

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3865595号

(P3865595)

(45) 発行日 平成19年1月10日(2007.1.10)

(24) 登録日 平成18年10月13日(2006.10.13)

(51) Int. Cl.			F I		
G06T	5/20	(2006.01)	G06T	5/20	J
H04N	1/41	(2006.01)	H04N	1/41	C
H04N	7/30	(2006.01)	H04N	7/133	Z

請求項の数 20 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2001-53721 (P2001-53721)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成13年2月28日 (2001.2.28)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2002-262091 (P2002-262091A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成14年9月13日 (2002.9.13)	(74) 代理人	100079843
審査請求日	平成17年1月28日 (2005.1.28)		弁理士 高野 明近
		(74) 代理人	100112324
			弁理士 安田 啓之
		(74) 代理人	100112313
			弁理士 岩野 進
		(72) 発明者	作山 宏幸
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		審査官	松永 稔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

L L、L H、H L、及びH HでなるS変換係数を量子化した量子化係数に対して逆S変換を行い、逆S変換後の画像データの成分値を処理する画像データ処理装置であって、前記成分値のうちレンジオーバーとなる成分値を有する画素を探索レンジオーバー画素チェック手段と、該レンジオーバー画素チェック手段によって探した画素の成分値をレンジ内に入るように修正する修正手段と、前記修正手段で修正した修正量を、該修正対象となった画素と同じS変換単位に含まれる画素の成分値に配分する配分手段とを有し、前記修正対象の画素と前記配分手段での配分先の画素との位置関係は、前記L Hの量子化誤差、H Lの量子化誤差、及びH Hの1/2の量子化誤差の大小関係に基づいて、予め決定されていることを特徴とする画像データ処理装置。

10

【請求項2】

前記大小関係は、量子化対象の画像データの種類及び/又は前記S変換係数それぞれの量子化率の差によって、予め決定されている関係であることを特徴とする請求項1記載の画像データ処理装置。

【請求項3】

前記位置関係は、前記大小関係に基づき、どの量子化誤差が最小又は最大となるかによって、予め決定されていることを特徴とする請求項1又は2記載の画像データ処理装置。

【請求項4】

前記大小関係が、L Hの量子化誤差又はH Lの量子化誤差が最大であることを示す場合

20

、前記修正対象の画素と前記配分先の画素との前記位置関係は、対角位置に予め決定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画像データ処理装置。

【請求項 5】

前記配分手段によって画素の成分値を配分した結果、さらに該成分値がレンジオーバーとなる場合に、該成分値をレンジの限界値とする丸め修正手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 6】

前記配分手段によって画素の成分値を配分した結果、さらに配分先の画素の成分値がレンジオーバーとなった場合に、該成分値をレンジ内に入るように修正する第 2 修正手段を備え、前記配分手段は、前記第 2 修正手段で修正した修正量を、該修正対象となった画素と同じ S 変換単位に含まれる画素の成分値に配分する処理も実行することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

10

【請求項 7】

前記配分手段によって前記第 2 修正手段で修正した修正量を画素の成分値に配分した結果、さらに配分先の画素の成分値がレンジオーバーとなる場合に、該成分値をレンジの限界値とする丸め修正手段を有することを特徴とする請求項 6 記載の画像データ処理装置。

【請求項 8】

前記大小関係が、LH の量子化誤差又は HL の量子化誤差が最大であることを示す場合、前記修正対象の画素と前記配分先の画素との前記位置関係は、対角位置に予め決定されており、当該画像データ処理装置は、前記配分手段によって画素の成分値を配分した結果、さらに配分先である対角画素の成分値がレンジオーバーとなった場合に、該成分値をレンジ内に入るように修正する第 2 修正手段を備え、前記配分手段は、前記第 2 修正手段で修正した修正量を、該修正対象となった対角画素と同じ S 変換単位に含まれる画素の成分値に配分する処理も実行し、前記修正対象の対角画素と該対角画素に対する配分先の画素との前記位置関係は、水平位置又は垂直位置に予め決定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画像データ処理装置。

20

【請求項 9】

前記配分手段によって前記第 2 修正手段で修正した修正量を画素の成分値に配分した結果、さらに配分先の画素の成分値がレンジオーバーとなる場合に、該成分値をレンジの限界値とする丸め修正手段を有することを特徴とする請求項 8 記載の画像データ処理装置。

30

【請求項 10】

前記逆 S 変換が画像データの色差成分に対してなされ、前記成分値が R 値又は G 値又は B 値であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 11】

前記逆 S 変換が画像データの輝度成分に対してなされ、前記成分値が G 値であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 12】

前記レンジオーバーとなる成分値が G 値である場合に、前記配分手段による配分を実行せずに、前記修正手段で G の値を丸め処理のみ行うことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

40

【請求項 13】

前記 S 変換係数の量子化率によって、前記配分手段による配分を実行するか、或いは前記配分手段による配分を実行せずに前記修正手段で丸め処理のみ行うかを切り替える手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 14】

前記レンジオーバーとなる成分値が G 値である場合に、前記 S 変換係数の量子化率によって、前記配分手段による配分を実行するか、或いは前記配分手段による配分を実行せずに前記修正手段で丸め処理のみ行うかを切り替える手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 記載の画像データ処理装置。

【請求項 15】

50

LL、LH、HL、及びHHでなるS変換係数を量子化した量子化係数に対して逆S変換を行い、逆S変換後の画像データの成分値を処理する画像データ処理方法であって、前記成分値のうちレンジオーバーとなる成分値を有する画素を探すレンジオーバー画素チェックステップと、該レンジオーバー画素チェックステップによって探した画素の成分値をレンジ内に入るように修正する修正ステップと、前記修正ステップで修正した修正量を、該修正対象となった画素と同じS変換単位に含まれる画素の成分値に配分する配分ステップとを含んでなり、前記修正対象の画素と前記配分ステップでの配分先の画素との位置関係は、前記LHの量子化誤差、HLの量子化誤差、及びHHの1/2の量子化誤差の大小関係に基づいて、予め決定されていることを特徴とする画像データ処理方法。

