

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4489605号
(P4489605)

(45) 発行日 平成22年6月23日 (2010. 6. 23)

(24) 登録日 平成22年4月9日 (2010. 4. 9)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N	1/41	(2006. 01)	HO 4 N	1/41	B
HO 3 M	7/30	(2006. 01)	HO 3 M	7/30	A
HO 3 M	7/40	(2006. 01)	HO 3 M	7/40	
HO 4 N	7/30	(2006. 01)	HO 4 N	7/133	Z
HO 4 N	7/26	(2006. 01)	HO 4 N	7/13	Z

請求項の数 30 (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2005-11300 (P2005-11300)
 (22) 出願日 平成17年1月19日 (2005. 1. 19)
 (65) 公開番号 特開2006-203409 (P2006-203409A)
 (43) 公開日 平成18年8月3日 (2006. 8. 3)
 審査請求日 平成20年1月18日 (2008. 1. 18)

(73) 特許権者 591128453
 株式会社メガチップス
 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目1番6号
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (72) 発明者 水野 雄介
 大阪市淀川区宮原4丁目1番6号 株式会
 社メガチップス L S I ソリューションズ内

審査官 堀井 啓明

(56) 参考文献 特開2001-218062 (JP, A
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮符号化装置、圧縮符号化方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、
 ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、
 目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部と、
 前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、
 前記変換係数に対して、前記量子化ステップサイズに基づく量子化および並べ替えと、
 前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトと、を施す量子化部と、
 前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、
 前記エントロピー符号化部の出力する符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号化データの一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部と、
 を備えることを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 2】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、
 ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、
 前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、

10

20

前記変換係数の量子化を行う量子化部と、

前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、

前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部と、

を備えることを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 3】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、

画像信号をタイル分割するタイリング部と、

タイル分割された前記画像信号をウェーブレット変換により高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、

前記画像信号に前記タイル単位で関心領域を設定する関心領域設定部と、

前記変換係数の量子化を行う量子化部と、

前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、

前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部と、

を備えることを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の圧縮符号化装置であって、さらに、

目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部、

を備え、

前記量子化部は、前記量子化ステップサイズに基づいて前記変換係数の量子化を行い、

前記符号量制御部は、前記量子化ステップサイズに基づいて前記符号化データの並べ替えを行うことを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 5】

請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載の圧縮符号化装置であって、

前記関心領域設定部は、設定した各関心領域に優先度を付与し、

前記関心領域の設定情報に基づく前記ビットシフトのシフト量は前記優先度に応じて決定されることを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の圧縮符号化装置であって、

前記符号量制御部は、前記レート制御の切り捨て対象をビットプレーン単位で決定することを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の圧縮符号化装置であって、

前記符号量制御部は、前記レート制御の切り捨て対象をパス単位で決定することを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 8】

請求項 1、請求項 4 ないし請求項 7 のいずれかに記載の圧縮符号化装置であって、

前記画質制御部は、合成フィルタ係数のノルムと人間の視覚特性に基づいて定められた所定の数値である energy weighting factor とを乗算した値で、指定された前記量子化パラメータを除算して、人間の視覚特性を考慮した重み付けを施した前記量子化ステップサイズを求めることを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 9】

請求項 1、請求項 4 ないし請求項 8 のいずれかに記載の圧縮符号化装置であって、

前記画質制御部は、前記量子化ステップサイズが所定の数値より小さいときは、前記量子化ステップサイズが前記所定の数値以上になる 2 の累乗を乗算して得られた値を前記量子化ステップサイズとすることを特徴とする圧縮符号化装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の圧縮符号化装置であって、

前記量子化ステップサイズが前記画質制御部において 2 の累乗を乗算して求めた値であるときは、当該量子化ステップサイズに基づく並べ替えを行うときに、前記変換係数または前記符号化データを、前記 2 の累乗の指数に対応するビット数分だけビットシフトすることを特徴とする圧縮符号化装置。

10

【請求項 11】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、

(a) ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、

(b) 目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める工程と、

(c) 前記画像信号に関心領域を設定する工程と、

(d) 前記変換係数に対して、前記量子化ステップサイズに基づく量子化および並べ替えと、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトと、を施す工程と、

(e) 前記工程 (d) の処理を施した前記変換係数をエントロピー符号化する工程と、

(f) 前記工程 (e) で符号化した符号化データの全体容量が目標符号量となるように前記符号化データの一部を切り捨てるレート制御を行う工程と、

を備えることを特徴とする圧縮符号化方法。

20

【請求項 12】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、

(a) ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、

(b) 前記画像信号に関心領域を設定する工程と、

(c) 前記変換係数の量子化を行う工程と、

(d) 前記工程 (c) で量子化した前記変換係数をエントロピー符号化する工程と、

(e) 前記工程 (d) で符号化した符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う工程と、
を備えることを特徴とする圧縮符号化方法。

30

【請求項 13】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、

(a) 画像信号をタイル分割する工程と、

(b) タイル分割された前記画像信号をウェーブレット変換により高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、

(c) 前記画像信号に前記タイル単位に関心領域を設定する工程と、

(d) 前記変換係数の量子化を行う工程と、

(e) 前記工程 (d) で量子化された前記変換係数をエントロピー符号化する工程と、

(f) 前記工程 (e) で符号化した符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う工程と、
を備えることを特徴とする圧縮符号化方法。

40

【請求項 14】

請求項 12 または請求項 13 に記載の圧縮符号化方法であって、

前記量子化を行う工程は、

目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステ

50

ップサイズを求める工程と、

前記量子化ステップサイズに基づく前記変換係数の量子化を行う工程と、
を含み、

前記符号化データを並べ替える工程は、

前記量子化ステップサイズに基づく前記符号化データの並べ替えを行う工程、
を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

【請求項 15】

請求項 12 ないし請求項 14 のいずれかに記載の圧縮符号化方法であって、

前記関心領域を設定する工程は、

設定した各関心領域に優先度を付与する工程、

10

を含み、

前記関心領域の設定情報に基づくビットシフトを行う工程は、

前記優先度に応じて決定された所定のビット数分だけビットシフトする工程、
を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

【請求項 16】

請求項 11 ないし請求項 15 のいずれかに記載の圧縮符号化方法であって、

前記レート制御を行う工程は、

前記レート制御の切り捨て対象をビットプレーン単位で決定する工程、

を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

20

【請求項 17】

請求項 11 ないし請求項 15 のいずれかに記載の圧縮符号化方法であって、

前記レート制御を行う工程は、

前記レート制御の切り捨て対象をパス単位で決定する工程、

を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

【請求項 18】

請求項 11、請求項 14 ないし請求項 17 のいずれかに記載の圧縮符号化方法であって、

、

前記量子化ステップサイズを求める工程は、

合成フィルタ係数のノルムと人間の視覚特性に基づいて定められた所定の数値である energy weighting facotor とを乗算した値で、指定された前記量子化パラメータを除算して
、人間の視覚特性を考慮した重み付けを施した前記量子化ステップサイズを求める工程、
を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

30

【請求項 19】

請求項 11、請求項 14 ないし請求項 18 のいずれかに記載の圧縮符号化方法であって、

、

前記量子化ステップサイズを求める工程は、

前記量子化ステップサイズが所定の数値より小さいときは、前記量子化ステップサイズ
が前記所定の数値以上になる 2 の累乗を乗算して得られた値を前記量子化ステップサイズ
とする工程、

を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

40

【請求項 20】

請求項 19 に記載の圧縮符号化方法であって、

前記量子化ステップサイズに基づく並べ替えを行う工程は、

前記量子化ステップサイズが 2 の累乗を乗算して求めた値であるときは、当該量子化ス
テップサイズで量子化された前記変換係数または前記符号化データを、前記 2 の累乗の指
数に対応するビット数分だけビットシフトして前記符号列を生成する工程、

を含むことを特徴とする圧縮符号化方法。

【請求項 21】

マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、

ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複

50

数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、

目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部と、

前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、

前記変換係数に対して、前記量子化ステップサイズに基づく量子化および並べ替えと、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトと、を施す量子化部と、

前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、

前記エントロピー符号化部の出力する符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号化データの一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部として、
前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とするプログラム。

10

【請求項 2 2】

マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、

ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、

前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、

前記変換係数の量子化を行う量子化部と、

前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、

前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレートを制御を行う符号量制御部として、

20

前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項 2 3】

マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、

画像信号をタイル分割するタイリング部と、

タイル分割された前記画像信号をウェーブレット変換により高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、

前記画像信号に前記タイル単位に関心領域を設定する関心領域設定部と、

30

前記変換係数の量子化を行う量子化部と、

前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、

前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部として、

前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 または請求項 2 3 に記載のプログラムであって、さらに、

40

目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部として、

前記マイクロプロセッサを機能させると共に、

前記マイクロプロセッサを前記量子化部として機能させるときは、

前記量子化ステップサイズに基づく前記変換係数の量子化を行うように機能させ、

前記マイクロプロセッサを前記符号量制御部として機能させるときは、

前記符号化データを前記量子化ステップサイズに基づいて並べ替えるように機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項 2 5】

請求項 2 2 ないし請求項 2 4 のいずれかに記載のプログラムであって、

50

前記マイクロプロセッサを前記関心領域設定部として機能させるときに、
設定した各関心領域に優先度を付与するように機能させ、
前記マイクロプロセッサで前記関心領域の設定情報に基づく前記ビットシフトを行うと
きに、

前記優先度に応じて決定された所定のビット数分だけビットシフトするように機能させる
ことを特徴とするプログラム。

【請求項 26】

請求項 21 ないし請求項 25 のいずれかに記載のプログラムであって、
前記マイクロプロセッサを前記符号量制御部として機能させるときは、
前記レート制御の切り捨て対象をビットプレーン単位で決定するように機能させること
を特徴とするプログラム。 10

【請求項 27】

請求項 21 ないし請求項 25 のいずれかに記載のプログラムであって、
前記マイクロプロセッサを前記符号量制御部として機能させるときは、
前記レート制御の切り捨て対象をパス単位で決定するように機能させることを特徴とす
るプログラム。

【請求項 28】

請求項 21、請求項 24 ないし請求項 27 のいずれかに記載のプログラムであって、
前記マイクロプロセッサを前記画質制御部として機能させるときは、
合成フィルタ係数のノルムと人間の視覚特性に基づいて定められた所定の数値である en
ergy weighting facotor とを乗算した値で、指定された前記量子化パラメータを除算して 20
、人間の視覚特性を考慮した重み付けを施した前記量子化ステップサイズを求めるように
機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項 29】

請求項 21、請求項 24 ないし請求項 28 のいずれかに記載のプログラムであって、
前記マイクロプロセッサを前記画質制御部として機能させるときは、
前記量子化ステップサイズが所定の数値より小さいときは、前記量子化ステップサイズ
が前記所定の数値以上になる 2 の累乗を乗算して得られた値を前記量子化ステップサイズ
とするように機能させることを特徴とするプログラム。 30

【請求項 30】

請求項 29 に記載のプログラムであって、
前記マイクロプロセッサで前記量子化ステップサイズに基づく並べ替えを行うときに、
前記量子化ステップサイズが前記画質制御部において 2 の累乗を乗算して求めた値であ
るときは、前記変換係数または前記符号化データを、前記 2 の累乗の指数に対応するビット
数分だけビットシフトするように機能させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像圧縮伸長技術で使用される圧縮符号化装置、圧縮符号化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

画像データの次世代の高能率符号化方式として、ISO（国際標準化機構）やITU-T（国際電気通信連合電気通信標準化部門）によって、JPE G 2 0 0 0（Joint Photog
raphic Experts Group 2000）方式が策定されている。JPE G 2 0 0 0 方式は、現在主
流のJPE G（Joint Photographic Experts Group）方式と比べて優れた機能を有するも
のであり、直交変換としてDWT（離散ウェーブレット変換；Discrete Wavelet Transfo
rm）を採用し、エントロピー符号化に、ビットプレーン符号化を行うEBCOT（Embedd
ed Block Coding with Optimized Truncation）と称する方法を採用する点に特徴がある
。

【0003】

10

20

30

40

50

図25は、J P E G 2 0 0 0方式に基づいた画像の圧縮符号化を行う圧縮符号化装置100の概略構成を示す機能ブロック図である。以下、この図25を参照しつつ、J P E G 2 0 0 0方式の圧縮符号化手順について概説する。

【0004】

この圧縮符号化装置100に入力する画像信号は、D Cレベルシフト部102で必要に応じてD Cレベル変換を施された後に、色空間変換部103に出力される。次に、色空間変換部103は、D Cレベルシフト部102から入力する信号の色空間を変換する。ここで、例えば、色空間変換部103に入力するR G B信号はY C b C r信号（輝度信号Yと色差信号C b, C rからなる信号）に変換される。

【0005】

次に、タイリング部104は、色空間変換部103から入力する画像信号を、複数の矩形状の「タイル」と称する領域成分に分割してD W T部105に出力する。D W T部105は、タイリング部104から入力する画像信号に対してタイル単位で整数型または実数型のD W Tを施し、その結果得られる変換係数を出力する。D W Tでは、2次元画像信号に対して、高域成分（高周波数成分）と低域成分（低周波数成分）とに分割する1次元フィルタが垂直方向と水平方向の順に適用される。J P E G 2 0 0 0の基本方式では、垂直方向と水平方向との双方向に低域側に分割した帯域成分のみを再帰的に帯域分割していくオクターブ分割方式が採用されている。またその再帰的に帯域分割した回数は、分解レベル（decomposition level）と呼ばれる。

【0006】

図26は、オクターブ分割方式に従って、分解レベル3のD W Tを施された2次元画像120を示す模式図である。分解レベル1では、2次元画像120は、垂直方向と水平方向とに前述の1次元フィルタを順次適用することで、H H 1, H L 1, L H 1およびL L 1（図示せず）の4つの帯域成分に分割される。ここで、「H」は高域成分を、「L」は低域成分をそれぞれ示している。例えば、H L 1は、分解レベル1における水平方向の高域成分Hと垂直方向の低域成分Lとからなる帯域成分である。その表記法を一般化して、「X Y n」（X, YはH, Lの何れか；nは1以上の整数）は、分解レベルnにおける水平方向の帯域成分Xと垂直方向の帯域成分Yとからなる帯域成分を指すものとする。

【0007】

分解レベル2では、低域成分L L 1は、H H 2, H L 2, L H 2およびL L 2（図示せず）に帯域分割される。更に、分解レベル3では、低域成分L L 2は、H H 3, H L 3, L H 3およびL L 3に帯域分割される。以上で生成された帯域成分H H 1 ~ L L 3を配列したのが図26である。図26では、3次の分解レベルの例が示されているが、J P E G 2 0 0 0方式では、一般に、3次～8次程度の分解レベルが採用される。

【0008】

次に、量子化部106は、D W T部105から出力された変換係数を、必要に応じてスカラー量子化する機能を有する。また量子化部106は、R O I部107による関心領域（R O I ; Region Of Interest）の画質を優先させるビットシフト処理を行う機能も有している。尚、可逆（ロスレス）変換を行う場合には、量子化部106でのスカラー量子化は行われず、後述するポスト量子化（truncation）との2種類の量子化手段が用意されている。

【0009】

R O Iの代表的な利用方法としては、J P E G 2 0 0 0のオプション機能に指定されるMax - s h i f t法がある。

【0010】

Max s h i f t法は、R O I部分を任意の形で指定し、その部分を高画質に圧縮する一方、非R O I部分を低画質に圧縮するものである。具体的には、まず原画像に対してウェーブレット変換を行ってウェーブレット係数の分布を得た後、これらの分布の中で、非R O I部分に相当する係数分布の最も大きなウェーブレット係数の値V mを求めておく。そして、 $S \geq \max(V_m)$ となるようなビット数Sを求め、R O I部分のウェーブレ

10

20

30

40

50

ット係数のみを増大する方向へSビットだけシフトさせる。例えば、 V_m の値が十進数で「255」（即ち、二進数で「11111111」）である場合には、 $S = 8$ ビットであり、また V_m の値が十進数で「128」（即ち、二進数で「10000000」）である場合にも同様に $S = 8$ ビットであるため、この場合にはROI部分のウェーブレット係数を増大する方向へ $S = 8$ ビットだけシフトさせることになる。これにより、ROI部分については非ROI部分に比べて圧縮率を低く設定でき、ROI部分について高画質の圧縮データを得ることが可能となる。

【0011】

次に、量子化部106から出力された変換係数は、上述のEBCTに従って、係数ビットモデリング部108と算術符号化部109とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部110でレート制御される。具体的には、係数ビットモデリング部108は、入力する変換係数の帯域成分を 16×16 や 32×32 や 64×64 程度の「コードブロック」と称する領域に分割し、更に、各コードブロックを、各ビットの2次元配列で構成される複数のビットプレーンに分解する。

【0012】

図27は、複数のコードブロック121, 121, 121, ...に分解された2次元画像120を示す模式図である。また、図28は、このコードブロック121を構成するn枚のビットプレーン $122_0 \sim 122_{n-1}$ （n：自然数）を示す模式図である。図28に示すように、コードブロック121中の1点の変換係数の2進値123が「011...0」である場合、この2進値123を構成するビットは、それぞれ、ビットプレーン 122_{n-1} , 122_{n-2} , 122_{n-3} , ..., 122_0 に属するように分解される。図中のビットプレーン 122_{n-1} は、変換係数の最上位ビット（MSB）のみからなる最上位ビットプレーンを表し、ビットプレーン 122_0 は、その最下位ビット（LSB）のみからなる最下位ビットプレーンを表している。

