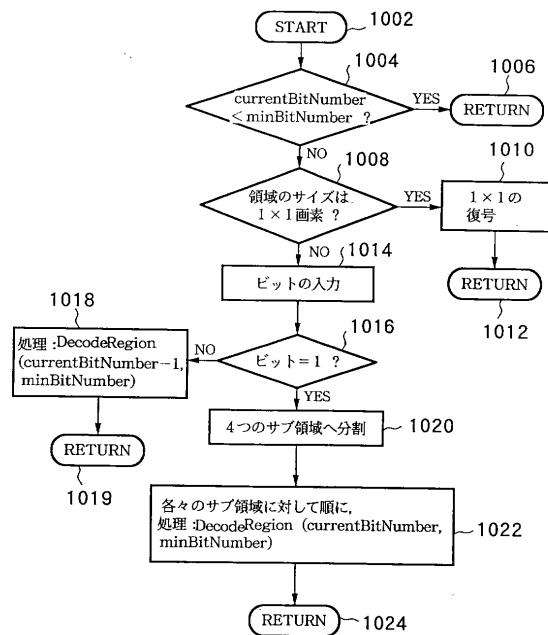
【図 8】



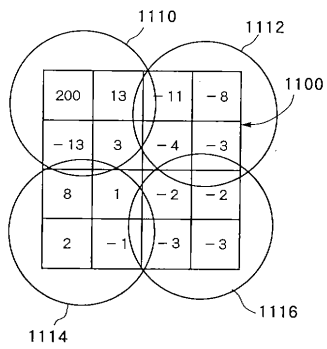
【図 9】



【図 10】



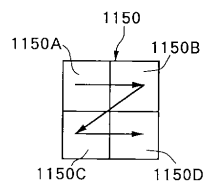
【図 1 1 A】



【図 1 1 C】

200	8	-8	-8
-13	0	0	0
8	0	0	0
0	0	0	0

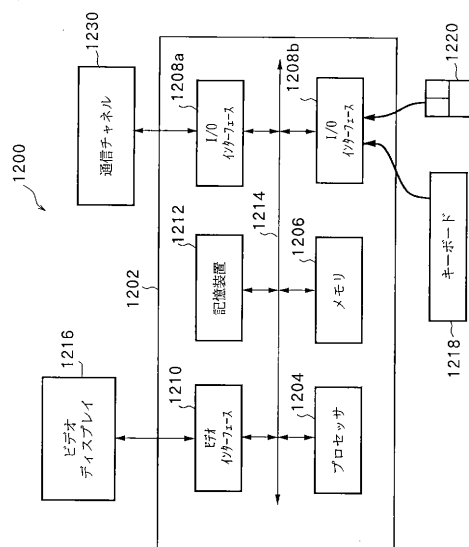
【図 1 1 B】



【図 1 1 D】

204	12	-12	-12
-12	0	0	0
12	0	0	0
0	0	0	0

【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 ジェームス フィリップ アンドリュー

オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウェールズ州, ノース ライド, トーマス ホルト
ドライブ 1 キヤノン インフォメーション システムズ リサーチ オーストラリア プ
ロプライエタリー リミテッド内

審査官 渡辺 努

(56)参考文献 特開平10-084484(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/41