【請求項16】

前記大小関係は、量子化対象の画像データの種類及び/又は前記S変換係数それぞれの量子化率の差によって、予め決定されている関係であることを特徴とする請求項15記載の画像データ処理方法。

【請求項17】

前記位置関係は、前記大小関係に基づき、どの量子化誤差が最小又は最大となるかによって、予め決定されていることを特徴とする請求項15又は16記載の画像データ処理方法。

【請求項18】

前記大小関係が、LHの量子化誤差又はHLの量子化誤差が最大であることを示す場合、前記修正対象の画素と前記配分先の画素との前記位置関係は、対角位置に予め決定されていることを特徴とする請求項15又は16記載の画像データ処理装置。

【請求項19】

請求項1乃至14のいずれか1記載の画像データ処理装置の機能を実現させるための、又は、請求項15乃至18のいずれか1記載の画像データ処理方法を実行させるためのプログラム。

【請求項20】

請求項19記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体に関し、より詳細には、アプリケーションプログラム、プリンタドライバ等のデバイスドライバ、その他画像を扱う機器に応用可能な、カラー画像情報を復号化するための画像データ処理装置、画像データ処理方法、それらのプログラム、及びそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラー画像の伝送・蓄積の際には、データ量を削減するため、原画像の圧縮を行うのが一般的である。かかる圧縮を行う際には、画像を構成する成分に対し直交変換を施して情報量を偏らせ、変換後の成分に対して量子化を行い、情報量を削減するのが代表的な手法である。また、量子化を極端に行う場合には、画像を構成する特定成分を、全て破棄してしまう(0として扱う)といったことがよく行われる。

【0003】

特公平7-63177号公報に記載の技術は上記の代表例であり、カラー画像データをブロック単位毎に輝度(明度)信号と色差信号に変換し、さらに明度信号を直交変換して低周波直流成分を表す係数及び高周波交流成分を表す係数を得、その後、低周波の係数、高周波成分の係数に量子化を施している。他方、色差信号は、直交変換はされずに、ブロック内の代表色のみが量子化・符号化される。

【0004】

さて、上記のような量子化によって圧縮された画像が伸張される場合には、逆量子化が施

10

20

30

40

50

され、原画像と伸張後の画像との間には量子化誤差が生じる。かかる量子化誤差が大きい場合には、伸張後の画素の値が、本来の所定範囲を越えることがある。

【 0 0 0 5 】

例えば、一般的なフルカラー画像は、RGBが各8bit、すなわち0～255の値をとる。しかし量子化誤差により、伸張後のRGBの値が負になったり、255を越えたりするのである（以下、本出願明細書中ではこの現象をレンジオーバと呼ぶ）。

【 0 0 0 6 】

かかるレンジオーバが生じた場合は、負の値を0に置換し、255を越えた値を255に置換するという、いわゆる丸め処理（クリッピング処理）が従来から行われている。しかし、量子化が極端な場合等は、レンジオーバ分の値（所定範囲を逸脱した分の値）が大きくなり、単純な丸め処理では局所的に色味が変わってしまい、画質劣化を生じることがある。

10

【 0 0 0 7 】

以上の現象は、米国特許第5,757,975号明細書「Artifact reduction for large dynamic range input data in JPEG compression」にも記載のあるところであり、かかる問題に対し上記明細書では、「レンジオーバした画素の近隣（例えば3×3画素の範囲）において、その値が所定範囲内である近隣画素を探し、レンジオーバ値を該近隣画素に再配分する」ことによって局所的な平均値を保存し、色味の変化を抑えることを提案している。

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記「局所的な平均値を保存」する処理は、画質劣化を抑える上で非常に有効であるが、「周囲3×3画素の範囲において、レンジオーバしておらず、かつその値が所定範囲内である近隣画素を探す」という処理は、オーバした1画素のために多くの（例えば周囲の8画素の）画素値を調べなければならず、計算量が多く煩雑である。

20

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたものであり、圧縮に使用する直交変換をS変換に限定し、S変換係数毎の量子化率や圧縮の主たる対象（例えば自然画像）を考慮することで、上記「周囲3×3画素の範囲において、近隣画素を探す」処理のような煩雑な処理を行わずに画像データ成分の量子化誤差を修正し、逆S変換後の色味の変化を抑えて高画質な処理を行うことが可能な画像データ処理装置、画像データ処理方法、プログラム、及び記録媒体を提供することをその目的とする。

30

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

請求項1の発明は、LL、LH、HL、及びHHでなるS変換係数を量子化した量子化係数に対して逆S変換を行い、逆S変換後の画像データの成分値を処理する画像データ処理装置であって、前記成分値のうちレンジオーバとなる成分値を有する画素を探すレンジオーバ画素チェック手段と、該レンジオーバ画素チェック手段によって探した画素の成分値をレンジ内に入るように修正する修正手段と、前記修正手段で修正した修正量を、該修正対象となった画素と同じS変換単位に含まれる画素の成分値に配分する配分手段とを有し、前記修正対象の画素と前記配分手段での配分先の画素との位置関係は、前記LHの量子化誤差、HLの量子化誤差、及びHHの1/2の量子化誤差の大小関係に基づいて、予め決定されていることを特徴としたものである。

40

【 0 0 1 1 】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記大小関係は、量子化対象の画像データの種類及び/又は前記S変換係数それぞれの量子化率の差によって、予め決定されている関係であることを特徴としたものである。