【0013】

更に、係数ビットモデリング部108は、各ビットプレーン 122_k （ $k = 0 \sim n - 1$ ）内の各ビットのコンテキスト（context）判定を行い、図29に示すように、各ビットの有意性（判定結果）に応じて、ビットプレーン 122_k を3種類の符号化パス、すなわち、SIGパス（SIGNificance propagation pass）、MRパス（Magnitude Refinement pass）、CLパス（CLEanup pass）に分解する。各符号化パスに関するコンテキスト判定のアルゴリズムは、EBCTで定められている。それによれば、「有意である」とは、これまでの符号化処理において注目係数がゼロでないといわけている状態のことを意味し、「有意で無い」とは、係数値がゼロであるか、或いはゼロである可能性がある状態のことを意味する。

【0014】

係数ビットモデリング部108は、SIGパス（有意な係数が周囲にある有意でない係数の符号化パス）、MRパス（有意な係数の符号化パス）およびCLパス（SIGパス、MRパスに該当しない残りの係数情報の符号化パス）の3種類の符号化パスでビットプレーン符号化を実行する。ビットプレーン符号化は、最上位ビットプレーンから最下位ビットプレーンにかけて、各ビットプレーンのビットを4ビット単位で走査し、有意な係数が存在するか否かを判定することで行われる。有意で無い係数（0ビット）のみで構成されるビットプレーンの数はパケットヘッダに記録され、有意な係数が最初に出現したビットプレーンから実際の符号化が開始される。その符号化開始のビットプレーンはCLパスのみで符号化され、当該ビットプレーンよりも下位のビットプレーンは、上記3種類の符号化パスで順次符号化される。

【0015】

尚、図30に、レート（符号量；R）と歪み（D）の関係を表すR-D曲線を示す。このR-D曲線中、 R_1 はビットプレーン符号化前のレート、 R_2 はビットプレーン符号化後のレート、 D_1 はビットプレーン符号化前の歪み、 D_2 はビットプレーン符号化後の歪み、をそれぞれ示している。また、A, B, Cは、上述の符号化パスを表すラベルである。効

10

20

30

40

50

率的な符号化を行うには、開始点 $P_1(R_1, D_1)$ から終了点 $P_2(R_2, D_2)$ へ向かう経路のうち、凸曲線の $C - B - A$ の経路よりも、凹曲線の $A - B - C$ の経路を採用するのが好ましい。このような凹曲線を実現するには、MSB プレーンから LSB プレーンに向けて符号化すればよいことが知られている。

【0016】

次に、算術符号化部 109 は、MQ コードを用いて、係数ビットモデリング部 108 からの係数列に対して、コンテキストの判定結果に基づいて符号化パス単位で算術符号化を実行する。尚、この算術符号化部 109 で、係数ビットモデリング部 108 から入力する係数列の一部を算術符号化させないバイパス処理を行うモードもある。

【0017】

次に、符号量制御部 110 は、算術符号化部 109 が出力した符号列の下位ビットプレーンを切り捨てるポスト量子化を行うことで、最終符号量を制御する。そして、ビットストリーム生成部 111 は、符号量制御部 110 が出力した符号列と付加情報（ヘッダ情報、レイヤー構成、スケーラビリティ情報、量子化テーブルなど）とを多重化したビットストリームを生成し、圧縮画像として出力する。

【0018】

以上のような構成を有する圧縮符号化装置において、画像データのデータ量を圧縮するための方法としては、例えば、符号量制御部 110 におけるレート制御方法を利用するレート・歪み最適化 (R-D optimization) と称する手法が採用されている（非特許文献 1 参照）。

【0019】

【非特許文献 1】David S. Taubman and Michael W. Marcellin, "JPEG2000 IMAGE COMPRESSION FUNDAMENTALS, STANDARDS AND PRACTICE," Kluwer Academic Publishers

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

しかしながら、この手法では、(1) レートに対する歪量を各符号化パスで逐一算出する必要があり、また或る符号化レートにおける最適解を推定しなければならず、演算量が多大になりリアルタイム性が低下する、(2) 各符号化パスで算出した歪量を保存するためのメモリが必要になる、という問題がある。

【0021】

特に、圧縮符号化装置の動作性能に直接影響する量子化や符号量制御については、効率よく高速に、かつ高画質を維持しながら、処理を実現する方法が望まれている。

【0022】

以上の問題等に鑑みて本発明が課題とするところは、少ない演算量で且つ高速に、画像データを圧縮符号化することにある。また、画質を維持しながら目標符号量に適合する圧縮画像を得ることをも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

上記課題を解決すべく、請求項 1 の発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部と、前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、前記変換係数に対して、前記量子化ステップサイズに基づく量子化および並べ替えと、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトとを施す量子化部と、前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記エントロピー符号化部の出力する符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号化データの一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部とを備えることを特徴とする。

【0024】

また、請求項 2 の発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、前記変換係数の量子化を行う量子化部と、前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部とを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

10

また、請求項 3 の発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、画像信号をタイル分割するタイリング部と、タイル分割された前記画像信号をウェーブレット変換により高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、前記画像信号に前記タイル単位に関心領域を設定する関心領域設定部と、前記変換係数の量子化を行う量子化部と、前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部とを備えることを特徴とする。

20

【 0 0 2 6 】

また、請求項 4 の発明は、請求項 2 または請求項 3 の発明に係る圧縮符号化装置であって、さらに、目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部、を備え、前記量子化部は、前記量子化ステップサイズに基づいて前記変換係数の量子化を行い、前記符号量制御部は、前記量子化ステップサイズに基づいて前記符号化データの並べ替えを行うことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 5 の発明は、請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかの発明に係る圧縮符号化装置であって、前記関心領域設定部は、設定した各関心領域に優先度を付与し、前記関心領域の設定情報に基づく前記ビットシフトのシフト量は前記優先度に応じて決定されることを特徴とする。

30

【 0 0 2 8 】

また、請求項 6 の発明は、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかの発明に係る圧縮符号化装置であって、前記符号量制御部は、前記レート制御の切り捨て対象をビットプレーン単位で決定することを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 7 の発明は、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかの発明に係る圧縮符号化装置であって、前記符号量制御部は、前記レート制御の切り捨て対象をパス単位で決定することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

40

また、請求項 8 の発明は、請求項 1、請求項 4 ないし請求項 7 のいずれかの発明に係る圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、合成フィルタ係数のノルムと人間の視覚特性に基づいて定められた所定の数値であるenergyweightingfacotorとを乗算した値で、指定された前記量子化パラメータを除算して、人間の視覚特性を考慮した重み付けを施した前記量子化ステップサイズを求めることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 9 の発明は、請求項 1、請求項 4 ないし請求項 8 のいずれかの発明に係る圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記量子化ステップサイズが所定の数値より小さいときは、前記量子化ステップサイズが前記所定の数値以上になる 2 の累乗を乗算して得られた値を前記量子化ステップサイズとすることを特徴とする。

50

【 0 0 3 2 】

また、請求項 1 0 の発明は、請求項 9 の発明に係る圧縮符号化装置であって、前記量子化ステップサイズが前記画質制御部において 2 の累乗を乗算して求めた値であるときは、当該量子化ステップサイズに基づく並べ替えを行うときに、前記変換係数または前記符号化データを、前記 2 の累乗の指数に対応するビット数分だけビットシフトすることを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 1 1 の発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、(a) ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、(b) 目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める工程と、(c) 前記画像信号に関心領域を設定する工程と、(d) 前記変換係数に対して、前記量子化ステップサイズに基づく量子化および並べ替えと、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトとを施す工程と、(e) 前記工程 (d) の処理を施した前記変換係数をエントロピー符号化する工程と、(f) 前記工程 (e) で符号化した符号化データの全体容量が目標符号量となるように前記符号化データの一部を切り捨てるレート制御を行う工程とを備えることを特徴とする。

10

【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 2 の発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、(a) ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、(b) 前記画像信号に関心領域を設定する工程と、(c) 前記変換係数の量子化を行う工程と、(d) 前記工程 (c) で量子化した前記変換係数をエントロピー符号化する工程と、(e) 前記工程 (d) で符号化した符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う工程とを備えることを特徴とする。

20

【 0 0 3 5 】

また、請求項 1 3 の発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、(a) 画像信号をタイル分割する工程と、(b) タイル分割された前記画像信号をウェーブレット変換により高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、(c) 前記画像信号に前記タイル単位に関心領域を設定する工程と、(d) 前記変換係数の量子化を行う工程と、(e) 前記工程 (d) で量子化された前記変換係数をエントロピー符号化する工程と、(f) 前記工程 (e) で符号化した符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う工程とを備えることを特徴とする。

30

【 0 0 3 6 】

また、請求項 1 4 の発明は、請求項 1 2 または請求項 1 3 の発明に係る圧縮符号化方法であって、前記量子化を行う工程は、目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める工程と、前記量子化ステップサイズに基づく前記変換係数の量子化を行う工程とを含み、前記符号化データを並べ替える工程は、前記量子化ステップサイズに基づく前記符号化データの並べ替えを行う工程、を含むことを特徴とする。

40

【 0 0 3 7 】

また、請求項 1 5 の発明は、請求項 1 2 ないし請求項 1 4 のいずれかの発明に係る圧縮符号化方法であって、前記関心領域を設定する工程は、設定した各関心領域に優先度を付与する工程、を含み、前記関心領域の設定情報に基づくビットシフトを行う工程は、前記優先度に応じて決定された所定のビット数分だけビットシフトする工程、を含むことを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

50

また、請求項 16 の発明は、請求項 11 ないし請求項 15 のいずれかの発明に係る圧縮符号化方法であって、前記レート制御を行う工程は、前記レート制御の切り捨て対象をビットプレーン単位で決定する工程、を含むことを特徴とする。

【0039】

また、請求項 17 の発明は、請求項 11 ないし請求項 15 のいずれかの発明に係る圧縮符号化方法であって、前記レート制御を行う工程は、前記レート制御の切り捨て対象をパス単位で決定する工程、を含むことを特徴とする。

【0040】

また、請求項 18 の発明は、請求項 11、請求項 14 ないし請求項 17 のいずれかの発明に係る圧縮符号化方法であって、前記量子化ステップサイズを求める工程は、合成フィルタ係数のノルムと人間の視覚特性に基づいて定められた所定の数値であるenergyweightingfactorとを乗算した値で、指定された前記量子化パラメータを除算して、人間の視覚特性を考慮した重み付けを施した前記量子化ステップサイズを求める工程、を含むことを特徴とする。

【0041】

また、請求項 19 の発明は、請求項 11、請求項 14 ないし請求項 18 のいずれかの発明に係る圧縮符号化方法であって、前記量子化ステップサイズを求める工程は、前記量子化ステップサイズが所定の数値より小さいときは、前記量子化ステップサイズが前記所定の数値以上になる 2 の累乗を乗算して得られた値を前記量子化ステップサイズとする工程、を含むことを特徴とする。

【0042】

また、請求項 20 の発明は、請求項 19 の発明に係る圧縮符号化方法であって、前記量子化ステップサイズに基づく並べ替えを行う工程は、前記量子化ステップサイズが 2 の累乗を乗算して求めた値であるときは、当該量子化ステップサイズで量子化された前記変換係数または前記符号化データを、前記 2 の累乗の指数に対応するビット数分だけビットシフトして前記符号列を生成する工程、を含むことを特徴とする。

【0043】

また、請求項 21 の発明は、マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部と、前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、前記変換係数に対して、前記量子化ステップサイズに基づく量子化および並べ替えと、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトとを施す量子化部と、前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記エントロピー符号化部の出力する符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号化データの一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とする。

【0044】

また、請求項 22 の発明は、マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、前記画像信号に関心領域を設定する関心領域設定部と、前記変換係数の量子化を行う量子化部と、前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレートを制御を行う符号量制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とする。

【0045】

また、請求項 23 の発明は、マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるための

プログラムであって、画像信号をタイル分割するタイリング部と、タイル分割された前記画像信号をウェーブレット変換により高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、前記画像信号に前記タイル単位で関心領域を設定する関心領域設定部と、前記変換係数の量子化を行う量子化部と、前記量子化部から入力される前記変換係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記エントロピー符号化部の出力する符号化データに対して、前記関心領域の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトを施した符号列を生成し、前記符号化データの全体容量が目標符号量となるように、前記符号列の一部を切り捨てるレート制御を行う符号量制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とする。

【0046】

10

また、請求項24の発明は、請求項22または請求項23の発明に係るプログラムであって、さらに、目標画質を示す量子化パラメータを、合成フィルタ係数のノルムで除算して量子化ステップサイズを求める画質制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させると共に、前記マイクロプロセッサを前記量子化部として機能させるときは、前記量子化ステップサイズに基づく前記変換係数の量子化を行うように機能させ、前記マイクロプロセッサを前記符号量制御部として機能させるときは、前記符号化データを前記量子化ステップサイズに基づいて並べ替えるように機能させることを特徴とする。

【0047】

また、請求項25の発明は、請求項22ないし請求項24のいずれかの発明に係るプログラムであって、前記マイクロプロセッサを前記関心領域設定部として機能させるときに、設定した各関心領域に優先度を付与するように機能させ、前記マイクロプロセッサで前記関心領域の設定情報に基づく前記ビットシフトを行うときに、前記優先度に応じて決定された所定のビット数分だけビットシフトするように機能させることを特徴とする。

20

【0048】

また、請求項26の発明は、請求項21ないし請求項25のいずれかの発明に係るプログラムであって、前記マイクロプロセッサを前記符号量制御部として機能させるときは、前記レート制御の切り捨て対象をビットプレーン単位で決定するように機能させることを特徴とする。

【0049】

また、請求項27の発明は、請求項21ないし請求項25のいずれかの発明に係るプログラムであって、前記マイクロプロセッサを前記符号量制御部として機能させるときは、前記レート制御の切り捨て対象をパス単位で決定するように機能させることを特徴とする。

30

【0050】

また、請求項28の発明は、請求項21、請求項24ないし請求項27のいずれかの発明に係るプログラムであって、前記マイクロプロセッサを前記画質制御部として機能させるときは、合成フィルタ係数のノルムと人間の視覚特性に基づいて定められた所定の数値であるenergyweightingfactorとを乗算した値で、指定された前記量子化パラメータを除算して、人間の視覚特性を考慮した重み付けを施した前記量子化ステップサイズを求めるように機能させることを特徴とする。

40

【0051】

また、請求項29の発明は、請求項21、請求項24ないし請求項28のいずれかの発明に係るプログラムであって、前記マイクロプロセッサを前記画質制御部として機能させるときは、前記量子化ステップサイズが所定の数値より小さいときは、前記量子化ステップサイズが前記所定の数値以上になる2の累乗を乗算して得られた値を前記量子化ステップサイズとするように機能させることを特徴とする。

【0052】

また、請求項30の発明は、請求項29の発明に係るプログラムであって、前記マイクロプロセッサで前記量子化ステップサイズに基づく並べ替えを行うときに、前記量子化ステップサイズが前記画質制御部において2の累乗を乗算して求めた値であるときは、前記

50

変換係数または前記符号化データを、前記２の累乗の指数に対応するビット数分だけビットシフトするように機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【００５３】

請求項１、請求項１１および請求項２１に記載の発明によれば、関心領域の画質を維持しながら目標符号量に適合する圧縮画像を容易に生成することができる。また、従来の圧縮符号化装置の有するＪＰＥＧ２０００のオプション機能であるＭａｘ－Ｓｈｉｆｔ法を利用して処理を実現することができる。

【００５４】

請求項２、請求項３、請求項１２、請求項１３、請求項２２および請求項２３に記載の発明によれば、関心領域の画質を維持しながら目標符号量に適合する圧縮画像を容易に生成することができる。また、ＪＰＥＧ２０００のオプション機能であるＭａｘ－Ｓｈｉｆｔ法を利用できない圧縮符号化装置においても処理を実現することができる。

10

【００５５】

請求項４、請求項１４および請求項２４に記載の発明によれば、目標画質に従って量子化によるデータの圧縮率を制御しながら、最適解を推定する処理が必要な従来技術に比べて少ない演算量で高速な量子化を行うことが可能である。

【００５６】

請求項５、請求項１５および請求項２５に記載の発明によれば、複数の関心領域の各々に優先度を設定することで、所望の領域の画質を維持しながら目標符号量に適合する圧縮画像を生成することができる。

20

【００５７】

請求項６、請求項１６および請求項２６に記載の発明によれば、目標画質に合わせてビットプレーン単位で符号量を細かくかつ効率的にレート制御することができる。

【００５８】

請求項７、請求項１７および請求項２７に記載の発明によれば、目標画質に合わせてパス単位で符号量を細かくかつ効率的にレート制御することができる。

【００５９】

請求項８、請求項１８および請求項２８に記載の発明によれば、人間の視覚評価に適した高い表示画質を有する圧縮画像を容易に生成することが可能である。

30

【００６０】

請求項９、請求項１９および請求項２９に記載の発明によれば、目標画質に従って効率良く量子化する装置を容易に実現することができる。

【００６１】

請求項１０、請求項２０および請求項３０に記載の発明によれば、目標符号量に適合する圧縮画像を画質を維持しながら効率良く生成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００６２】

（第１の実施の形態）

{ 圧縮符号化装置 }

40

図１は、本発明の実施形態に係る圧縮符号化装置１の概略構成を示す機能ブロック図である。この圧縮符号化装置１の構成と機能について概説した後に、本実施形態に係る量子化方法および符号化方法について詳説する。