【 0 0 1 2 】

請求項3の発明は、請求項1又は2の発明において、前記位置関係は、前記大小関係に基づき、どの量子化誤差が最小又は最大となるかによって、予め決定されていることを特

50

徴としたものである。

【0013】

請求項4の発明は、請求項1又は2の発明において、前記大小関係が、LHの量子化誤差又はHLの量子化誤差が最大であることを示す場合、前記修正対象の画素と前記配分先の画素との前記位置関係は、対角位置に予め決定されていることを特徴としたものである。

【0014】

請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれか1の発明において、前記配分手段によって画素の成分値を配分した結果、さらに該成分値がレンジオーバーとなる場合に、該成分値をレンジの限界値とする丸め修正手段を有することを特徴としたものである。

10

【0015】

請求項6の発明は、請求項1乃至3のいずれか1の発明において、前記配分手段によって画素の成分値を配分した結果、さらに配分先の画素の成分値がレンジオーバーとなった場合に、該成分値をレンジ内に入るように修正する第2修正手段を備え、前記配分手段は、前記第2修正手段で修正した修正量を、該修正対象となった画素と同じS変換単位に含まれる画素の成分値に配分する処理も実行することを特徴としたものである。

【0016】

請求項7の発明は、請求項6の発明において、前記配分手段によって前記第2修正手段で修正した修正量を画素の成分値に配分した結果、さらに配分先の画素の成分値がレンジオーバーとなる場合に、該成分値をレンジの限界値とする丸め修正手段を有することを特徴としたものである。

20

【0017】

請求項8の発明は、請求項1又は2の発明において、前記大小関係が、LHの量子化誤差又はHLの量子化誤差が最大であることを示す場合、前記修正対象の画素と前記配分先の画素との前記位置関係は、対角位置に予め決定されており、当該画像データ処理装置は、前記配分手段によって画素の成分値を配分した結果、さらに配分先である対角画素の成分値がレンジオーバーとなった場合に、該成分値をレンジ内に入るように修正する第2修正手段を備え、前記配分手段は、前記第2修正手段で修正した修正量を、該修正対象となった対角画素と同じS変換単位に含まれる画素の成分値に配分する処理も実行し、前記修正対象の対角画素と該対角画素に対する配分先の画素との前記位置関係は、水平位置又は垂直位置に予め決定されていることを特徴としたものである。

30

【0018】

請求項9の発明は、請求項8の発明において、前記配分手段によって前記第2修正手段で修正した修正量を画素の成分値に配分した結果、さらに配分先の画素の成分値がレンジオーバーとなる場合に、該成分値をレンジの限界値とする丸め修正手段を有することを特徴としたものである。

【0025】

請求項10の発明は、請求項1乃至9のいずれか1の発明において、前記逆S変換が画像データの色差成分に対してなされ、前記成分値がR値又はG値又はB値であることを特徴としたものである。

40

【0026】

請求項11の発明は、請求項1乃至9のいずれか1の発明において、前記逆S変換が画像データの輝度成分に対してなされ、前記成分値がG値であることを特徴としたものである。

【0027】

請求項12の発明は、請求項1乃至9のいずれか1の発明において、前記レンジオーバーとなる成分値がG値である場合に、前記配分手段による配分を実行せずに、前記修正手段でGの値を丸め処理のみ行うことを特徴としたものである。

【0028】

請求項13の発明は、請求項1乃至11のいずれか1の発明において、前記S変換係数

50

の量子化率によって、前記配分手段による配分を実行するか、或いは前記配分手段による配分を実行せずに前記修正手段で丸め処理のみ行うかを切り替える手段を有することを特徴としたものである。

【0029】

請求項14の発明は、請求項1乃至11のいずれか1の発明において、前記レンジオーバとなる成分値がG値である場合に、前記S変換係数の量子化率によって、前記配分手段による配分を実行するか、或いは前記配分手段による配分を実行せずに前記修正手段で丸め処理のみ行うかを切り替える手段を有することを特徴としたものである。

【0030】

請求項15の発明は、LL、LH、HL、及びHHでなるS変換係数を量子化した量子化係数に対して逆S変換を行い、逆S変換後の画像データの成分値を処理する画像データ処理方法であって、前記成分値のうちレンジオーバとなる成分値を有する画素を探すレンジオーバ画素チェックステップと、該レンジオーバ画素チェックステップによって探した画素の成分値をレンジ内に入るように修正する修正ステップと、前記修正ステップで修正した修正量を、該修正対象となった画素と同じS変換単位に含まれる画素の成分値に配分する配分ステップとを含んでなり、前記修正対象の画素と前記配分ステップでの配分先の画素との位置関係は、前記LHの量子化誤差、HLの量子化誤差、及びHHの1/2の量子化誤差の大小関係に基づいて、予め決定されていることを特徴としたものである。

10

【0031】

請求項16の発明は、請求項15の発明において、前記大小関係は、量子化対象の画像データの種類及び/又は前記S変換係数それぞれの量子化率の差によって、予め決定されている関係であることを特徴としたものである。

20

【0032】

請求項17の発明は、請求項15又は16の発明において、前記位置関係は、前記大小関係に基づき、どの量子化誤差が最小又は最大となるかによって、予め決定されていることを特徴としたものである。

【0033】

請求項18の発明は、請求項15又は16の発明において、前記大小関係が、LHの量子化誤差又はHLの量子化誤差が最大であることを示す場合、前記修正対象の画素と前記配分先の画素との前記位置関係は、対角位置に予め決定されていることを特徴としたものである。

30

【0034】

請求項19の発明は、請求項1乃至14のいずれか1記載の画像データ処理装置の機能を実現させるための、又は、請求項15乃至18のいずれか1記載の画像データ処理方法を実行させるためのプログラムである。

【0035】

請求項20の発明は、請求項19記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0036】

【発明の実施の形態】

40

米国特許第5,757,975号明細書には、レンジオーバした画素の近隣(例えば3×3画素の範囲)において、その値が所定範囲内である近隣画素を探し、レンジオーバ値を該近隣画素に再配分することによって局所的な平均値を保存し、色味の変化を抑えることが可能な擬似信号削減方法が記載されている。ここでの「局所的な平均値を保存」する処理は、画質劣化を抑える上で非常に有効であるが、「周囲3×3画素の範囲において、レンジオーバしておらず、かつその値が所定範囲内である近隣画素を探す」という処理は、オーバした1画素のために多くの(例えば周囲の8画素の)画素値を調べなければならず、計算量が多く煩雑である。

【0037】

しかしながら、圧縮に使用する直交変換をS変換に限定し、S変換係数毎の量子化率や圧

50

縮の主たる対象（例えば、主に自然画像）を考慮することで、上記「周囲 3 × 3 画素の範囲において、近隣画素を探す」ような煩雑な処理を省略することが可能である。

以下、この省略が可能な理由について説明する。

【 0 0 3 8 】

図 1 は、S 変換を説明するための図で、図 1 (A) は S 変換を行う画素を示す図、図 1 (B) は図 1 (A) の画素値を S 変換するための S 変換式及び S 変換式が示す各方向のエッジを示す図、図 1 (C) は図 1 (B) で S 変換された各成分を逆 S 変換するための逆 S 変換式を示す図である。

まず、S 変換とは、例えば図 1 に示すような 2 × 2 画素単位で、画素の値 a , b , c , d を 4 つの係数 L L , H L , L H , H H に変換する処理である。L L が低周波成分であり、
10
その他が高周波成分であるが、図 1 (A) , (B) から明らかなように、H L , L H , H H は順に縦方向、横方向、斜め方向のエッジに対して大きな値を示すものである。なお、a , b , c , d は、例えば R G B の R の値であったり、G の値であったり、輝度の値や色差の値であったりする。

【 0 0 3 9 】

そして、4 つの係数から、もとの a ~ d の値を求める逆 S 変換は以下の通りである（図 1 (C) 参照）。

$$a = L L + (H L + L H) / 2 + H H / 4 \quad \dots \quad (1)$$

$$b = L L - (H L - L H) / 2 - H H / 4 \quad \dots \quad (2)$$

$$c = L L + (H L - L H) / 2 - H H / 4 \quad \dots \quad (3)$$

$$d = L L - (H L + L H) / 2 + H H / 4 \quad \dots \quad (4)$$

20

【 0 0 4 0 】

通常、量子化を行う際には、画質への影響が大きい低周波成分、すなわち L L 成分の量子化率を最小にし、画質への影響が小さい高周波成分、すなわち L H , H L , H H 成分の量子化率を最大にする。なお、本出願明細書でいう量子化率とは、「原データに対する量子化後のデータの、情報量の削減の度合い」を意味し、8 b i t のデータを 1 b i t 削減して 7 b i t にする場合には、量子化率は 2 であり、8 b i t のデータを 3 b i t 削減して 5 b i t にする場合には、量子化率は $2^3 = 8$ である。

【 0 0 4 1 】

その結果、量子化誤差も、L L 成分について最小になり、L H , H L , H H 成分については大きくなる。すなわち、通常の圧縮方式においては、圧縮・伸張の過程で式 (1) ~ (4) の右辺に生じる誤差は、L H , H L , H H 成分の量子化誤差とみなすことができる。
30

【 0 0 4 2 】

今、H L の量子化誤差が E であるとする。式 (1) ~ (4) から明らかなように、E によって生じる誤差の極性（正負）は、「a , c には同一方向で、b , d では a , c とは反対方向」である。すなわち、量子化誤差で a , c の値が E / 2 増えれば、b , d の値は E / 2 減るのである。そして a , b , c , d の圧縮前の（オリジナルの）値のうち、レンジの上限・下限に近いものがあった場合、E / 2 の値が十分大きい場合には、レンジオーバーが生じるというわけである。

【 0 0 4 3 】

ここで、前述の「局所的な処理平均値を保存する処理」、例えば、a , b , c , d の総和を保存するような処理を行うことを考える。
40

例えば、a がレンジ上限である 2 5 5 を越えて 2 6 0 として復号（伸張）されたとし、a の値をレンジ上限の 2 5 5 に修正することを考える。この場合、修正の前後で a , b , c , d の総和を保存するためには、2 6 0 から減じたオーバー分の値 5 を、いずれかの画素、或いはいずれかの複数の画素に加える必要がある（以下、この処理をレンジオーバー補正とよぶ）。

【 0 0 4 4 】

前述の誤差の方向から明らかなように、オーバー分を c に加えたのでは c の誤差がさらに増加してしまう。よって a のオーバー分は、「b 又は d (又はその両方) 」に加えるべきであ
50

る。つまり、オーバ分を吸収すべき画素を予め決めておくことができるのである。また、 a がレンジ下限を下回った場合にも、また、量子化誤差が LH , HH に生じた場合に関しても同様な議論が成立する。

【0045】

図2は、 S 変換を行う画素間の方向の凡例を示す図である。図2のように、 a から見た b , c , d を順に水平方向, 垂直方向, 対角方向とよぶ場合、上述の議論によって、量子化誤差が生じる係数と、オーバ分を配分すべき画素の位置の関係は以下の表1のようになる。

【0046】

【表1】

量子化誤差が生じる係数	レンジオーバ分を配分すべき画素の位置
HL	水平または対角方向
LH	垂直または対角方向
HH	水平または垂直

10

【0047】

しかし、実際の個々の場面においては、どの係数の量子化誤差によってレンジオーバが生じているかを判断することはできない。通常、どの係数に量子化誤差が生じているかさえ判断できない。このため、どの係数に起因してもいいように対処するか、どの係数の量子化誤差に起因するレンジオーバなのかを確率的に考えて対処する必要がある。これが本発明の基本をなす考え方である。