【００６３】

この圧縮符号化装置１は、ＤＣレベルシフト部１０、色空間変換部１１、タイリング部１２、ＤＷＴ部１３、量子化部１４、ＲＯＩ部１５、係数ビットモデリング部２０、算術符号化部（エントロピー符号化部）２１、符号量制御部２２、画質制御部２３およびビットストリーム生成部１７を備えて構成される。

【００６４】

尚、この圧縮符号化装置１を構成する各処理部１０～１５，１７，２０～２３の全部ま

50

たは一部は、ハードウェアで構成されてもよいし、マイクロプロセッサを機能させるプログラムで構成されていてもよい。

【0065】

この圧縮符号化装置1に入力した画像信号は、DCレベルシフト部10で必要に応じてDCレベル変換を施された後に、色空間変換部11に出力される。色空間変換部11は入力信号を色空間変換して出力する。JPEG2000方式によれば、色空間変換として、可逆変換用のRCT (Reversible Component Transformation) と、非可逆変換用のICT (Irreversible Component Transformation) とが用意されており、何れか一方を適宜選択できる。これにより、例えば、入力するRGB信号をYCbCr信号或いはYUV信号に変換する。

10

【0066】

次に、タイリング部12は、色空間変換部11から入力する画像信号を、複数の矩形形状の「タイル」と称する領域成分に分割してDWT部13に出力する。尚、必ずしも、画像信号をタイルに分割する必要は無く、1フレーム分の画像信号をそのまま次段の機能ブロックに出力してもよい。

【0067】

次に、DWT部13は、タイリング部12から入力する画像信号に対してタイル単位で整数型または実数型のDWTを施すことで、上記オクターブ分割方式に従って画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割する。その結果、図26に示したような複数の帯域成分(サブバンド)HH1~LL3の変換係数が生成され量子化部14に出力される。具体的には、実数型DWTであれば、9×7タップ、5×3タップまたは7×5タイプなどのフィルタが使用され、整数型DWTであれば、5×3タップまたは13×7タップなどのフィルタが使用される。また、これらフィルタの処理を畳み込み演算で実行してもよいし、或いは、畳み込み演算よりも効率的なリフティング構成(Lifting scheme)で実行してもよい。

20

【0068】

量子化部14は、DWT部13から入力する変換係数を、画質制御部23で決定される量子化パラメータに従って、スカラー量子化する機能を有する。また量子化部14は、ROI部15によって設定された関心領域(以下、ROI (Region Of Interest) 部分と記す)の画質を優先させるビットシフト処理を行う機能も有している。画質制御部23および量子化部14による量子化の方法、ROI部15によるROI部分の設定方法、および量子化部14によるROI部分を考慮したビットシフト処理の方法については後述する。

30

【0069】

次に、量子化部14から出力された変換係数QDは、係数ビットモデリング部20と算術符号化部21とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部22でレートを制御される。

【0070】

係数ビットモデリング部20は、図25に示した係数ビットモデリング部108と同様に、入力する変換係数QDの帯域成分を32×32や64×64程度のコードブロックに分割し、更に、各コードブロックを、各ビットを2次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解する。この結果、各コードブロックは、図28に示したような複数のビットプレーン122₀~122_{n-1}に分解される。

40

【0071】

次に、算術符号化部21は、係数ビットモデリング部20から入力する符号化データBを算術符号化し、その結果得た符号化データADを符号量制御部22に出力する。ここで、算術符号化部21は、前記符号化対象の一部を算術符号化せずに、当該符号化対象をそのまま符号化データADに含めて出力するバイパス処理を行う場合もある。尚、本実施の形態では算術符号化を採用するが、本発明はこれに限らず、他の方式のエントロピー符号化を採用しても構わない。

【0072】

50

次に、符号量制御部 22 は、画質制御部 23 からの指示に基づいて、算術符号化部 21 から入力する符号化データ A D のレートを制御する機能を有する。すなわち、符号量制御部 22 は、目標符号量（最終的な圧縮画像の符号量）に合わせて、符号化データ A D を、帯域成分単位あるいはビットプレーン単位、パス単位で優先度の低いものから順に切り捨てるといったポスト量子化を実行する機能を有する。符号量制御部 22 でのレート制御の方法については後述する。

【0073】

そして、ビットストリーム生成部 17 は、符号量制御部 22 から出力された符号化データ C D と付加情報（ヘッダ情報、レイヤー構成、スケーラビリティ、量子化テーブルなど）とを多重化したビットストリームを生成し、圧縮画像として外部に出力する。

10

【0074】

{量子化}

次に、図 1 に示した画質制御部 23 および量子化部 14 によって実現される量子化の処理内容について説明する。

【0075】

画質制御部 23 は、外部から供給される目標画質情報（高画質、標準画質、低画質、解像度情報など）に基づいて、DWT 部 13 から入力する変換係数を量子化部 14 で量子化するときの量子化ステップサイズ Δ_b を決定する機能を有する。以下、量子化ステップサイズ Δ_b の決定方法について説明する。

【0076】

20

DWT 部 13 によって、原画像が図 26 に示すように、「X Y n」（X, Y は高域成分 H または低域成分 L の何れか。n は分解レベル。）のサブバンド（帯域成分）に分割されたときに、各サブバンドの量子化に用いる量子化ステップサイズ Δ_b を、次式（1）のように設定する。

【0077】

【数 1】

$$\Delta_b = Q_p / Q_b \quad \cdots (1)$$

【0078】

30

ここで、 Q_p は、目標画質情報に従って入力される正の数、すなわち量子化パラメータであって、高画質であるほど小さな値を入力する。量子化パラメータ Q_p は、利用者が直接数値を入力して指定する態様であってもよいし、例えば、予め、目標画質情報を示す「高画質、標準画質、低画質」といった所定の指示語と量子化パラメータ Q_p の数値とを関連づけた所定のテーブルを備えておき、利用者が所望する画像データの圧縮後の目標画質を指示語によって指定することで、当該テーブルにおいて関連づけられた量子化パラメータ Q_p の値を読み出して利用する態様であっても構わない。

【0079】

Q_b は、各サブバンドにおける量子化係数であって、合成フィルタ係数のノルムとして、次式（2）で表される。

40

【0080】

【数 2】

$$Q_b = \sqrt{G_b} \quad \cdots (2)$$

【0081】

ここで、サブバンド b の重み係数 G_b は、次式（3）に従って算出される。

【0082】

【数 3】

$$G_b = \|S_b\|^2 \quad (\text{但し、} S_b = s_b[n]) \quad \cdots (3)$$

【0083】

上式(3)中、 $s_b[n]$ は、サブバンドbの1次元合成フィルタ係数を示している。
また、記号 $\|x\|$ は、ベクトルxに関するノルムを示す。

【0084】

上述した非特許文献1に記載される数式(4.39)と(4.40)によれば、分解レベル1における低域成分L1の1次元合成フィルタ係数 $s_{L[1]}[n]$ と、同分解レベルにおける高域成分H1の1次元合成フィルタ係数 $s_{H[1]}[n]$ とは、次式(4)に従って算出される。

10

【0085】

【数 4】

$$\begin{cases} s_{L[1]}[n] = g_0[n] \\ s_{H[1]}[n] = g_1[n] \end{cases} \quad \cdots (4)$$

20

【0086】

ここで、上式(4)中、 $g_0[n]$ は、画像信号を帯域分割する順変換フィルタのローパス・フィルタ係数、 $g_1[n]$ は、そのハイパス・フィルタ係数をそれぞれ示している。

【0087】

また、分解レベルd($d = 1, 2, \dots, D$)における低域成分Ldの1次元合成フィルタ係数 $s_{L[d]}[n]$ と、同分解レベルにおける高域成分Hdの1次元合成フィルタ係数 $s_{H[d]}[n]$ とは、次式(5)に従って算出される。

【0088】

【数 5】

30

$$\begin{cases} s_{L[d]}[n] = \sum_k s_{L[d-1]}[k] g_0[n-2k] \\ s_{H[d]}[n] = \sum_k s_{H[d-1]}[k] g_0[n-2k] \end{cases} \quad \cdots (5)$$

【0089】

40

そして、分解レベルdにおける低域成分Ldの1次元合成フィルタ係数のノルムの二乗は、次式(6)に従って算出される。

【0090】

【数 6】

$$G_{L[d]} = \|s_{L[d]}[n]\|^2 = \sum_j |s_{L[d]}[j]|^2 \quad \cdots (6)$$

【0091】

高域成分Hdの1次元合成フィルタ係数のノルムの二乗も、上式(6)と同様にして算

50

出することができる。

【 0 0 9 2 】

1次元合成フィルタ係数のノルムの二乗の計算結果を表1に示す。表中のnは分解レベルを示しており、例えば G_{L_1} とは、低域成分Lの分解レベル1における計算結果を示している。

【 0 0 9 3 】

【表1】

1次元合成フィルタ係数のノルムの二乗

分解レベル	G_{L_n}	G_{H_n}
1	1.96591	0.52022
2	4.12241	0.96722
3	8.41674	2.07926
4	16.93557	4.30048
5	33.92493	8.68672
6	67.87717	17.41884
7	135.76805	34.86078
8	271.54296	69.73317
9	543.08936	139.47215
10	1086.18043	278.94721
11	2172.36172	557.89587

10

20

【 0 0 9 4 】

次に、分解レベル d ($d = 1, 2, \dots, D$; D は整数)における帯域成分 L_{Ld} , H_{Ld} , L_{Hd} , H_{Hd} の2次元合成フィルタ係数は、上記1次元合成フィルタ係数の積で表現することができる。帯域成分 b の2次元の重み係数 G_b も、1次元の重み係数の積で表現することができる。具体的には、2次元合成フィルタ係数と2次元の重み係数とは、次式(7)に従って算出される。

【 0 0 9 5 】

【数7】

30

$$\begin{cases} s_{LL[D]}[n_1, n_2] = s_{L[D]}[n_1] s_{L[D]}[n_2] \Rightarrow G_{LL[D]} = G_{L[D]} \cdot G_{L[D]} \\ s_{HL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d]}[n_1] s_{H[d]}[n_2] \Rightarrow G_{HL[d]} = G_{L[d]} \cdot G_{H[d]} \\ s_{LH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{L[d]}[n_2] \Rightarrow G_{LH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{L[d]} \cdots (7) \\ s_{HH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{H[d]}[n_2] \Rightarrow G_{HH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{H[d]} \end{cases}$$

【 0 0 9 6 】

上式(7)中、添字 $LL[D]$ はサブバンド L_{Ld} を示し、 $HL[d]$, $LH[d]$ および $HH[d]$ はそれぞれサブバンド H_{Ld} , L_{Hd} および H_{Hd} を表している。

40

【 0 0 9 7 】

重み係数 G_b の平方根がノルムである。以下の表2および表3に、表1から求めた2次元の重み係数 G_b に関する計算結果を示す。表2には(9, 7)フィルタ(9×7タップのフィルタ)の各帯域成分のノルムの二乗の数値を、表3には表2に対応するノルムの数値をそれぞれ示す。

【 0 0 9 8 】

【表 2】

(9,7)フィルタの歪の重み係数G (ノルムの二乗)

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	3.86479	1.02270	1.02270	0.27063
2	16.99426	3.98726	3.98726	0.93551
3	70.84158	17.50056	17.50056	4.32330
4	286.81360	72.83113	72.83113	18.49415
5	1150.90066	294.69647	294.69647	75.45917
6	4607.30956	1182.34209	1182.34209	303.41630
7	18432.96262	4732.98083	4732.98083	1215.27440
8	73735.57967	18935.55202	18935.55202	4862.71528
9	294946.04918	75745.84127	75745.84127	19452.48118
10	1179787.92756	302986.99951	302986.99951	77811.54539
11	4719155.44117	1211951.63280	1211951.63280	311247.80240

10

【 0 0 9 9 】

20

【表 3】

(9,7)フィルタのノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	1.96591	1.01129	1.01129	0.52022
2	4.12241	1.99681	1.99681	0.96722
3	8.41674	4.18337	4.18337	2.07926
4	16.93557	8.53412	8.53412	4.30048
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.68672
6	67.87717	34.38520	34.38520	17.41885
7	135.76805	68.79666	68.79666	34.86079
8	271.54296	137.60651	137.60651	69.73317
9	543.08936	275.21962	275.21962	139.47215
10	1086.18043	550.44255	550.44255	278.94721
11	2172.36172	1100.88675	1100.88675	557.89587

30

【 0 1 0 0 】

40

例えば、輝度信号Y、色差信号UおよびVの全てについて、同じく量子化パラメータ $Q_p = 16$ として、表3に示した値から上式(1)および(2)を利用して求めた輝度信号Y、色差信号UおよびVの量子化ステップサイズ b_p は、表4のようになる。

【 0 1 0 1 】

【表 4】

量子化ステップサイズ Δ_b

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	15.82143	15.82143	30.75634
2	X	8.01277	8.01277	16.54233
3	X	3.82467	3.82467	7.69506
4	X	1.87483	1.87483	3.72051
5	0.47163	0.93204	0.93204	1.84189

10

【0102】

尚、輝度信号Y、色差信号UおよびVのそれぞれについて、量子化ステップサイズ Δ_b を求めるのに利用する量子化パラメータ Q_p は、必ずしも同じ値をとる必要はなく、画像データの内容に応じて、異なる値を利用しても構わない。例えば、色成分を強調したい場合に、色差信号UおよびVに利用する量子化パラメータ Q_p を輝度信号Yに比して小さくするなど、画像データの内容等を考慮して、それぞれについて適当な量子化パラメータ Q_p を利用すればよい。

【0103】

画質制御部23では、このようにして量子化ステップサイズ Δ_b を求め、これを量子化部14に通知する。そして、量子化部14では、各サブバンド毎に、通知された量子化ステップサイズ Δ_b に従って量子化を行う。

20

【0104】

ただし、量子化ステップサイズ Δ_b の値が1より小さくなる場合には、1以上の値となるように2の累乗を乗算してから用いる。例えば、上述した方法で計算した結果、求められたサブバンドLL5の量子化ステップサイズ Δ_b は0.47163であるが、実際に画像データを量子化するときには、この値に 2^2 を乗算して量子化ステップサイズ $\Delta_b = 1.88652$ として量子化を行う。同様に、サブバンドHL5では、量子化ステップサイズ $\Delta_b = 0.93204$ に2を乗算して、量子化ステップサイズ $\Delta_b = 1.86408$ として量子化を行う。このように量子化ステップサイズ Δ_b を、量子化を実現する量子化器の性能に基づいて所定の数値に変換する機能を有することで、量子化器の構成を簡素化することが可能であり、本来の量子化の目的であるデータ量の圧縮を達成することもできる。尚、量子化ステップサイズ Δ_b を1以上の値としたのは一例であって、量子化器の機能によって、例えば1/2以上の値を利用する量子化器であれば、量子化ステップサイズ Δ_b を1/2以上になるように変換すればよい。すなわち、量子化器の扱う下限値が $1/2^m$ であれば、全ての量子化ステップサイズ Δ_b が、 $1/2^m$ 以上になるように2の累乗を乗算してから利用する態様であればよい。

30

【0105】

また、画質制御部23では、上述した方法のほか、人間の視覚特性を考慮して量子化ステップサイズ Δ_b を決定することもできる。その方法は以下の通りである。

【0106】

40

上述した非特許文献1のChapter 16には、CSF (Contrast Sensitivity Function of human visual system) に基づいた重み付けWMSE (Weighted Mean Squared Error; WMSE) が記載されている。これを利用して、圧縮符号化後の画像データに対する人間の視覚評価を改善するために、上式(2)を次式(8)に修正する。

【0107】

【数8】

$$Q_b = \sqrt{W_{b[i]}^{csf} G_{b[i]}} \cdots (8)$$

【0108】

50

ここで、上式(8)中、 $W_{b[i]}^{csf}$ は、サブバンド $b[i]$ の"energy weighting factor"と呼ばれており、 $W_{b[i]}^{csf}$ の推奨数値は、「ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG1(ITU-T SG8) N2 406, "JPEG 2000 Part 1 FDIS (includes COR 1, COR 2, and DCOR3)," 4 December 2001」の文献(以下、非特許文献2と呼ぶ。)に記載されている。図2～図4に、非特許文献2に記載される"energy weighting factor"の数値を示す。

【0109】

図2～図4中の"level"および"Lev"は分解レベルを、"Comp"は輝度成分Yと色差成分Cb, Crをそれぞれ示しており、"Viewing distance(視距離)"が1000, 1700, 2000, 3000, 4000の例が示されている。また、"Viewing distance 1000", "Viewing distance 1700", "Viewing distance 2000", "Viewing distance 3000", "Viewing distance 4000"は、それぞれ、100dpi, 170dpi, 200dpi, 300dpi, 400dpiのディスプレイまたは印刷物を10インチ離れて見たときの視距離を意味する。

10

【0110】

例えば、カラーの画像データについて、量子化ステップサイズ b_s を求める具体的な方法を以下に説明する。尚、色空間については、RGB信号から成るカラーの入力画像を、色空間変換部11においてYUV422またはYUV420形式の色空間データに変換したものとする。

【0111】

YUV422またはYUV420形式の画像データについては、色差信号UおよびVは、輝度信号Yに比べ、そのデータ量がそれぞれ1/2および1/4となっている。輝度信号YにDWTを施したウェーブレット平面は図5のように表すことができるが、データ量が1/2であることを、図5に示したウェーブレット平面に対して水平方向にDWTを一回施したものと同等であると仮定すれば、図6中の散点部がYUV422形式の色差信号UおよびVのウェーブレット平面となる。同様に、データ量が1/4であることを、図5に示したウェーブレット平面に対して水平方向および垂直方向にDWTを一回ずつ施したものと同等であると仮定すれば、図7中の散点部がYUV420形式の色差信号UおよびVのウェーブレット平面となる。