20

【0048】

例えば、レンジオーバ分を1画素で吸収しようとする場合、表1から明らかなように、 HL , LH いずれかの量子化誤差に起因する場合には、両者で共通な (= どちらに起因してもよい) 「対角画素」を選択すればよいことがわかる。

【0049】

また表1は、 HH に起因するレンジオーバの場合には、対角画素への配分は得策ではないことを示している。しかし、 HH 起因のレンジオーバが、 HL , LH 起因のレンジオーバよりも確率的に起こりにくいのであれば、 HL , LH への対処を優先して、例えば対角画素を選択するのが簡易かつ有効なのである。

30

【0050】

ここで一般的な圧縮方式では、 HH 起因のレンジオーバが、 HL , LH 起因のレンジオーバよりも確率的に起こりにくい場合が多い。具体的には以下のような場合である。

【0051】

(ケース1)

HL , LH , HH を同じ量子化ステップ数で線形に量子化する場合：
量子化ステップ数が等しい場合、 HL , LH , HH に生じる量子化誤差は確率的には等しくできるが、式(1)~(4)より明らかなように、レンジオーバの原因となる誤差は「 HL , LH の量子化誤差の $1/2$ 、 HH の量子化誤差の $1/4$ 」である。よって、 HH 起因のレンジオーバは、 HL , LH 起因のものよりも単純に少なくなる。

40

【0052】

(ケース2)

圧縮対象が自然画像で、 HL , LH , HH を非線形に量子化する場合：
自然画像においては、縦横のエッジに比べ、斜めのエッジが弱いことがよく知られており(重力の影響であろうと言われている)、これは HL , LH の値に比べ HH の値が小さいことが多いことを意味している(図1の式のように、 HH は HL , LH と違い2で除算されないが、それでも小さいのである)。

【0053】

図3は、自然画像における HL , LH , HH の値のヒストグラムを示す図である。 HL ,

50

LHの値に比べHHの値が小さいことが多いので、自然画像におけるHL, LH, HHの値のヒストグラムは図3のようになり、HHはより小さい値が頻出する形状をとる。こうしたヒストグラムの係数を非線形に量子化する場合には、出現頻度を考慮して、値が小さい範囲を密に(=量子化区間を小さく)、大きい範囲を粗に(=量子化区間を大きく)量子化するのが通常である。量子化区間が大きいほど、量子化誤差は大きくなるため、非線形な量子化の結果、HHよりも大きな値をとるLH, HLの量子化誤差の方が大きくなるのである。よって、HH起因のレンジオーバは、HL, LH起因のものよりも遙かに少なくなる。

【0054】

以上のように、レンジオーバ分をどの位置に配分すべきかは、「LH, HL, HH/2の量子化誤差の確率的な大小関係」でまず決定され、さらに「どの(いずれの)係数に起因してもいいように対処するか」否かで決定される。ここで「HH/2の量子化誤差」とは「HHの量子化誤差の1/2」の意である。量子化ステップ数や量子化区間が、量子化器の設計時点で予め決定されることを考えれば、「HL, LH, HH/2の量子化誤差の確率的な大小関係」は設計時点で決定され、オーバ分の配分先も、設計時点で決定可能なのである。確率的な処理(ほとんどの場合に有効に働く処理)でかまわないのであれば、配分先を探す必要はないのである。

よって、この「確率的な大小関係」、特に量子化誤差が確率的に最大となる係数を主体に考慮した場合、予め決定される配分位置の例は、以下の表2のようになる。なお、「配分」の意味は後述する。

【0055】

【表2】

量子化誤差の確率的な大小関係	最初に配分すべき画素位置	次に配分すべき画素位置
$HL \geq LH \geq HH/2$	水平	対角
$HL \geq HH/2 \geq LH$	水平	対角
$LH \geq HL \geq HH/2$	垂直	対角
$LH \geq HH/2 \geq HL$	垂直	対角
$HH/2 \geq HL \geq LH$	水平	垂直
$HH/2 \geq LH \geq HL$	水平	垂直

【0056】

また、この「確率的な大小関係(量子化誤差が確率的に最小となる係数以外の2つの係数)」と「いずれの係数に起因してもいいように」の両方を考慮した場合、予め決定される配分位置の例は、以下の表3のようになる。

【0057】

【表3】

量子化誤差の確率的な大小関係	最初に配分すべき画素位置	次に配分すべき画素位置
$HL \geq LH \geq HH/2$	対角	水平
$HL \geq HH/2 \geq LH$	水平	対角
$LH \geq HL \geq HH/2$	対角	垂直
$LH \geq HH/2 \geq HL$	垂直	対角
$HH/2 \geq HL \geq LH$	水平	垂直
$HH/2 \geq LH \geq HL$	垂直	水平

【0058】

また以上の例は、逆S変換される量(例えばRの値)とレンジオーバ補正される量が同じ場合(例えば、S変換だけで、輝度・色差への色変換をしない場合)で説明したが、逆S変換される量が輝度や色差で、レンジオーバ補正される量がRGB値であるような場合でも適用が可能である。

【0059】

例えば、特公平7-63177号公報に記載の技術の場合、RGBから成るカラー画像データをブロック単位毎に輝度信号と色差信号に変換し、さらに明度信号を直交変換して係数を得、その後、該係数に量子化を施している。他方、色差信号は、直交変換はされずに、ブロック内の代表値のみが量子化・符号化(圧縮)される。一方、伸張時には、逆直交変換の後、逆色変換が施され、RGBの値が復号される。