20

【0112】

YUV422形式では、図6に示したように水平成分について垂直成分より一回多くフィルタリングすると仮定するので、2次元合成フィルタ係数と2次元の重み係数は、上式(7)に対して、次式(9)のように表すことができる。

30

【0113】

【数9】

$$\begin{cases} s_{LL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d]}[n_1] s_{L[d+1]}[n_2] & \Rightarrow G_{LL[d]} = G_{L[d]} \cdot G_{L[d+1]} \\ s_{HL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d]}[n_1] s_{H[d+1]}[n_2] & \Rightarrow G_{HL[d]} = G_{L[d]} \cdot G_{H[d+1]} \\ s_{LH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{L[d+1]}[n_2] & \Rightarrow G_{LH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{L[d+1]} \\ s_{HH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{H[d+1]}[n_2] & \Rightarrow G_{HH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{H[d+1]} \end{cases}$$

40

…(9)

【0114】

また、YUV420形式では、同様に、図7に示したように水平成分および垂直成分について一回ずつ多くフィルタリングすると仮定するので、上式(7)に対して、次式(10)のように表すことができる。

【0115】

【数 10】

$$\left\{ \begin{array}{l} s_{LL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d+1]}[n_1] s_{L[d+1]}[n_2] \Rightarrow G_{LL[d]} = G_{L[d+1]} \cdot G_{L[d+1]} \\ s_{HL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d+1]}[n_1] s_{H[d+1]}[n_2] \Rightarrow G_{HL[d]} = G_{L[d+1]} \cdot G_{H[d+1]} \\ s_{LH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d+1]}[n_1] s_{L[d+1]}[n_2] \Rightarrow G_{LH[d]} = G_{H[d+1]} \cdot G_{L[d+1]} \\ s_{HH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d+1]}[n_1] s_{H[d+1]}[n_2] \Rightarrow G_{HH[d]} = G_{H[d+1]} \cdot G_{H[d+1]} \end{array} \right. \Rightarrow \dots (10)$$

10

【0116】

よって、表 1 に示した値から上式 (9) および (10) を利用して、YUV422 および YUV420 形式の色差信号のノルムを求めると表 5 および表 6 のようになる。

【0117】

【表 5】

YUV422形式 色差信号のノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	2.84680	1.378933	1.46443	0.70934
2	5.89044	2.92722	2.85321	1.41813
3	11.93911	6.01632	5.93409	2.99028
4	23.96952	12.12908	12.07864	6.11205
5	47.98675	24.30912	24.28230	12.30092
6	95.99766	48.64413	48.63048	24.64213
7	192.00744	97.30127	97.29440	49.30780
8	384.02095	194.60905	194.60561	98.61965
9	768.04494	389.22135	389.21963	197.24444
10	1536.09140	778.44433	778.44347	394.49144

20

30

【0118】

【表 6】

YUV420形式 色差信号のノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	4.12241	1.996813	1.99681	0.96722
2	8.41674	4.18337	4.18337	2.07926
3	16.93557	8.53412	8.53412	4.30048
4	33.92493	17.16673	17.16673	8.68672
5	67.87717	34.38520	34.38520	17.41885
6	135.76805	68.79666	68.79666	34.86079
7	271.54296	137.60651	137.60651	69.73317
8	543.08936	275.21962	273.21962	139.47215
9	1086.18043	550.44255	550.44255	278.94721
10	2172.36172	1100.88675	1100.88675	557.89587

40

【0119】

次に、energy weighting factor $W_{b[i]}^{csf}$ について、非特許文献 1 の記載によれば、サブバンド $b[i]$ の energy weighting factor $W_{b[i]}^{csf}$ は 1 次元の水平および垂直方向の各帯域成分の energy weighting factor の積として、次式 (11) で表される。

50

【 0 1 2 0 】

【 数 1 1 】

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{W_{LL[d]}^{csf}} = 1 \\ \sqrt{W_{HL[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{L[d]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{H[d]}^{csf}} \dots (11) \\ \sqrt{W_{LH[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{H[d]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{L[d]}^{csf}} \\ \sqrt{W_{HH[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{H[d]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{H[d]}^{csf}} \end{array} \right.$$

10

【 0 1 2 1 】

Y U V 4 2 2 または Y U V 4 2 0 形式の画像データにおける輝度信号 Y に係る energy weighting factor は、上式 (11) で求めることができる。尚、Y U V 4 4 4 形式であれば、輝度信号および色差信号ともに上式 (11) で求められる。

【 0 1 2 2 】

Y U V 4 2 2 形式の色差信号 U および V については、上述したように水平成分について垂直成分より一回多くフィルタリングすると仮定しているため、その energy weighting factor は、上式 (11) に対して次式 (12) のように表すことができる。

20

【 0 1 2 3 】

【 数 1 2 】

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{W_{LL[d]}^{csf}} = 1 \\ \sqrt{W_{HL[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{L[d]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{H[d+1]}^{csf}} \\ \sqrt{W_{LH[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{H[d]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{L[d+1]}^{csf}} \dots (12) \\ \sqrt{W_{HH[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{H[d]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{H[d+1]}^{csf}} \end{array} \right.$$

30

【 0 1 2 4 】

また、Y U V 4 2 0 形式の色差信号 U および V については、同様に、水平成分および垂直成分について一回ずつ多くフィルタリングすると仮定しているため、その energy weighting factor は、上式 (11) に対して次式 (13) のように表すことができる。

40

【 0 1 2 5 】

【数 1 3】

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{W_{LL[d]}^{csf}} = 1 \\ \sqrt{W_{HL[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{L[d+1]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{H[d+1]}^{csf}} \\ \sqrt{W_{LH[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{H[d+1]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{L[d+1]}^{csf}} \\ \sqrt{W_{HH[d]}^{csf}} = \sqrt{W_{H[d+1]}^{csf}} \cdot \sqrt{W_{H[d+1]}^{csf}} \end{array} \right. \dots (13)$$

10

【0 1 2 6】

非特許文献 2 の記載から求められる Viewing distance 1000、Viewing distance 1700、および Viewing distance 3000 の色差信号 U および V の energy weighting factor の値を表 7 ～ 表 9 に示す。ここで、以下の表も含め、表中の C b および C r はそれぞれ色差信号 U および V を示している。

【0 1 2 7】

20

【表 7】

energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 1000)

分解レベル		$\sqrt{W_{L[n]}^{csf}}$	$\sqrt{W_{H[n]}^{csf}}$
Cb	1	0.68333	0.33732
	2	0.81063	0.55604
	3	0.89207	0.72918
	4	0.94018	0.84398
	5	0.96735	0.91301
分解レベル		$\sqrt{W_{L[n]}^{csf}}$	$\sqrt{W_{H[n]}^{csf}}$
Cr	1	0.75074	0.44778
	2	0.85423	0.64725
	3	0.91782	0.79063
	4	0.95462	0.88101
	5	0.97523	0.93401

30

【0 1 2 8】

40

【表 8】

energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 1700)

	分解レベル	$\sqrt{W_{L[n]}^{csf}}$	$\sqrt{W_{H[n]}^{csf}}$
Cb	1	0.55396	0.17658
	2	0.71767	0.39024
	3	0.83345	0.60190
	4	0.90584	0.76107
	5	0.94801	0.86364
	分解レベル	$\sqrt{W_{L[n]}^{csf}}$	$\sqrt{W_{H[n]}^{csf}}$
Cr	1	0.63889	0.27772
	2	0.77922	0.49856
	3	0.87223	0.68622
	4	0.92840	0.81606
	5	0.96060	0.89620

10

【 0 1 2 9 】

20

【表 9】

energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 3000)

	分解レベル	$\sqrt{W_{L[n]}^{csf}}$	$\sqrt{W_{H[n]}^{csf}}$
Cb	1	0.39897	0.05842
	2	0.58653	0.21145
	3	0.74224	0.43082
	4	0.84937	0.63510
	5	0.91531	0.78344
	分解レベル	$\sqrt{W_{L[n]}^{csf}}$	$\sqrt{W_{H[n]}^{csf}}$
Cr	1	0.49254	0.12238
	2	0.66780	0.31727
	3	0.79932	0.53628
	4	0.84470	0.71395
	5	0.93565	0.83374

30

【 0 1 3 0 】

40

そして、表 7 ~ 表 9 に示した値から、上式 (1 1) ~ (1 3) を利用して求めた Y U V 4 2 2 および Y U V 4 2 0 形式の画像データに係る energy weighting factor が表 1 0 ~ 表 1 2 および表 1 3 ~ 表 1 5 である。

【 0 1 3 1 】

【表 1 0】

YUV422形式 energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 1000)

	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.75635	0.75635	0.57306
	2	X	0.99828	0.99828	0.99656
	3	X	1	1	1
	4	X	1	1	1
	5	1	1	1	1
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.37996	0.27344	0.18756
	2	X	0.59109	0.49603	0.40545
	3	X	0.75289	0.68556	0.61541
	4	1	0.85839	0.81642	0.77056
	5				
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.48592	0.38251	0.28983
	2	X	0.67538	0.59406	0.51174
	3	X	0.80861	0.75476	0.69656
	4	1	0.89163	0.85919	0.82287
	5				

10

20

【 0 1 3 2 】

【表 1 1】

YUV422形式 energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 1700)

	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.30719	0.30719	0.10892
	2	X	0.86159	0.86159	0.75234
	3	X	1	1	1
	4	X	1	1	1
	5	1	1	1	1
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.21617	0.12672	0.06891
	2	X	0.43197	0.32525	0.23489
	3	X	0.63431	0.54522	0.45808
	4	1	0.78232	0.72152	0.65729
	5				
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.31853	0.216414	0.13846
	2	X	0.53471	0.43486	0.34212
	3	X	0.71179	0.63708	0.55999
	4	1	0.83203	0.78390	0.73135
	5				

30

40

【 0 1 3 3 】

【表 1 2】

YUV422形式 energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 3000)

	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.03818	0.03849	0.00308
	2	X	0.41063	0.41063	0.18276
	3	X	0.92105	0.92105	0.84832
	4	X	1	1	1
	5	1	1	1	1
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.08436	0.03427	0.01235
	2	X	0.25269	0.15695	0.09110
	3	X	0.47139	0.36593	0.27362
	4	1	0.66543	0.58131	0.49756
	5				
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.15627	0.08173	0.03883
	2	X	0.35813	0.25360	0.17014
	3	X	0.57068	0.47444	0.38288
	4	1	0.73761	0.66801	0.59525
	5				

10

20

【 0 1 3 4】

【表 1 3】

YUV420形式 energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 1000)

	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.75635	0.75635	0.57306
	2	X	0.99828	0.99828	0.99656
	3	X	1	1	1
	4	X	1	1	1
	5	1	1	1	1
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.45074	0.45074	0.30918
	2	X	0.65048	0.65048	0.5317
	3	X	0.79349	0.79349	0.71230
	4	1	0.88320	0.88320	0.83358
	5				
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.55290	0.55290	0.41894
	2	X	0.72566	0.72566	0.62510
	3	X	0.84103	0.84103	0.77618
	4	1	0.91088	0.91088	0.87238
	5				

30

40

【 0 1 3 5】

【表 1 4】

YUV420形式 energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 1700)

	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.30719	0.30719	0.10892
	2	X	0.86159	0.86159	0.74234
	3	X	1	1	1
	4	X	1	1	1
	5	1	1	1	1
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.28007	0.28006	0.15229
	2	X	0.50165	0.50165	0.36228
	3	X	0.68940	0.68940	0.57922
	4	1	0.81877	0.81876	0.74588
	5				
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.38849	0.38849	0.24857
	2	X	0.59854	0.59854	0.47089
	3	X	0.75763	0.75763	0.66595
	4	1	0.86089	0.86089	0.80317
	5				

10

20

【 0 1 3 6】

【表 1 5】

YUV420形式 energy weighting factor $\sqrt{W_{b[i]}^{csf}}$ (Viewing distance 3000)

	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.03849	0.03849	0.00308
	2	X	0.41063	0.41063	0.18276
	3	X	0.92105	0.92105	0.84832
	4	X	1	1	1
	5	1	1	1	1
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.12402	0.12402	0.04471
	2	X	0.31977	0.31977	0.18561
	3	X	0.53943	0.53944	0.40335
	4	1	0.71709	0.71709	0.61378
	5				
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.21187	0.21187	0.10066
	2	X	0.42866	0.42866	0.28759
	3	X	0.63163	0.63163	0.50973
	4	1	0.78009	0.78009	0.69513
	5				

30

40

【 0 1 3 7】

このようにして求めた表 5 および表 6 のノルムの値を上式 (1) および (2) に代入すれば通常の量子化ステップサイズ b_i が、表 5 および表 6 のノルムの値と、表 1 0 ~ 表 1

50

5 のenergy weighting factorの値とを上式 (1) および (8) に代入すれば、人間の視覚特性を考慮して視覚的重み付けを行った量子化ステップサイズ Δ_b が求められる。

【 0 1 3 8 】

例えば、輝度信号 Y、色差信号 U および V の全てについて、同じく量子化パラメータ $Q_p = 16$ として、Y U V 4 2 2 形式のカラーの画像データにおいて Viewing distance (視距離) 3000 の視覚的重み付けを行ったときの輝度信号 Y、色差信号 U および V の量子化ステップサイズ Δ_b は、表 5 に示すノルムの値、表 1 2 に示すenergy weighting factorの値、および上式 (1) , (8) を用いて求められる。その結果を表 1 6 ~ 表 1 8 に示す。

【 0 1 3 9 】

【表 1 6】

10

YUV422形式 輝度信号Yの量子化ステップサイズ Δ_b (Viewing distance 3000)

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	411.08509	411.08509	10002.06109
2	X	19.51345	19.51345	90.51394
3	X	4.15253	4.15253	9.07090
4	X	1.87483	1.87483	3.72051
5	0.47163	0.93204	0.93204	1.84189

【 0 1 4 0 】

20

【表 1 7】

YUV422形式 色差信号U(Cb)Dの量子化ステップサイズ Δ_b (Viewing distance 3000)

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	137.54117	4318.85669	1825.95586
2	X	21.62733	35.73031	123.85047
3	X	5.64163	7.36832	19.55534
4	0.66751	1.98239	2.27873	5.26121

【 0 1 4 1 】

30

【表 1 8】

YUV422形式 色差信号V(Cr)Dの量子化ステップサイズ Δ_b (Viewing distance 3000)

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	74.25290	133.68785	580.93701
2	X	15.25998	22.11257	66.31184
3	X	4.66012	5.68306	13.97490
4	0.66751	1.78840	1.98298	4.39776

【 0 1 4 2 】

40

尚、輝度信号 Y、色差信号 U および V のそれぞれについて、量子化ステップサイズ Δ_b を求めるのに利用する量子化パラメータ Q_p は、必ずしも同じ値をとる必要はなく、画像データの内容に応じて、異なる値を利用しても構わない。例えば、色成分を強調したい場合に、色差信号 U および V に利用する量子化パラメータ Q_p を輝度信号 Y に比して小さくするなど、画像データの内容等を考慮して、それぞれについて適当な量子化パラメータ Q_p を利用すればよい。

【 0 1 4 3 】

画質制御部 2 3 では、このようにして量子化ステップサイズ Δ_b を求め、これを量子化部 1 4 に通知する。そして、量子化部 1 4 では、各サブバンド毎に、通知された量子化ステップサイズ Δ_b に従って量子化を行う。このとき、量子化ステップサイズ Δ_b が 1 より小

50

さければ、2の累乗を乗算して1以上の値にしてから利用するのは、上述したのと同様である。

【0144】

以上のように、本実施の形態では、画質を量子化により制御することにより目標画質に応じた厳密な制御を行うことが可能である。このとき最適解を求めるような複雑な処理を必要としないため、少ない演算量で高速に処理することが可能である。また、人間の視覚特性を考慮し、圧縮後に高い表示画質を有する圧縮画像を生成することもできる。

【0145】

{ROI部分の設定}

図1に示したROI部15は、画像データの中で後述するレート制御による画質劣化を回避または抑制したい領域をROI部分として設定する。

10

【0146】

以下に、ROI部分の設定方法について説明する。

【0147】

ROI部15は、ウェーブレット変換が施された画像データに対して、重要な部分をROI部分として指定するためのマスク信号を与える。例えば、図8のような人物の画像データ(原画像)30において、額より下の顔部分のみをROI部分とする場合、図9(a)の白抜き部分に示すように単一のマスク領域31を設定し、これをROI部分として指定する。

20

【0148】

このマスク領域31は、原画像30をディスプレイ装置の画面で見ながら、所謂マウス等のポインティング入力デバイスを用いて原画像30に対応して指定することができる。あるいは、画像データを解析することによって、例えば、肌色部分を含む所定領域を抽出する等、自動的にマスク領域31が指定される態様であっても構わない。

【0149】

尚、図9(a)は、原画像30に対して単一のROI部分を指定した例であるが、例えば図9(b)の白抜き部分に示すように、左目部分、右目部分、鼻および口を含む部分というように複数の領域をROI部分として指定してもよい。この場合、これらの部分はそれぞれ異なったマスク信号により規定される。

30

【0150】

そして、全てのROI部分についてのマスク領域31を除去した残りの部分が非ROI部分32(図9(a),(b))となる。

【0151】

ここで、複数のマスク信号が与えられた場合には、その複数のマスク信号に対して優先度をつけることもできる。この優先度が高いほど、情報量、例えばビットレートが高くなり、伸張時の損失が少なくなることになる。

【0152】

そして、マスク領域31をウェーブレット平面に展開してマスク信号を生成する。

【0153】

ここで、マスク信号をウェーブレット平面に相当する部分に変換する方法はウェーブレット変換のフィルタのタップ数に依存する。

40

【0154】

例えば、図11のようにウェーブレット変換の演算処理においてリバーシブル(Reversible)5×3フィルタ(分解側のローパスフィルタのタップ数が5タップで分解側のハイパスフィルタのタップ数が3タップであるフィルタ)を適用するものとする、原画像の偶数番目(2n番目)の画素データがROI部分として指定されている場合には、ローパスフィルタ(低域側)33のn番目のデータと、ハイパスフィルタ(高域側)34の(n-1)番目及びn番目のデータとがROI部分であるものとして、マスク信号をウェーブレット平面に展開する。また、原画像の奇数番目(2n+1番目)の画素データがROI部分として指定されている場合には、ローパスフィルタ(低域側)33のn番目及び(n

50

+ 1) 番目のデータと、ハイパスフィルタ (高域側) 34 の (n - 1) 番目、n 番目及び (n + 1) 番目のデータとが R O I 部分であるものとして、マスク信号をウェーブレット平面に展開する。図 11 は原画像と最初の階層のウェーブレット平面との対応関係のみを示しているが、より深い階層の展開についても同様の再帰的な展開が行われる。

【0155】

あるいは、例えば、図 12 のようにウェーブレット変換の演算処理においてドビュッシー (Daubechies) 9 × 7 フィルタ (分解側のローパスフィルタのタップ数が 9 タップで分解側のハイパスフィルタのタップ数が 7 タップであるフィルタ) を適用するものとする。原画像の偶数番目 (2n 番目) の画素データが R O I 部分として指定されている場合には、ローパスフィルタ (低域側) 33 の (n - 1) 番目、n 番目及び (n + 1) 番目のデータと、ハイパスフィルタ (高域側) 34 の (n - 2) 番目、(n - 1) 番目、n 番目及び (n + 1) 番目のデータとが R O I 部分であるものとして、マスク信号をウェーブレット平面に展開する。また、原画像の奇数番目 (2n + 1 番目) の画素データが R O I 部分として指定されている場合には、ローパスフィルタ (低域側) 33 の (n - 1) 番目、n 番目、(n + 1) 番目及び (n + 2) 番目のデータと、ハイパスフィルタ (高域側) 34 の (n - 2) 番目、(n - 1) 番目、n 番目、(n + 1) 番目及び (n + 2) 番目のデータとが R O I 部分であるものとして、マスク信号をウェーブレット平面に展開する。図 12 は原画像と最初の階層のウェーブレット平面との対応関係のみを示しているが、より深い階層の展開についても同様の再帰的な展開が行われる。

【0156】

尚、図 11 及び図 12 の対応関係について、原画像の或る画素データとの対応による非 R O I 部分と、原画像の他の画素データとの対応による R O I 部分とが重なり合う場合は、当該部分は R O I 部分であるものとして、マスク信号をウェーブレット平面に展開する。また、マスク信号の変換方法についてはリバーシブル (Reversible) 5 × 3 フィルタの場合と、ドビュッシー (Daubechies) 9 × 7 フィルタの場合の各々について説明したが、後述する符号量制御についてはドビュッシー (Daubechies) 9 × 7 フィルタを例にして説明している。

【0157】

図 10 (a) 中の白抜き部分 31a は、上記のようにして図 9 (a) に示したマスク領域 (R O I 部分) 31 をウェーブレット平面に展開した領域 (以下「展開マスク領域」と称す) であり、この展開マスク領域 31a に対応したマスク信号が生成され、ウェーブレット変換された画像データに与えられる。図 10 (a) 中の符号 32a は非 R O I 部分 32 がウェーブレット平面に展開された領域 (以下「展開非マスク領域」と称す) を示している。またマスク領域 (R O I 部分) 31 と非 R O I 部分 32 とが重なり合う部分においてはマスク領域 (R O I 部分) 31 を、それぞれ選択して割り当てる。即ち、より高い優先度を選択して割り当てる。

【0158】

図 9 (b) に示したように複数の R O I 部分がマスク領域 31 として設定された場合には、図 10 (b) に示すようにウェーブレット平面上に展開されるマスク領域 31a も複数になる。このようにウェーブレット平面上に展開された各マスク領域 31a が複数である場合には、ここで優先度をつけることもできる。上述のように、原画像に対して複数の R O I 部分 31 を設定している場合は、各 R O I 部分 31 毎にウェーブレット平面上に展開マスク領域 31a が生成される。一の R O I 部分 31 に対応する全ての展開マスク領域 31a に対しては、当該 R O I 部分 31 の優先度に基づいた同一の優先度をつけ、最終的に全ての展開マスク領域 31a に優先度を設定する。

【0159】

原画像に対して複数の R O I 部分 31 を設定している場合、ウェーブレット平面上のローパスフィルタ (低域側) 33 を通過した部分において、複数の展開マスク領域 31a が重なり合うことがあり得る。この場合は、その重なり合った部分について、重なり合った複数の展開マスク領域 31a のうち優先度の高い方の展開マスク領域 31a であるとして

優先度を決定する。

【 0 1 6 0 】

ウェーブレット変換された画像データにおいて、どのマスク信号にもかからなかった部分が展開非マスク領域 3 2 a となる。展開非マスク領域 3 2 a の優先度は、全ての展開マスク領域 3 1 a よりも低くなる。

【 0 1 6 1 】

このように、複数の R O I 部分を設定し、各 R O I 部分について優先度を設定することも可能である。

【 0 1 6 2 】

設定された R O I 部分に係る情報は、量子化部 1 4 に入力される。

10

【 0 1 6 3 】

{ 並べ替えおよびビットシフト }

図 1 に示した量子化部 1 4 は、量子化ステップサイズ Δ 、および上述した R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分の設定情報に基づいて、量子化データの並べ替えとビットシフト処理を行う。

【 0 1 6 4 】

より小さい量子化ステップサイズ Δ で量子化を行ったデータ、R O I 部分のデータを優先してより多くの符号量を割り当て、レート制御による切り捨ての影響を受けないようにビットシフト処理を行うことで、符号化処理による R O I 部分の画質劣化を回避または抑制することができる。

20

【 0 1 6 5 】

以下に、量子化ステップサイズに基づく並べ替えおよびビットシフトの処理について説明する。

【 0 1 6 6 】

まず、目標画質として所定の量子化パラメータ Q_p の値が指定されると、この値に基づいて、画質制御部 2 3 が、上述したように量子化ステップサイズ Δ を算出し、これを量子化部 1 4 に通知する。

【 0 1 6 7 】

量子化部 1 4 では、量子化ステップサイズ Δ が通知されると、この値に基づいて、D W T 部 1 3 が D W T を施した後の画像データを上述したように量子化する。

30

【 0 1 6 8 】

そして、量子化部 1 4 は、量子化を行った後のデータを、量子化ステップサイズ Δ の大きさに従って、その値が小さい順（昇順）に並べ替える。

【 0 1 6 9 】

上述したように 1 以上になるよう変換した量子化ステップサイズ Δ を利用して量子化されたデータについては、変換前の量子化ステップサイズ Δ に基づいて並べ替えを行うが、このとき、量子化ステップサイズ Δ を変換するときに乗算した 2 の累乗の指数に対応するビット数だけデータを左にビットシフトする処理を行う。具体的な処理の態様は以下の通りである。

【 0 1 7 0 】

40

例えば、表 4 において、サブバンド L L 5 の量子化ステップサイズ Δ は 0 . 4 7 1 6 3 であるが、実際に画像データを量子化するときには、この値に 2^2 を乗算して 1 . 8 8 6 5 2 を量子化ステップサイズ Δ として量子化を行う。よって、サブバンド L L 5 のデータは、量子化ステップサイズ Δ の変換のために乗算した 2^2 の指数に対応して、2 ビット左へシフトされる。同様に、サブバンド H L 5 では、量子化ステップサイズ $\Delta = 0$, 9 3 2 0 4 に 2 を乗算して、量子化ステップサイズ $\Delta = 1$. 8 6 4 0 8 として量子化を行う。よって、サブバンド H L 5 の符号化データ A D を、乗算した 2 の指数に対応して 1 ビット左へシフトされる。すなわち、 2^m を乗算した量子化ステップサイズ Δ により量子化した場合、該当するデータを指数 m の分だけ左シフトすることで、データの優先度を調節するのである。

50

【 0 1 7 1 】

表 4 に示す量子化ステップサイズ b に基づいて、このようなビットシフトの処理を施した変換係数を図 1 3 に示す。図中、* 印を伏した符号列は、量子化ステップサイズ b の値を量子化に際して変換したものを示し、符号列の各ビットに伏した番号 0, 1, ..., 9 は、当該ビットが属するビットプレーン番号を示している。ここで、LSB 番号 = 0、MSB 番号 = 9 である。

【 0 1 7 2 】

次に、各変換係数を、量子化に用いた量子化ステップサイズ b の小さい順（昇順）に並べ替える。図 1 3 では、矢印で示した部分の量子化ステップサイズ b の値が昇順となっていないため、これらを入れ替える。このようにして並べ替えを行った符号列を図 1 4 に示す。図 1 4 中の矢印は図 1 3 からその位置が変更された符号列を示している。

10

【 0 1 7 3 】

また、カラーの画像の場合や視覚的重み付けを考慮して量子化ステップサイズ b を計算した場合も同様の処理を行う。

【 0 1 7 4 】

例えば、上述したように、量子化パラメータ $Q_p = 16$ として、YUV 4 2 2 形式のカラーの画像データにおいて、Viewing distance（視距離）3000の視覚的重み付けを行ったときの輝度信号 Y、色差信号 U および V の量子化ステップサイズ b は、表 1 6 ~ 表 1 8 に示した通りである。

【 0 1 7 5 】

20

ここで、表 1 6 ~ 表 1 8 中の量子化ステップサイズ b が 1 より小さいものは、上述したように 2 の累乗を乗算した上で量子化に用いられる。そして、変換後の量子化ステップサイズ b によって量子化されたデータは、元の量子化ステップサイズ b に乗算した 2 の累乗の指数に対応するビット数分だけ左シフトされる。

【 0 1 7 6 】

カラー画像の場合、輝度信号 Y、色差信号 U および V のそれぞれについてデータが存在するが、これらのデータも信号毎に区別せず、全てのデータについて量子化ステップサイズ b が昇順となるように並べ替えを行う。その結果得られた変換係数を図 1 5 に示す。図中、Y L L 5 とは、輝度信号 Y のサブバンド L L 5 のデータであることを示している。

【 0 1 7 7 】

30

このように、輝度信号 Y、色差信号 U および V の全てのデータについて、上述したようなビットシフトと並べ替えの処理を行う。

【 0 1 7 8 】

次に、ROI 部分の設定情報に基づくビットシフト処理について説明する。

【 0 1 7 9 】

上述したように、本発明では、白黒画像およびカラー画像、さらにこれらに視覚的重み付けを考慮した場合、の処理を行うことができるが、以下では、図 1 5 に示した量子化パラメータ $Q_p = 16$ として、YUV 4 2 2 形式のカラーの画像データにおいて、Viewing distance（視距離）3000の視覚的重み付けを行ったときのカラー画像を用いて、処理の詳細を説明する。

40

【 0 1 8 0 】

まず、ROI 部 1 5 によって、上述したように ROI 部分と非 ROI 部分が設定され、その設定情報が量子化部 1 4 に通知される。設定情報には、各画素データが ROI 部分であるか非 ROI 部分であることを示す情報の他、複数の ROI 部分について優先度が設定された場合には当該優先度に係る情報も含まれる。ただし、本実施の形態では、ROI 部分であるか否かの情報のみを利用する。

【 0 1 8 1 】

量子化部 1 5 は、通知された ROI 部分の設定情報に基づいて、図 1 5 の状態にある変換係数を、さらに ROI 部分と非 ROI 部分のデータに分ける。

【 0 1 8 2 】

50

図 15 では、上述したように量子化ステップサイズ b に基づいてビットシフトと並べ替えの処理を施された変換係数を、図 5 に示すサブバンド毎に示している。図 5 と図 10 の対応から分かるように、実際には、図 15 に示した各サブバンドの変換係数には、図 10 に示した R O I 部分 3 1 a と非 R O I 部分 3 2 a の両方のデータが含まれている。

【 0 1 8 3 】

量子化部 1 5 は、R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分 3 1 a の設定情報に基づいて、図 15 に示した各サブバンドの変換係数を、図 16 に示したように、R O I 部分のデータ 3 5 a と非 R O I 部分のデータ 3 5 b とに分離する。

【 0 1 8 4 】

次に、量子化部 1 5 は、R O I 部分の変換係数 3 5 a を左方向へビットシフトする。具体的には、図 17 に示したように、非 R O I 部分の変換係数の最大幅以上のビット数、例えば 1 2 ビット分だけ、R O I 部分の変換係数 3 5 a を左方向へビットシフトする。

【 0 1 8 5 】

R O I 部分の変換係数 3 5 a を、非 R O I 部分 3 5 b のビット幅の最大値以上ビットシフトする処理は、J P E G 2 0 0 0 のオプション機能である M a x - S h i f t 法を利用して実現することができる。

【 0 1 8 6 】

量子化部 1 4 から出力された変換係数 Q D は、係数ビットモデリング部 2 0 と算術符号化部 2 1 とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部 2 2 でレートを制御される。

【 0 1 8 7 】

{ 符号量制御 }

符号量制御部 2 2 では、量子化部 1 4 が量子化を行った後、係数ビットモデリング部 2 0 および算術符号化部 2 1 によって処理が施された符号化データ A D のレート制御を行う。

【 0 1 8 8 】

符号量制御部 2 2 は、図 17 に示すように並べ替えおよびビットシフトが施された符号列に対して、全体のデータ容量が所定の容量に収まるようにデータの切り捨てを行う。データの切り捨ては、右端のビットから順に行う。例えば、図 17 に示す非 R O I 部分の符号列 3 5 b の V H L 4 の番号 0 のビットデータから、下方向へ Y H H 5 の番号 0 のビットデータ... と順に削除してゆく。そして、U H H 1 までのビットデータを切り捨てれば全体のデータ容量が目標符号量である所定の容量に収まるとすれば、該当する図 17 中の散点部のデータを切り捨てる。このとき、Y H H 1 のデータまで切り捨てても、全体のデータ容量が所定のデータ容量に収まらないときは、続いて、非 R O I 部分の符号列 3 5 b の V L L 4 の番号 0 のビットデータから、下方向へ U L L 4 の番号 0 のビットデータ、Y L H 5 の番号 0 のビットデータ... と順に削除してゆく。ビットデータの削除は、右側に位置するビットデータから R O I 部分の符号列 3 5 a の Y L L 5 の番号 9 のビットデータまで順に、全体のデータ容量が目標符号量に収まるまで続けられる。

【 0 1 8 9 】

尚、ビットデータ (ビットプレーン) は、図 29 に示すように S I G パス , M R パス , C L パスに分解できる。符号量制御部 2 2 によるレート制御は、上述したようにビットプレーン単位で行う態様他、パス単位で行う態様であっても構わない。

【 0 1 9 0 】

この場合、符号量制御部 2 2 は、非 R O I 部分の符号列 3 5 b の V H L 4 の番号 0 の C L パスから、下方向へ Y H H 5 の番号 0 の C L パス... と順に C L パスを削除してゆく。Y H H 1 の番号 0 の C L パスまで削除しても全体のデータ容量が目標符号量である所定容量に収まらないときは、続いて、非 R O I 部分の符号列 3 5 b の V H L 4 に戻って、V H L 4 の番号 0 の M R パス、下方向へ Y H H 5 の番号 0 の M R パス...、Y H H 1 の番号 0 の M R パス... と順に M R パスを削除してゆく。ビットデータの削除は、右側に位置するビットデータの C L パスから R O I 部分の符号列 3 5 a の Y L L 5 の番号 9 の C L パスまで順に

10

20

30

40

50

、パス単位で、全体のデータ容量が目標符号量に収まるまで続けられる。

【0191】

また、符号量制御部22に入力される段階で、符号化データADの全体容量が既に利用者が意図する目標符号量以下になっていれば、上述したレート制御は行う必要はない。

【0192】

このようにして、量子化ステップサイズ b_q の値に従って並べ替えとビットシフトを行い、さらにROI部分の設定情報に基づいて並べ替えとビットシフトを行った各サブバンドのビットデータまたはパスを、下位ビットから削除してゆくことで、レート制御を行うのである。

【0193】

その結果、データ量を厳密に制御することが可能である。

【0194】

また、従来のように、レート・歪み最適化処理のために各符号化パスにおける歪み量を算出せずに済むため、リアルタイム性が高く、オーバーヘッドが大幅に低減した高効率のレート制御を実現できる。

【0195】

また、非ROI部分の符号列35bから順に切り捨てが行われ、全ての非ROI部分の符号列35bを切り捨ててもなお全体のデータ容量が所定のデータ容量に収まらない場合にのみ、ROI部分の符号列35aの符号列が切り捨ての対象となる。そのため、ROI部分の情報がレート制御によって失われることを回避または抑制することができ、ROI部分の画質を維持したまま圧縮符号化することが可能となる。