【0060】

今、この直交変換がS変換であり、代表値として色差の平均値を用いる場合を考える。平均値とは、S変換で言うLL成分に相当するため、実はこれは、輝度・色差の全てをS変換し、色差に関しては、HL, LH, HH成分を全て破棄する(=無限大の量子化ステップ数で量子化する)ことに他ならない。そして圧縮の主たる対象が自然画像である場合には、輝度、色差ともHH成分が最小である。

10

【0061】

色差に生じた量子化誤差は、逆色変換の際に結局RGBの誤差へと伝搬されるため、色差成分のS変換係数の、確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、R値やB値に生じたレンジオーバー分の配分先を決定しておくことが可能である。

【0062】

例えば、色変換がRCTと呼ばれる下式で表される場合、

$$\text{輝度 } Y = (R + 2G + B) / 4$$

$$\text{色差 } U = R - G$$

$$\text{色差 } V = B - G$$

20

その逆変換は、下式(5)~(7)になる。

$$R = G + U \quad \dots \quad (5)$$

$$G = Y - (U + V) / 4 \quad \dots \quad (6)$$

$$B = V + G \quad \dots \quad (7)$$

【0063】

上述の色変換は、4での除算部をフロア関数を使って切り捨てた場合、或いはシーリング関数を使用して切り上げた場合には可逆な変換となるため、該2つの場合にRCT(Reversible Component Transform)と呼ばれている。本出願明細書においては簡単のため、可逆か否かに関わらずRCTと略称することにする。

【0064】

30

伸張時においては、輝度、色差のいずれについても逆S変換がなされるため、U成分を例にとった場合、図1でaと表記した画素位置のUをU_a、U成分をS変換したときの係数をULL, UHL等と表記すれば、

$$U_a = ULL + (UHL + ULH) / 2 + UHH / 4$$

$$U_b = ULL - (UHL - ULH) / 2 - UHH / 4$$

$$U_c = ULL + (UHL - ULH) / 2 - UHH / 4$$

$$U_d = ULL - (UHL + ULH) / 2 + UHH / 4$$

となる。今、Uの高周波は一律に破棄するため、これまでの議論同様、U_a~U_dのいずれにおいても、HH成分の量子化誤差が最小になる。

【0065】

40

そして各U_a~U_dは、式(5)によってR_a~R_dへと逆RCTされ、

$$R_a = G_a + U_a$$

$$= Y_a - (U_a + V_a) / 4 + U_a$$

$$= Y_a + 3/4 U_a - 1/4 V_a \quad \dots \quad (8)$$

なる計算がなされるが、通常の圧縮方式では、Y_aに生じている誤差は、U_aやV_aに生じている誤差に比べて小さい。伸張後の画質を上げるためには、輝度の量子化率を低くし、色差の量子化率を上げるのが常套手段であるからである。

【0066】

50

その結果、式(8)を通じて R_a に生じる誤差は、 U_a 、 V_a の量子化誤差が支配的となる。 U_a 、 V_a の確率的な量子化誤差が等しく設計されているならば、係数 $3/4$ が掛かった U_a に起因する誤差が最大となることになるが、係数毎に見れば、やはり U_{HH} 起因の量子化誤差が最小となるのである。以上の議論は V 成分と B 値の関係にも当てはまる。したがって、色差成分の S 変換係数の、確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、 R 値や B 値に生じたレンジオーバー分の配分先を決定しておくことが可能なのである。

【0067】

また G 成分への支配的な寄与は、輝度 Y と色差 U 、 V の量子化率の違い(=設計方針)によっていずれの場合もありえる。輝度の HH 成分又は色差の HH 成分からの量子化誤差が最小となるのは同様である。よって、輝度成分又は色差成分の S 変換係数の確率的な量子化誤差の大小関係に基づいて、 G 値に生じたレンジオーバー分の配分先を決定しておくことが可能なのである。

10

【0068】

また、以上では RCT を例にとったが、 $JPEG$ 等で使用される公知の $YCbCr$ 変換等でも同様な議論が成立するのは明らかである。また、圧縮後の伸張時を例にとって説明したが、 S 変換係数の量子化後に、逆 S 変換がなされる処理であれば、伸張・復号に関わらず適用可能なことも明らかである。

【0069】

以上をもとに、本発明の実施形態を説明する。

図4は、本発明に係る画像データ処理装置を説明するためのブロック図である。

20

本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置は、逆 S 変換後の画像データ成分(例えば前述の R 値や B 値、後述するが輝度や色差でもよい)を処理する装置であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すレンジオーバー画素チェック手段1と、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らす成分値修正手段2と、 S 変換係数 LH 、 HL 、 $HH/2$ の量子化誤差の確率的な大小関係に基づいて予め決定された画素の、その成分値を増やす成分値配分手段3とを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ上限オーバー時に、簡易な手法で逆 S 変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

なお、後述する各実施形態においては図1を参照して各手段を、本実施形態での各手段と同じものとして説明してあるが、当然同一手段である必要はなく、さらに、各手段が各実施形態での機能のみを備えていても、他の実施形態での機能を兼ね備えていてもよい。

30

【0070】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、逆 S 変換後の画像データ成分を処理する装置であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すレンジオーバー画素チェック手段1と、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やす成分値修正手段2と、 S 変換係数 LH 、 HL 、 $HH/2$ の量子化誤差の確率的な大小関係に基づいて予め決定された画素の、その成分値を減らす成分値配分手段3を有するものとする。本実施形態によれば、レンジ下限を下回ったときに、簡易な手法で逆 S 変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

【0071】

40

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、逆 S 変換後の画像データ成分を処理する装置であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すレンジオーバー画素チェック手段1と、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らす成分値修正手段2と、 S 変換係数 LH 、 HL 、 $HH/2$ のどの量子化誤差が確率的に最小となるかに基づいて予め決定された画素の、その成分値を増やす成分値配分手段3を有するものとする。本実施形態によれば、レンジ上限オーバー時に、簡易かつ柔軟な手法で逆 S 変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