【0196】

また、ROI部分の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトの処理は、JPEG2000のオプション機能であるMax-Shift法を利用して実現することが可能であるため、従来の圧縮符号化装置においても容易に適用可能である。

【0197】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では、量子化の段階で量子化ステップサイズに基づくデータの並べ替えおよびビットシフトの処理と、ROI部分の設定情報に基づくデータの並べ替えおよびビットシフトの処理と、を行っている。

【0198】

これに対し、本実施の形態では、量子化部14では、量子化ステップサイズに基づく量子化のみを行う。そして、量子化部14から出力され係数ビットモデリング部20および算術符号化部21によるブロックベースのエントロピー符号化を施された後、符号量制御部22がレート制御を行う際に、量子化ステップサイズに基づく並べ替えおよびビットシフトの処理と、ROI部分の設定情報に基づくデータの並べ替えおよびビットシフトの処理が行われる。

【0199】

以下、本実施の形態における圧縮符号化の構成および動作について、第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

【0200】

{圧縮符号化装置}

図18は、本実施形態に係る圧縮符号化装置50の概略構成を示す機能ブロック図である。この圧縮符号化装置50は、第1の実施の形態と同様の構成を有している。

【0201】

第1の実施の形態と異なるのは、ROI部15で設定したROI部分に係る情報が、量子化部14ではなく符号量制御部22に入力される点である。

【0202】

量子化部14では、第1の実施の形態で上述した処理のうち、量子化ステップサイズ b_q に基づく量子化の処理のみを行う。

【 0 2 0 3 】

R O I 部 1 5 では、第 1 の実施の形態で上述したように、R O I 部分の設定が行われる。ただし、R O I 部分の設定は、D W T を施してウェーブレット平面に展開した画像データを所定の大きさの矩形領域に分割したコードブロック毎に行われる。

【 0 2 0 4 】

量子化部 1 4 から出力された変換係数 Q D は、係数ビットモデリング部 2 0 と算術符号化部 2 1 とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部 2 2 でレート制御される。

【 0 2 0 5 】

このとき、第 1 の実施の形態では、量子化ステップサイズ σ に基づく並べ替えおよびビットシフトの処理と、R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分の設定情報に基づくデータの並べ替えおよびビットシフト処理を量子化部 1 4 が行うのに対し、本実施の形態では、これらの処理をレート制御の前段階の処理として、符号量制御部 2 2 が行う。

10

【 0 2 0 6 】

その他、圧縮符号化装置 5 0 を構成する各部の機能および動作は、第 1 の実施の形態と同様であるため説明を省略する。

【 0 2 0 7 】

{ 量子化 }

画質制御部 2 3 が外部から供給される目標画質情報に基づいて量子化ステップサイズを決定し、量子化部 1 4 が当該量子化ステップサイズに基づいて D W T 部 1 3 から入力される変換係数の量子化の処理を行う。このとき、量子化ステップサイズ σ が 1 より小さいものは 2 の階乗を乗算して 1 以上の数値に変換した上で量子化を行う。これらの処理は、第 1 の実施の形態で上述したのと同様である。

20

【 0 2 0 8 】

量子化部 1 4 で量子化を施されて出力された変換係数 Q D は、係数ビットモデリング部 2 0 と算術符号化部 2 1 とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部 2 2 に入力される。

【 0 2 0 9 】

{ R O I 部分の設定 }

図 1 8 に示した R O I 部 1 5 は、第 1 の実施の形態で上述したように、利用者の指示に基づいて（あるいは自動的に画像データを解析して）、設定した R O I 部分を示すマスク信号を生成し、これをウェーブレット平面へ展開する。そして、ウェーブレット平面上の R O I 部分に係る設定情報を符号量制御部 2 2 に入力する。

30

【 0 2 1 0 】

例えば、図 1 9 に示すように、画像データ上に、4 つの R O I 部分 3 6 ~ 3 9 と非 R O I 部分 4 0 が設定されたものとする。また、各 R O I 部分について、R O I 部分 3 6、R O I 部分 3 7、R O I 部分 3 8、R O I 部分 3 9 の順に優先度が設定されたものとする。R O I 部 1 5 は、これらの R O I 部分および優先度の情報に基づいて、第 1 の実施の形態で上述したように、R O I 部分をウェーブレット平面へ展開する。

【 0 2 1 1 】

ただし、R O I 部分の展開は、D W T を施してウェーブレット平面に展開した画像データを所定の大きさの矩形領域に分割したコードブロック毎に行う。具体的には、例えば、各サブバンドを縦 3 2 画素 × 横 3 2 画素というように所定の大きさのコードブロックに分割し、コードブロック毎に、R O I 部分であるか否かと R O I 部分である場合にはその優先度とが割り当てられて、ウェーブレット平面上に展開される。

40

【 0 2 1 2 】

尚、複数の R O I 部分、または R O I 部分と非 R O I 部分、の両方が、一のコードブロック内に含まれるような場合には、当該コードブロックに対しては、優先度の高い R O I 部分、または R O I 部分、をそれぞれ選択して割り当てる。即ち、より高い優先度を選択して割り当てる。

50

【 0 2 1 3 】

その結果、図 1 9 に示した R O I 部分および優先度の設定に対しては、図 2 0 に示すようなウェーブレット平面が展開されることとなる。図 2 0 において各サブバンドを構成している矩形がコードブロックを示している。

【 0 2 1 4 】

このようにして設定された R O I 部分に係る設定情報が、符号量制御部 2 2 に入力される。

【 0 2 1 5 】

{ 並べ替えおよびビットシフト }

図 1 8 に示した符号量制御部 2 2 は、画質制御部 2 3 から通知された量子化ステップサイズに基づいて、入力された符号化データ A D の並べ替えおよびビットシフトの処理を行う。このとき、1 以上になるように変換した量子化ステップサイズを利用して量子化した変換係数については、変換時に乗算した 2 の累乗の指数に対応するビット数だけ左方向にビットシフトする。

10

【 0 2 1 6 】

これらの処理は、量子化部 1 4 ではなく符号量制御部 2 2 で行われるという点以外は、第 1 の実施の形態で上述したのと同様の処理であるため詳細の説明を省略する。

【 0 2 1 7 】

例えば、第 1 の実施の形態と同様に、量子化パラメータ $Q_p = 16$ として、Y U V 4 2 2 形式のカラーの画像データにおいて、Viewing distance (視距離) 3000 の視覚的重み付けを行って量子化されたものに、量子化ステップサイズに基づく並べ替えおよびビットシフトの処理を行うと、図 1 5 に示すような符号列が得られる。

20

【 0 2 1 8 】

次に、符号量制御部 2 2 は、図 1 5 に示した符号列に対し、さらに R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトの処理を行う。非 R O I 部分よりも R O I 部分に、より多くの符号量を割り当てるように処理することで、符号化処理による R O I 部分の画質劣化を回避または抑制することができる。

【 0 2 1 9 】

まず、符号量制御部 2 2 は、上述したように量子化ステップサイズ q_s に基づいて並べ替えとビットシフトの処理を施された図 1 5 に示す符号化列を、R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分の設定情報に基づいて R O I 部分と非 R O I 部分のデータに分ける。

30

【 0 2 2 0 】

図 1 5 では、図 5 に示すサブバンド毎に示しているが、図 5 と図 2 0 の対応から分かるように、実際には、図 1 5 に示した各サブバンドのデータには、図 2 0 に示した 4 つの R O I 部分 3 6 a ~ 3 9 a と非 R O I 部分 4 0 a の全てのデータが含まれている。

【 0 2 2 1 】

符号量制御部 2 2 は、R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分の設定情報に基づいて、図 1 5 に示した符号化列を、図 2 1 に示したように、4 つの R O I 部分のデータ 3 6 ~ 3 9 と非 R O I 部分のデータ 4 0 とに分離する。

40

【 0 2 2 2 】

さらに、符号量制御部 2 2 は、R O I 部分 3 6 ~ 3 9 の各データを所定のビット数だけ左方向へビットシフトする。このとき、複数の R O I 部分が設定されている場合には、その優先度に応じて、優先度が高いほどシフト量を大きく設定する。

【 0 2 2 3 】

例えば、図 2 1 では、非 R O I 部分のデータ 4 0 に対して、最も優先度の低い R O I 部分 3 9 は 1 ビット、次に優先度が高い R O I 部分 3 8 は 2 ビット、次に優先度が高い R O I 部分 3 7 は 3 ビット、最も優先度の高い R O I 部分 3 6 は 4 ビット、それぞれ左方向へビットシフトしている。

【 0 2 2 4 】

尚、R O I 部分のデータ 3 6 ~ 3 9 および非 R O I 部分のデータ 4 0 のシフト量は、予

50

め設定された所定のビット数分であってもよいし、目標とする圧縮符号化後の画像データの画質等に応じて任意の値に変更する態様であっても構わない。

【0225】

また、ROI部分のデータ36～39および非ROI部分のデータ40は、図21に示すように優先度の高い部分のデータから順に並べる態様に限るものではなく、例えば優先度の低い部分のデータから順に並べる態様等であっても構わない。データの並びは、例えば、後述する符号量制御においては下位ビットプレーンほど符号化効率の低下によりデータ容量が増大するため全体のデータ容量を目標符号量に収めるために下位ビットプレーンを対象にしたレート制御が有効である点、このときのレート制御によるデータの削除の順と各部分36～40の優先度の関係、各部36～40の画像データの内容、等を考慮して決定する。

10

【0226】

{符号量制御}

続いて符号量制御部22は、図21に示すように並べ替えられた符号列に対して、全体のデータ容量が目標符号量である所定の容量に収まるようにデータの切り捨てを行う。データの切り捨ては、右端のビットから順に行う。例えば、図21に示す非ROI部分の符号列40のVHL4の番号0のビットデータから、下方向へYHH5の番号0のビットデータ...と順に削除してゆく。そして、UHH1までのビットデータを切り捨てれば全体のデータ容量が所定の容量に収まるとすれば、該当する部分のデータを切り捨てる。このとき、YHH1のデータまで切り捨てても、全体のデータ容量が所定のデータ容量に収まらないときは、続いて、ROI部分の符号列39のVHL4の番号0のビットデータから、下方向へYHH5の番号0のビットデータ...と順に削除してゆく。ビットデータの削除は、右側に位置するビットから順に、全体のデータ容量が目標符号量に収まるまで続けられる。

20

【0227】

尚、ビットデータ(ビットプレーン)は、図29に示すようにSIGパス、MRパス、CLパスに分解できる。符号量制御部22によるレート制御は、第1の実施の形態で上述したように、ビットプレーン単位で行う態様に限らず、パス単位で行う態様であっても構わない。

【0228】

また、符号量制御部22に入力される段階で、符号化データADの全体容量が既に利用者が意図する目標符号量以下になっていれば、上述したレート制御は行う必要はない。

30

【0229】

このようにして、量子化ステップサイズ σ の値に従って並べ替えとビットシフトを行い、さらにROI部分の設定情報に基づいて並べ替えとビットシフトを行った各サブバンドのビットデータまたはパスを、下位ビットから削除してゆくことで、レート制御を行うのである。

【0230】

その結果、データ量を厳密に制御することが可能である。

【0231】

また、従来のように、レート・歪み最適化処理のために各符号化パスにおける歪み量を算出せずに済むため、リアルタイム性が高く、オーバーヘッドが大幅に低減した高効率のレート制御を実現できる。

40

【0232】

また、非ROI部分の符号列40から順に、ROI部分の優先度に応じて切り捨てが行われる。そのため、優先度の高いROI部分の情報がレート制御によって失われることを回避または抑制することができ、優先度の高いROI部分の画質を維持したまま圧縮符号化することが可能となる。

【0233】

このとき、圧縮符号化処理後の画像データの画質に対するレート制御の影響、即ちデー

50

タが切り捨ての対象となるか否かについては、非 R O I 部分のデータに対する R O I 部分のデータのビットシフトのシフト量を任意に変更することで制御することが可能である。

【 0 2 3 4 】

具体的には、例えば、図 2 1 において最も優先度の高い R O I 部分のデータ 3 6 を、15 ビット左方向へビットシフトするように設定すれば、他の全ての R O I 部分のデータ 3 7 ~ 3 9 と、非 R O I 部分のデータ 4 0 を切り捨てても全体のデータ容量が所定のデータ容量に収まらない場合以外は、最も優先度の高い R O I 部分のデータ 3 6 は切り捨ての対象とならない。シフト量の制御は R O I 部分毎に設定可能であるため、各 R O I 部分の圧縮符号化後の画質を自由に変更することが可能である。

【 0 2 3 5 】

また、本実施の形態では並べ替えおよびビットシフトの処理を全て符号量制御部 2 2 で行っている。そのため、J P E G 2 0 0 0 のオプション機能である M a x - S h i f t 法に係る機能を有さない圧縮符号化装置においても、符号量制御部 2 2 の機能および動作の変更のみで、本実施の形態を実現することができる。

【 0 2 3 6 】

(第 3 の実施の形態)

第 1 の実施の形態で上述したように、本発明では、必ずしもタイリング部 1 2 による画像信号のタイル分割の処理が必要では無く、1 フレーム分の画像信号をそのまま次段の機能ブロックに出力しても構わない。よって、第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態ではタイル分割を行わずに量子化や符号量制御を行う場合について説明している。

【 0 2 3 7 】

これに対し、本実施の形態では、タイル分割を行った後に量子化を行い、タイル毎に設定した R O I の情報に基づく符号量制御を行う。以下、タイル分割を行う場合の圧縮符号化の動作について、第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 2 3 8 】

{ 圧縮符号化装置 }

圧縮符号化装置の構成については、第 2 の実施の形態において図 1 8 に示して説明したのと同様であるため説明を省略する。

【 0 2 3 9 】

第 2 の実施の形態と異なるのは、量子化部 1 4 による量子化の処理をタイリング部 1 2 の行ったタイル分割の処理結果に基づいて行う点、同様に R O I 部 1 5 がタイル分割の処理結果を利用して R O I 部分の優先度設定を行う点、符号量制御部 2 2 が当該優先度設定に基づいて R O I 部分の設定情報を利用してレート制御を行う点である。

【 0 2 4 0 】

量子化部 1 4 では、第 2 の実施の形態で上述したように、画質制御部 2 3 が外部から供給される目標画質情報に基づいて量子化ステップサイズに基づいて、D W T 部から入力される変換係数の量子化の処理を行う。

【 0 2 4 1 】

R O I 部 1 5 では、第 1 の実施の形態で上述したように、R O I 部分の設定が行われる。ただし、優先度を含む R O I 部分の設定はタイル毎に行う。

【 0 2 4 2 】

量子化部 1 4 から出力された変換係数 Q D は、係数ビットモデリング部 2 0 と算術符号化部 2 1 とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部 2 2 でレートを制御される。

【 0 2 4 3 】

このとき、第 1 の実施の形態では、量子化ステップサイズ σ_q に基づく並べ替えおよびビットシフトの処理と、R O I 部 1 5 から通知された R O I 部分の設定情報に基づくデータの並べ替えおよびビットシフト処理を量子化部 1 4 が行うのに対し、本実施の形態では、これらの処理をレート制御の前段階の処理として、符号量制御部 2 2 が行う。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 4 】

その他、圧縮符号化装置 5 0 を構成する各部の機能および動作は、第 1 の実施の形態と同様であるため説明を省略する。

【 0 2 4 5 】

{ 量子化 }

画質制御部 2 3 が外部から供給される目標画質情報に基づいて量子化ステップサイズを決定し、量子化部 1 4 が当該量子化ステップサイズに基づいて D W T 部 1 3 から入力される変換係数の量子化の処理を行う。ただし、これらの処理はタイル毎に行われる。

【 0 2 4 6 】

例えば、Y U V 形式のカラーの画像データを、図 2 2 に示すように T 1 ~ T n までのタイルに分割して処理を行う場合、各タイルの輝度信号 Y、色差信号 U および V のそれぞれについて、量子化ステップサイズ b_i に基づいて量子化を行う。このとき、量子化ステップサイズ b_i が 1 より小さいものは 2 の階乗を乗算して 1 以上の数値に変換した上で量子化を行う。タイル毎に行う点以外は、第 1 の実施の形態で上述したのと同様の処理である。

10

【 0 2 4 7 】

量子化部 1 4 で量子化を施されて出力された変換係数 Q D は、係数ビットモデリング部 2 0 と算術符号化部 2 1 とで、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部 2 2 に入力される。

【 0 2 4 8 】

{ R O I 部分の設定 }

R O I 部 1 5 は、第 1 の実施の形態で上述したように、利用者の指示に基づいて（あるいは自動的に画像データを解析して）、設定した R O I 部分を示すマスク信号を生成し、これをウェーブレット平面へ展開する。そして、ウェーブレット平面上の R O I 部分に係る設定情報を符号量制御部 2 2 に入力する。

20

【 0 2 4 9 】

ただし、R O I 部分の設定は、画像データを所定の大きさの矩形領域に分割したタイル単位で行う。具体的には、図 2 2 に示すように画像データがタイル分割されている場合、各タイル T 1 ~ T n に対して、優先度 T a ~ T z を割り当てる。優先度は高い方から T a > T b > ... T z である。即ち、最も優先度の低い部分 T z が非 R O I 部分に相当する。

30

【 0 2 5 0 】

尚、複数の R O I 部分、または R O I 部分と非 R O I 部分、の両方が、一のタイルに含まれるような場合には、当該タイルに対しては、優先度の高い R O I 部分、または R O I 部分、をそれぞれ選択して割り当てる。即ち、より高い優先度を選択して割り当てる。

【 0 2 5 1 】

このようにして設定された R O I 部分に係る設定情報が、符号量制御部 2 2 に入力される。

【 0 2 5 2 】

{ 並べ替えおよびビットシフト }

符号量制御部 2 2 は、画質制御部 2 3 から通知された量子化ステップサイズに基づいて、入力された符号化データ A D の並べ替えおよびビットシフトの処理を行う。このとき、1 以上になるように変換した量子化ステップサイズを利用して量子化した変換係数については、変換時に乗算した 2 の累乗の指数に対応するビット数だけ左方向にビットシフトする。

40

【 0 2 5 3 】

ただし、タイリングしたカラー画像を処理する場合、各タイル毎に輝度信号 Y、色差信号 U および V のデータが存在するが、これらのデータをタイルまたは信号毎に区別せず、全てのデータについて量子化ステップサイズ b_i が昇順となるように並べ替えて、ビットシフト処理を行う。

【 0 2 5 4 】

50

これらの処理は、タイル毎のデータが含まれているという点以外は、第1の実施の形態で上述したのと同様の処理であるため詳細の説明を省略する。

【0255】

例えば、第1の実施の形態と同様に、量子化パラメータ $Q_p = 16$ として、YUV422形式のカラーの画像データにおいて、図22に示すようにタイル分割を施し、Viewing distance（視距離）3000の視覚的重み付けを行って量子化されたものに、量子化ステップサイズに基づく並べ替えおよびビットシフトの処理を行うと、図23に示すような符号列が得られる。図中、YT1LL5とは、タイルT1における輝度信号YのサブバンドLL5のデータであることを示している。このように、全てのタイルT1～Tnの、輝度信号Y、色差信号UおよびVの全てのデータについて、第1の実施の形態で上述したように量子化ステップサイズに基づくビットシフトと並べ替えの処理を行う。

10

【0256】

次に、符号量制御部22は、図23に示した符号列に対し、さらにROI部15から通知されたROI部分の設定情報に基づく並べ替えおよびビットシフトの処理を行う。ROI部分の優先度に基づいて、優先度の高いROI部分いより多くの符号量を割り当てるように処理することで、符号化処理による優先度の高いROI部分の画質劣化を回避または抑制することができる。

【0257】

まず、符号量制御部22は、図23に示す符号列を、ROI部15から通知されたROI部分の設定情報に基づいて優先度毎のデータに分ける。具体的には、ROI部15から通知されたROI部分の設定情報に基づいて、図23に示す符号列をタイル毎に設定された優先度Ta～Tzに分けて図24に示すように並べ替える。

20

【0258】

例えば、タイルT1、T2が優先度Ta、タイルT3、T4が優先度Tb、タイルT5、T6が優先度Tzであった場合、図24に示すように、データ列Taの中にタイルT1、T2の、データ列Tbの中にタイルT3、T4の、データ列Tzの中にタイルT5、T6の、全てのサブバンドのYUV信号のそれぞれに係るデータが含まれることとなる。各データは、タイル毎に設定された優先度の高い順に、かつ同一優先度内では量子化ステップサイズの小さい順に、並べ替えられた状態となる。

【0259】

次に、符号量制御部22は、各データを優先度毎に、優先度Ta～Tzに応じて、所定のビット数分だけ左方向へビットシフトする。このとき、優先度が高いほどシフト量を大きく設定する。例えば、図24では、非ROI部分Tzのデータに対して、優先度Tbのデータは2ビット、優先度Taのデータは4ビット、それぞれ左方向へビットシフトしている。

30

【0260】

尚、各優先度に属するデータのシフト量は、予め設定された所定のビット数分であってもよいし、目標とする圧縮符号化後の画像データの画質等に応じて任意の値に変更する態様であっても構わない。

【0261】

また、各データは、図24に示すように優先度の高いデータからTa、Tb...の順に並べる態様に限るものではなく、例えば優先度の低い部分のデータから順に並べる態様等であっても構わない。データの並びは、例えば、後述する符号量制御においては下位ビットプレーンほど符号化効率の低下によりデータ容量が増大するため全体のデータ容量を目標符号量に収めるために下位ビットプレーンを対象にしたレート制御が有効である点、このときのレート制御によるデータの削除の順と優先度Ta、Tb...等との関係、各優先度Ta、Tb...に属する画像データの内容、等を考慮して決定する。

40

【0262】

{符号量制御}

続いて符号量制御部22は、図24に示すように並べ替えられた符号列に対して、全体

50

のデータ容量が目標符号量である所定の容量に収まるようにデータの切り捨てを行う。データの切り捨ては、右端のビットから順に行う。例えば、図 24 に示す非 R O I 部分 T z の符号列の V T 5 H L 4 の番号 0 のビットデータから、下方向へ V T 6 H L 4 の番号 0 のビットデータ... と順に削除してゆく。そして、Y T_n H H 1 までのビットデータを切り捨てれば全体のデータ容量が所定の容量に収まるとすれば、該当する部分のデータを切り捨てる。このとき、Y T_n H H 1 のデータまで切り捨てても、全体のデータ容量が所定のデータ容量に収まらないときは、続いて、V T 5 L L 4 の番号 0 のビットデータから、下方向へ V T 6 L L 4 の番号 0 のビットデータ... と順に削除する。

【 0 2 6 3 】

尚、ビットデータ（ビットプレーン）は、図 29 に示すように S I G パス，M R パス，C L パスに分解できる。符号量制御部 22 によるレート制御は、第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態で上述したように、ビットプレーン単位で行う態様に限らず、パス単位で行う態様であっても構わない。

【 0 2 6 4 】

また、符号量制御部 22 に入力される段階で、符号化データ A D の全体容量が既に利用者が意図する目標符号量以下になっていれば、上述したレート制御は行う必要はない。このようにして、量子化ステップサイズ_qの値に従って並べ替えとビットシフトを行い、さらに R O I 部分の設定情報に基づいて並べ替えとビットシフトを行った各サブバンドのビットデータを下位ビットから削除してゆくことで、レート制御を行うのである。

【 0 2 6 5 】

その結果、データ量を厳密に制御することが可能である。

【 0 2 6 6 】

また、従来のように、レート・歪み最適化処理のために各符号化パスにおける歪み量を算出せずに済むため、リアルタイム性が高く、オーバーヘッドが大幅に低減した高効率のレート制御を実現できる。

【 0 2 6 7 】

また、R O I 部分の優先度に応じて切り捨てが行われるため、優先度の高い R O I 部分の情報がレート制御によって失われることを回避または抑制することができる。

【 0 2 6 8 】

このとき、圧縮符号化処理後の画像データの画質に対するレート制御の影響、即ちデータが切り捨ての対象となるか否かについては、非 R O I 部分のデータに対する R O I 部分のデータのビットシフトのシフト量を任意に変更することで制御することが可能である。

【 0 2 6 9 】

具体的には、例えば、図 24 において最も優先度の高い R O I 部分 T a のデータを、15 ビット左方向へビットシフトするように設定すれば、他の全ての R O I 部分のデータ T b ~ T y と、非 R O I 部分のデータ T z を切り捨てても全体のデータ容量が所定のデータ容量に収まらない場合以外は、切り捨ての対象とならない。シフト量の制御は、R O I 部分毎に設定可能であるため、各 R O I 部分の圧縮符号化後の画質を自由に変更することが可能である。

【 0 2 7 0 】

また、本実施の形態では並べ替えおよびビットシフトの処理を全て符号量制御部 22 で行っている。そのため、J P E G 2 0 0 0 のオプション機能である M a x - S h i f t 法に係る機能を有さない圧縮符号化装置においても、符号量制御部 22 の機能および動作の変更のみで、本実施の形態を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 2 7 1 】

【図 1】この発明の第 1 の実施の形態に係る圧縮符号化装置の概略構成を示す図である。

【図 2】Energy weighting factorの数値テーブルを示す図である。

【図 3】Energy weighting factorの数値テーブルを示す図である。

【図 4】Energy weighting factorの数値テーブルを示す図である。

10

20

30

40

50

- 【図 5】輝度信号のウェーブレット平面を示す図である。
- 【図 6】Y U V 4 2 2 形式の色差信号のウェーブレット平面を示す図である。
- 【図 7】Y U V 4 2 0 形式の色差信号のウェーブレット平面を示す図である。
- 【図 8】原画像の例を示す図である。
- 【図 9】図 8 の原画像に対して設定された単一のマスク領域を示す図である。
- 【図 10】図 9 のマスク領域をウェーブレット平面に展開した状態を示す図である。
- 【図 11】逆ウェーブレット 5 × 3 フィルタにおける低域側及び高域側と入力側との間のマスク領域の対応関係を示す図である。
- 【図 12】逆ウェーブレット 9 × 7 フィルタにおける低域側及び高域側と入力側との間のマスク領域の対応関係を示す図である。
- 【図 13】符号列のビットシフトの処理を示す図である。
- 【図 14】符号列の並べ替えの処理を示す図である。
- 【図 15】Y U V 形式の符号列の並べ替えおよびビットシフトの処理を示す図である。
- 【図 16】R O I 設定情報に基づく並べ替えの処理を示す図である。
- 【図 17】R O I 設定情報に基づくビットシフトの処理を示す図である。
- 【図 18】この発明の第 2 の実施の形態に係る圧縮符号化装置の概略構成を示す図である。
- 【図 19】画像データの R O I 部分の設定例を示す図である。
- 【図 20】図 19 の R O I 設定情報をウェーブレット平面に展開した状態を示す図である。
- 【図 21】図 19 の R O I 設定情報に基づく符号列の並べ替えおよびビットシフトの処理を示す図である。
- 【図 22】画像データのタイリングの様子を示す図である。
- 【図 23】タイリングした Y U V 形式の符号列の並べ替えおよびビットシフトの処理を示す図である。
- 【図 24】R O I 設定情報に基づく符号列の並べ替えおよびビットシフトの処理を示す図である。
- 【図 25】J P E G 2 0 0 0 方式による圧縮符号化装置の概略構成を示す図である。
- 【図 26】オクターブ分割方式に従って帯域分割された 2 次元画像を示す模式図である。
- 【図 27】複数のコードブロックに分解された 2 次元画像を示す模式図である。
- 【図 28】コードブロックを構成する複数枚のビットプレーンを示す模式図である。
- 【図 29】3 種類の符号化パスを示す模式図である。
- 【図 30】レートと歪みの関係を表す R - D 曲線を示す図である。

【符号の説明】

【 0 2 7 2 】

- 1 圧縮符号化装置
- 10 D C レベルシフト部
- 11 色空間変換部
- 12 タイリング部
- 13 D W T 部
- 14 量子化部
- 15 R O I 部
- 17 ビットストリーム生成部
- 20 係数ビットモデリング部
- 21 算術符号化部
- 22 符号量制御部
- 23 画質制御部

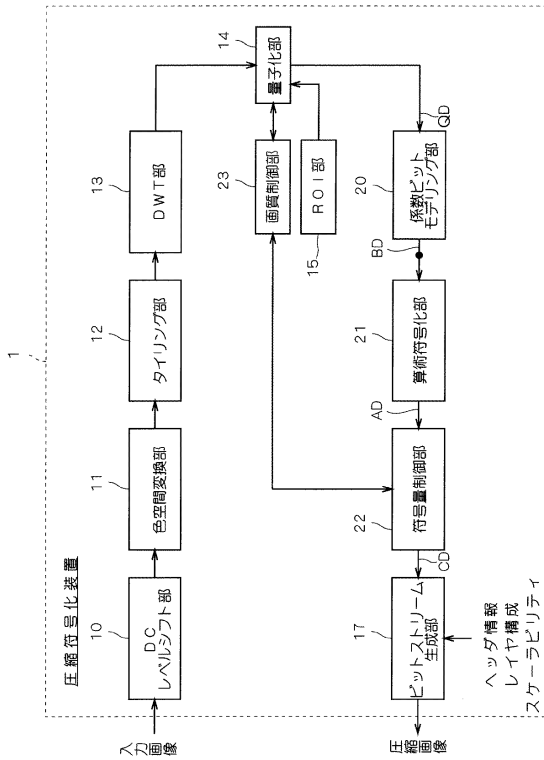
10

20

30

40

【図 1】



【図 3】

Table J-25 Recommended frequency weighting for multiple component (colour) images

C o m p	L e v e l	Viewing distance 1000			Viewing distance 1700			Viewing distance 3000		
		HL	LH	HH	HL	LH	HH	HL	LH	HH
Y (Y)	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	0.921 045	0.921 045	0.848 324
Cb (Y)	2	0.998 276	0.998 276	0.996 555	0.861 593	0.742 342	0.410 628	0.410 628	0.182 760	0.182 760
	1	0.756 353	0.756 353	0.573 057	0.307 191	0.108 920	0.038 487	0.038 487	0.003 075	0.003 075
	5	0.883 196	0.883 196	0.833 982	0.818 766	0.745 975	0.717 086	0.717 086	0.613 777	0.613 777
	4	0.793 487	0.793 487	0.712 395	0.688 404	0.689 404	0.579 220	0.538 437	0.539 437	0.403 353
	3	0.650 482	0.650 482	0.531 700	0.501 652	0.382 279	0.319 773	0.319 773	0.185 699	0.185 699
	2	0.450 738	0.450 738	0.309 177	0.280 068	0.152 290	0.124 021	0.124 021	0.044 711	0.044 711
	1	0.230 503	0.230 503	0.113 786	0.097 816	0.031 179	0.023 308	0.023 308	0.003 413	0.003 413

【図 2】

Table J-24 Recommended frequency weighting

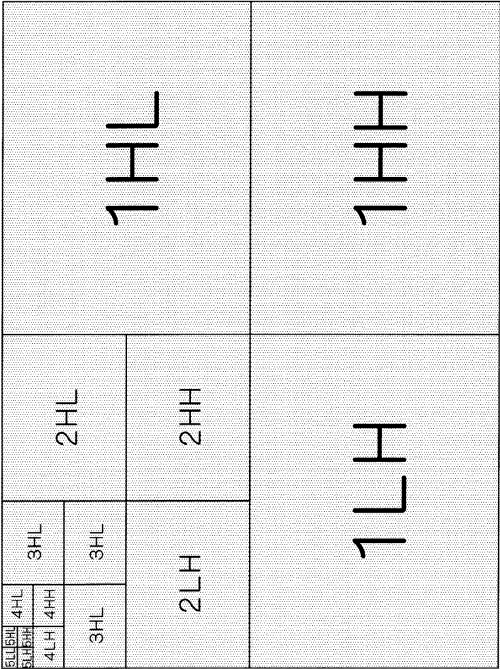
level	Viewing distance 1000			Viewing distance 2000			Viewing distance 4000		
	HL	LH	HH	HL	LH	HH	HL	LH	HH
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0.731 668
3	1	1	1	1	1	0.727 203	0.564 344	0.564 344	0.285 968
2	1	1	0.727 172	0.560 841	0.560 841	0.284 193	0.179 609	0.179 609	0.043 903
1	0.560 805	0.560 805	0.284 173	0.178 494	0.178 494	0.043 631	0.014 774	0.014 774	0.000 573

【図 4】

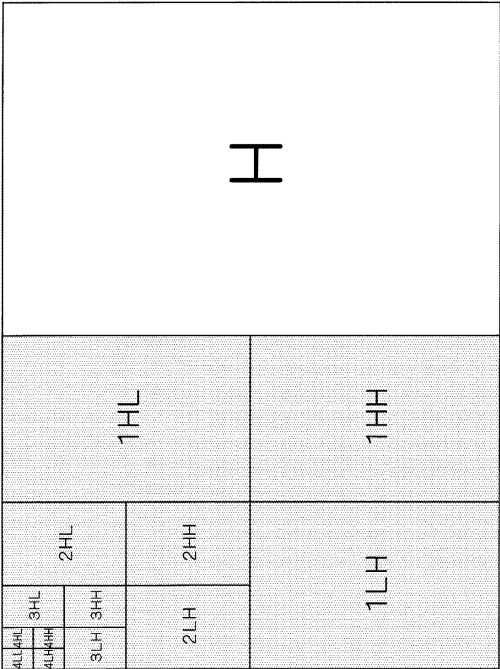
Table J-25 Recommended frequency weighting for multiple component (colour) images (continued)

C o m p	L e v e l	Viewing distance 1000			Viewing distance 1700			Viewing distance 3000		
		HL	LH	HH	HL	LH	HH	HL	LH	HH
Cr (Y)	5	0.910 877	0.910 877	0.872 378	0.860 885	0.803 172	0.780 091	0.780 091	0.695 128	0.695 128
	4	0.841 032	0.841 032	0.776 180	0.757 626	0.665 951	0.631 632	0.631 632	0.599 729	0.599 729
	3	0.725 657	0.725 657	0.625 103	0.598 537	0.470 893	0.428 659	0.428 659	0.287 593	0.287 593
	2	0.552 901	0.552 901	0.418 838	0.388 492	0.248 566	0.211 871	0.211 871	0.100 658	0.100 658
	1	0.335 166	0.335 166	0.200 507	0.177 435	0.077 138	0.060 277	0.060 277	0.014 977	0.014 977