【0072】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、逆 S 変換後の画像データを処

50

理する装置であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すレンジオーバー画素チェック手段 1 と、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やす成分値修正手段 2 と、S 変換係数 LH , HL , $HH/2$ のどの量子化誤差が確率的に最小となるかに基づいて予め決定された画素の、その成分値を減らす成分値配分手段 3 を有するものとする。本実施形態によれば、レンジ下限を下回ったときに、簡易かつ柔軟な手法で逆 S 変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0073】

以上のように、レンジオーバー分を予め規定した所定の画素に配分する場合、配分後の所定画素の値もレンジ内に収まるのが通常である。しかし、係数間の誤差の累積等により、配分後の所定画素の値が、レンジを越えたり、下回ったりすることがある。かかる場合には、再配分が、丸め処理が必要である。表 2, 表 3 のところで述べた「次に配分」とは、この再配分のことである。

10

【0074】

そこで、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、成分値修正手段 2 により、値を増やした画素の成分値がさらにレンジの上限を越えた場合に該画素の成分値をレンジ内に入るように減らし、成分値配分手段 3 により、S 変換係数 LH , HL , $HH/2$ のうち、どの量子化誤差が確率的に最大となるかに基づいて予め決定された第 2 の画素の、その成分値を増やす。本実施形態によれば、上限オーバーが繰り返されたときに、簡易な手法で逆 S 変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号

20

【0075】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、成分値修正手段 2 により、値を減らした画素の成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に該画素の成分値をレンジ内に入るように増やし、成分値配分手段 3 により、S 変換係数 LH , HL , $HH/2$ のうち、どの量子化誤差が確率的に最大となるかに基づいて予め決定された第 2 の画素の、その成分値を減らす。本実施形態によれば、レンジ下限アンダーが繰り返されたときに、簡易な手法で逆 S 変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0076】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、値を増やした画素又は第 2 の画素の成分値がさらにレンジの上限を越えた場合に該画素の成分値をレンジ上限の値とする（以下これを「丸め処理」という）。また、値を減らした画素又は第 2 の画素の成分値がさらにレンジの下限を下回った場合に該画素の成分値をレンジ下限の値とする（以下これも「丸め処理」という）。本実施形態によれば、レンジオーバーが繰り返されたときの対処を、簡易に行うことが可能となる。

30

【0077】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、 $HH/2$ の量子化誤差が確率的に最小である場合に、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探し、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らす成分値修正手段 2 と、その画素の対角画素の値を増やす成分値配分手段 3 を有するものとする。本実施形態によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジ上限オーバー時に、簡易かつ柔軟な手法で逆 S 変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

40

【0078】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、 $HH/2$ の量子化誤差が確率的に最小である場合に、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探し、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やす成分値修正手段 2 と、その画素の対角画素の値を減らす成分値配分手段 3 を有するものとする。本実施形態によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジ下限アンダー時に、簡易かつ柔軟な手法で逆 S

50

変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0079】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、成分値修正手段2により、増やした画素の成分値がさらにレンジの上限を越えた場合にその画素の成分値をレンジ内に入るように減らし、成分値配分手段3により、その画素の水平又は垂直画素の成分値を増やす。本実施形態によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジ上限オーバが繰り返されたときに、簡易な手法で逆S変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0080】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、成分値修正手段2により、減らした画素の成分値がさらにレンジの下限を下回った場合にその画素の成分値をレンジ内に入るように増やし、成分値配分手段3により、その画素の水平又は垂直画素の成分値を減らす。本実施形態によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジ下限アンダーが繰り返されたときに、簡易な手法で逆S変換後（伸張・復号時）の色味の変化を抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0081】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、減らす値の大きさと増やす値の大きさを一致させるようにしたものである。本実施形態によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合も含め、成分値の総和（平均値）を保持することで、色味の変化を精密に抑え、高画質な処理（伸張・復号処理）を行うことが可能となる。

【0082】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置においては、値を増やした画素の成分値がさらにレンジの上限を越えた場合にその画素の成分値をレンジ上限の値とする。また、値を減らした画素の成分値がさらにレンジの下限を下回った場合にその画素の成分値をレンジ下限の値とする。本実施形態によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジオーバが繰り返されたときの対処を、簡易に行うことが可能となる。

【0083】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、前述の逆S変換が画像データの色差成分に対してなされ、前述の成分値がR値又はG値又はB値であるようにしたものである。本実施形態によれば、逆S変換後に逆色変換がなされる典型的な復号化経路において、RGB値のレンジオーバへの対処を、色差成分のS変換係数の誤差に基づいて簡易に行うことが可能となる。

【0084】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、前述の逆S変換が画像データの輝度成分に対してなされ、前述の成分値がG値であるようにしたものである。本実施形態によれば、逆S変換後に逆色変換がなされる典型的な復号化経路において、Gの値のレンジオーバへの対処を、輝度成分のS変換係数の誤差に基づいて簡易に行うことが可能となる。

【0085】

また、復号後（伸張後）の画質を維持するためには、輝度の量子化率を色差の量子化率よりも低くするのが通常であるが、かかる場合は、前述のRCTの式(5)~(7)の例からも明らかなように、Gに生じる誤差は、R、Bに生じる誤差よりも小さくなる。その結果Gの場合、レンジオーバが生じたとしても、オーバ分の値は小さい。

よって、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、前述のレンジ上限を越える成分値又はレンジ下限を下回る成分値がGである場合に、Gの値を丸め処理する手段を有するものとする。本実施形態によれば、オーバ分の値が小さいと想定される成分値の場合には丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0086】