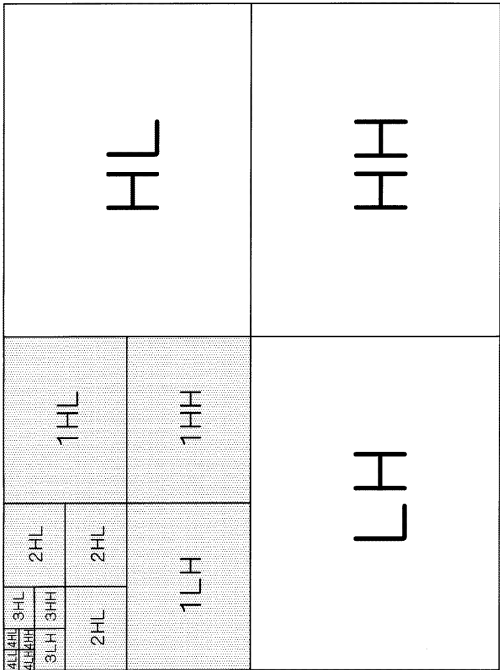
【図 5】



【図 6】



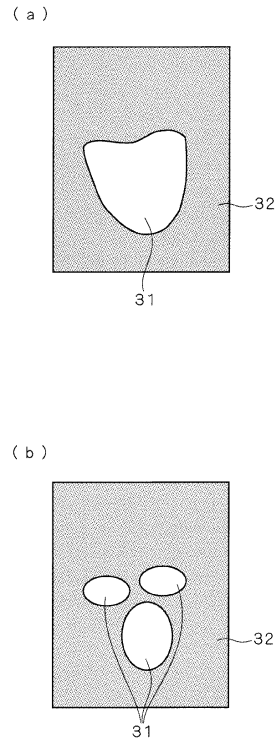
【図 7】



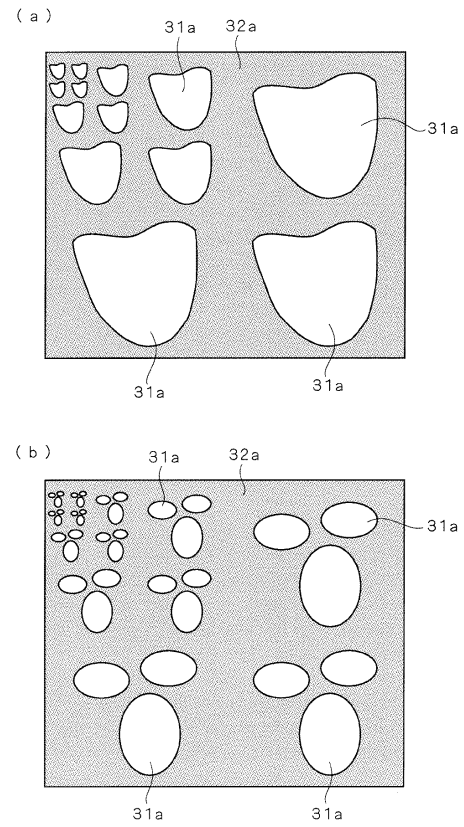
【図 8】



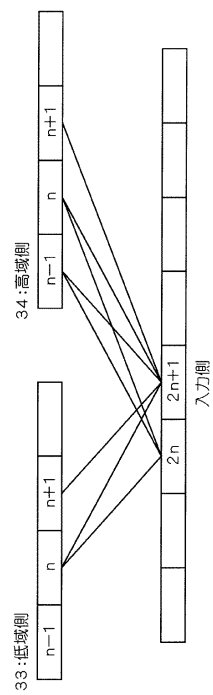
【図 9】



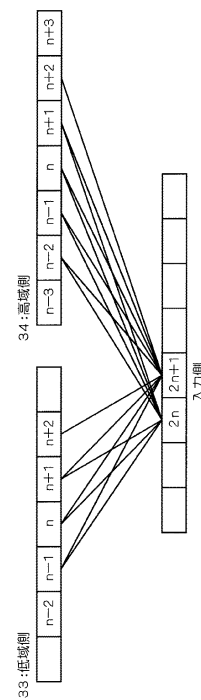
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

サブバンド	LL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.88652*
	LL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407*
	HL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407*
	HL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.84189
	HL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.87483
	HL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	HL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	HL3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	HL3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	HL3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
HL2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	8.01277	
HL2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	16.54233←	
HL1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	15.82143←	
HL1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	15.82143←	
HL1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	30.75634	

【図 14】

サブバンド	LL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.88652														
	LL5		9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407													
	HL5		9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407													
	HL5			9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.84189												
	LH4				9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.87483											
	LH4					9	8	7	6	5	4	3	2	1	0											
	HL4						9	8	7	6	5	4	3	2	1	0										
	HL4							9	8	7	6	5	4	3	2	1	0									
	LH3								9	8	7	6	5	4	3	2	1	0								
	HL3									9	8	7	6	5	4	3	2	1	0							
												Δb														
LH2									9	8	7		6	5	4	3	2	1	0							
HL2										9	8		7	6	5	4	3	2	1	0						
LH1											9		8	7	6	5	4	3	2	1	0					
HL1													9	8	7	6	5	4	3	2	1	0				
LH1														9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
HL1															9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
LH2																9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
HL2																	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
LH1																		9	8	7	6	5	4	3	2	1

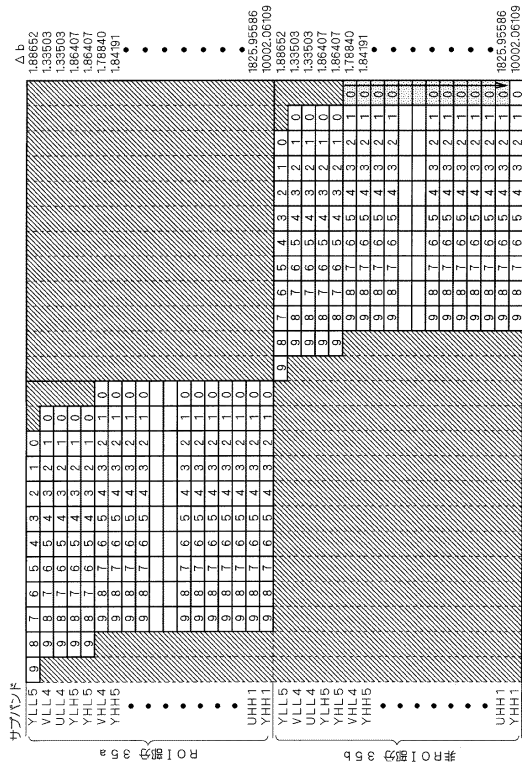
【図 15】

サブバンド	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.88652
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.33503
	ULL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.33503
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.78840
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.84191
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
<hr/>												
サブバンド	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1825.95586
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10002.06109
	ULL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	●
<hr/>												
UHH1	YHH1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1825.95586
	YHH1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10002.06109

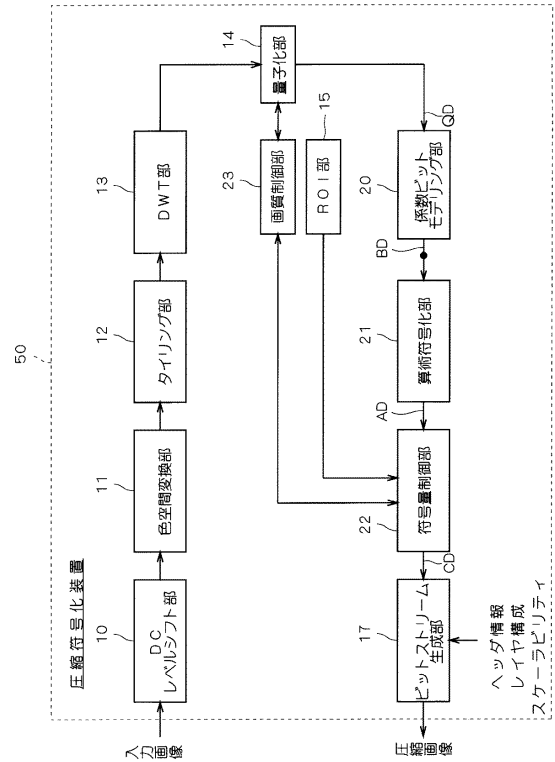
【図 16】

サブバンド												Δb
ROI部分 3.5 a	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.88652
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.33503
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.33503
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.78840
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.84191
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
ROI部分 3.5 b	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1825.95586
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10002.06109
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.88652
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.33503
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.33503
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.86407
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.78840
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1.84191
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
ROI部分 3.5 c	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1825.95586
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10002.06109
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	YLL5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

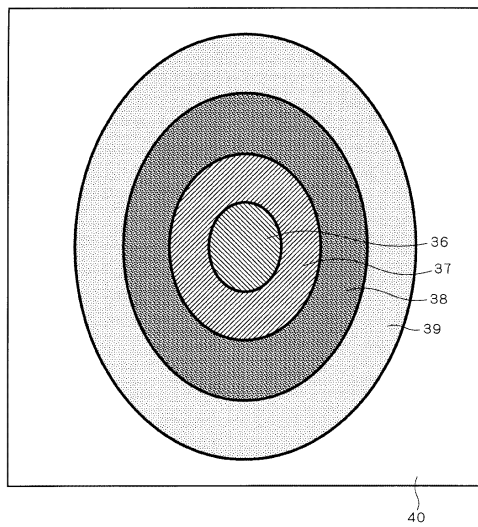
【 図 1 7 】



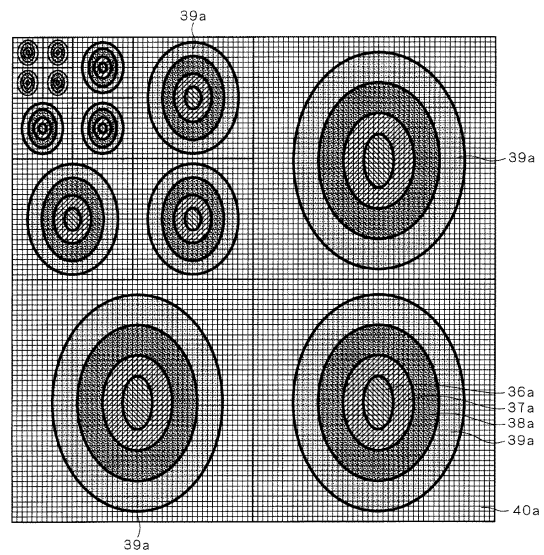
【 図 1 8 】



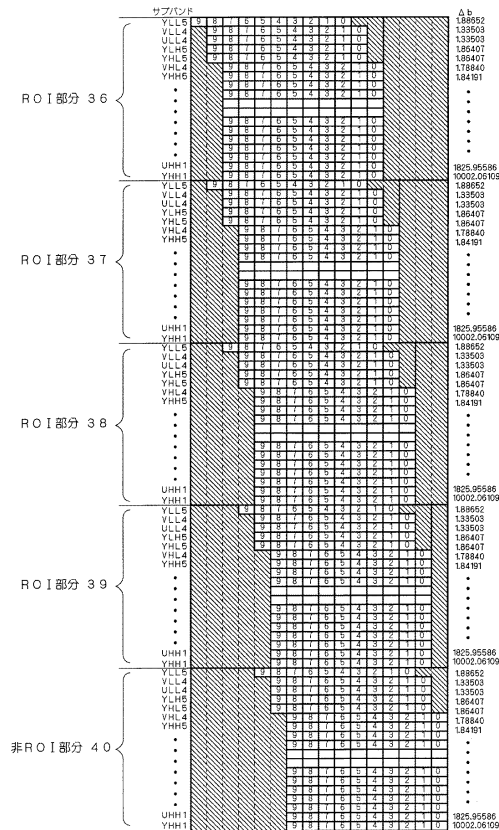
【 図 1 9 】



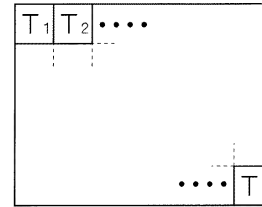
【 図 2 0 】



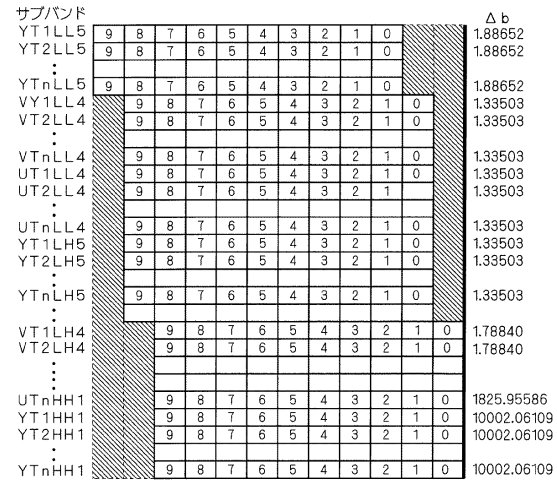
【 図 2 1 】



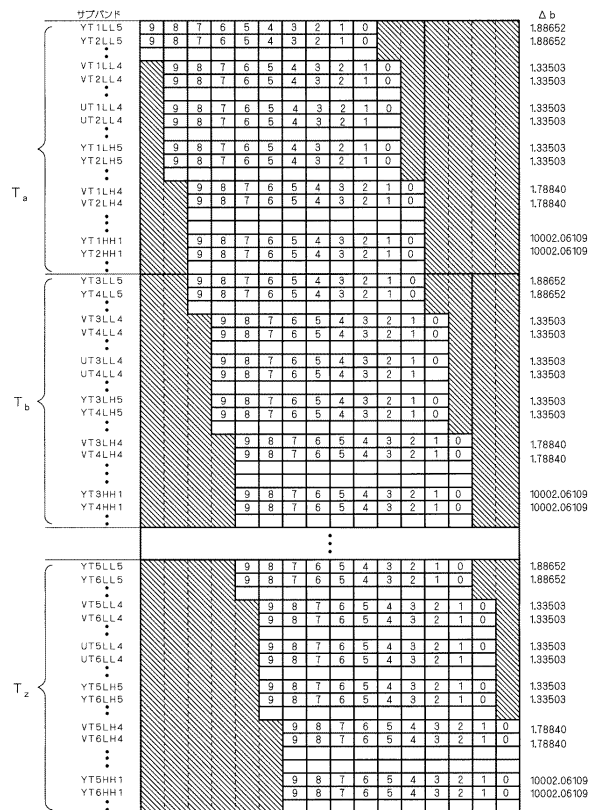
【 図 2 2 】



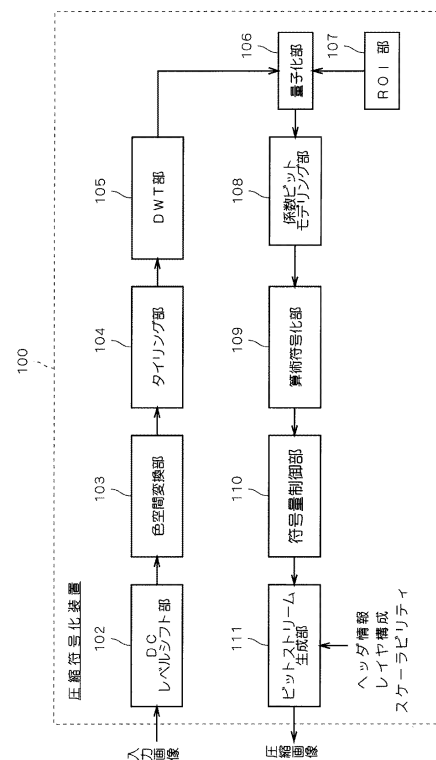
【 図 2 3 】



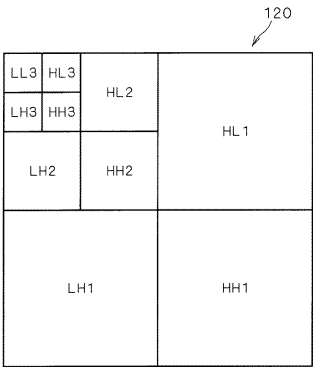
【 図 2 4 】



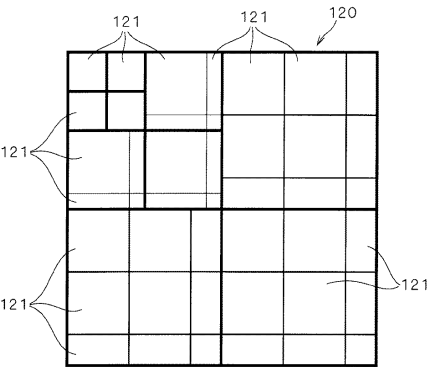
【 図 2 5 】



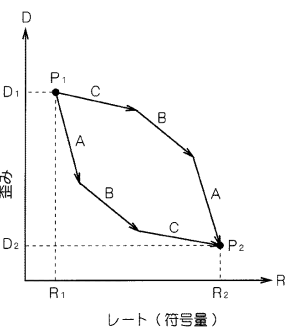
【図 26】



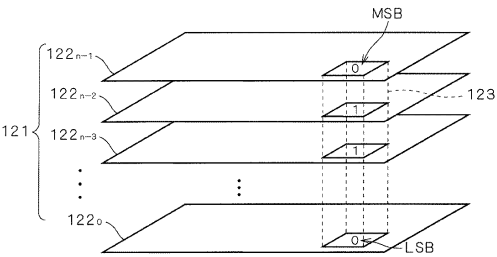
【図 27】



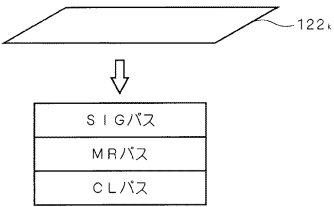
【図 30】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 1 / 4 1 - 1 / 4 1 9

H 0 4 N 7 / 1 2 - 7 / 1 3 7