また、画像データの圧縮率を可変にするために符号化時の量子化率が可変であるのも一般的だが、量子化率が低い場合には、レンジオーバー自体も少なくなり、オーバー分の値も小さくなる。

よって、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、S変換係数の量子化率によって、前述の予め決定された画素の成分値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有するものとする。本実施形態によれば、オーバー分の値が小さいと想定される場合には丸め処理にすることにより、レンジオーバーへの対処を簡易化することが可能となる。

【0087】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理装置は、前述のレンジ上限を越える成分値又はレンジ加減を下回る成分値がGである場合に、S変換係数の量子化率によって、前述の予め決定された画素のG値を増減するか、丸め処理とするかを切り替える手段を有するものとする。本実施形態によれば、オーバー分の値が小さいと想定される場合及び成分値の場合に丸め処理にすることにより、レンジオーバーへの対処を簡易化することが可能となる。

10

【0088】

本発明の一実施形態に係る画像データ処理方法は、逆S変換後の画像データ成分を処理する方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、S変換係数LH, HL, HH/2の量子化誤差の確率的な大小関係に基づいて予め決定された画素の、その成分値を増やすステップを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ上限オーバー時に、簡易な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

20

【0089】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理方法は、逆S変換後の画像データ成分を処理する方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、S変換係数LH, HL, HH/2の量子化誤差の確率的な大小関係に基づいて予め決定された画素の、その成分値を減らすステップを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ下限を下回ったときに、簡易な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

30

【0090】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理方法は、逆S変換後の画像データ成分を処理する方法であって、レンジの上限を越える成分値を有する画素を探すステップと、その画素の成分値をレンジ内に入るように減らすステップと、S変換係数LH, HL, HH/2のどの量子化誤差が確率的に最小となるかに基づいて予め決定された画素の、その成分値を増やすステップを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ上限オーバー時に、簡易かつ柔軟な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

【0091】

また、本発明の他の実施形態に係る画像データ処理方法は、逆S変換後の画像データを処理する方法であって、レンジの下限を下回る成分値を有する画素を探すステップと、その画素の成分値をレンジ内に入るように増やすステップと、S変換係数LH, HL, HH/2のどの量子化誤差が確率的に最小となるかに基づいて予め決定された画素の、その成分値を減らすステップを有するものとする。本実施形態によれば、レンジ下限を下回ったときに、簡易かつ柔軟な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことが可能となる。

40

【0092】

本発明は、上述の各実施形態の画像データ処理装置の機能を実現するための、又は、上述の各実施形態の画像データ処理方法を実行させるためのプログラム、及びそのプログラム

50

を記録したコンピュータが読み取り可能な情報記録媒体としての形態がとり得、これにより、上述の各実施形態に対応した処理によって、速度と画質のバランスをとることが可能なシステムを提供することが可能となる。

【0093】

以下、本発明の実施形態をより具体的に説明する。

図5は、本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の構成例を示す図である。

ここで説明する画像データ処理装置は、データバス13を介して、RAM11、CPU12、HDD14が接続された構成となっており、以下の流れで、オリジナル画像（原画像）の圧縮処理（符号化処理）を行う。

【0094】

HDD14上に記録されたオリジナル画像は、CPU12からの命令によってRAM11上に読み込まれる(i)。次に、圧縮ステップとして、CPU12はRAM11上の画像を部分的に読み込み(ii)、後述する一般的な符号化方法を適用して圧縮を行う。CPU12は、圧縮後のデータをRAM11上の別の領域に書き込む(iii)。全てのオリジナル画像が圧縮されると、CPU12からの命令によって、圧縮後のデータがHDD14上に記録される(iv)。

【0095】

また、同一の装置構成において、以下の流れで、圧縮された画像の伸張処理（復号化処理）がなされる。HDD14上に記録された圧縮された画像は、CPU12からの命令によってRAM11上に読み込まれる(ivの逆)。次に、伸張ステップとして、CPU12はRAM11上の圧縮された画像を部分的に読み込み(iiiの逆)、本発明に係る復号（伸張）処理を適用して伸張を行う。CPU12は、伸張後のデータをRAM11上の別の領域に書き込む(iiの逆)。全ての圧縮された画像が伸張されると、CPU12からの命令によって、伸張後のデータがHDD14上に記録される(iの逆)。

【0096】

図6は、本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の他の構成例を示す図である。

ここで説明する画像データ処理装置は、データバス23を介して、PC内のRAM21、PC内のCPU22、HDD24、プリンタ25が接続された構成となっている。オリジナル画像のプリントアウトに際し、画像の圧縮がなされ、圧縮後のデータがプリンタ25に送信される。プリンタ25への送信データ量が低減されるため、送信時間が短縮され、圧縮・伸張に要する時間を加味しても、高速なプリントが可能になる。

【0097】

HDD24上に記録されたオリジナル画像は、CPU22からの命令によってRAM21上に読み込まれる(i)。次に、圧縮ステップとして、CPU22は、RAM21上の画像を部分的に読み込み(ii)、後述する一般的な符号化方法を適用して圧縮を行う。CPU22は、圧縮後のデータをRAM21上の別の領域に書き込む(iii)。CPU22からの命令によって、圧縮後のデータがプリンタ25内のRAM27上に記録される(iv)。伸張ステップとして、プリンタ25内のCPU26は、圧縮後のデータを読み込み(v)、本発明に係る伸張（復号）処理を適用して画像の伸張を行う。CPU26は、伸張後のデータをRAM27上に書き込む(vi)。プリンタ25は、全てのデータが伸張された後、その伸張後のデータを所定の手順でプリントアウトする。

【0098】

図7は、本発明の一実施例の画像データ処理装置における符号化部（圧縮部）を示すブロック図、図8は、図7の符号化部で生成される固定長の符号の構成例を示す図、なお、図9は、図7の符号化部での処理の流れを説明するためのフロー図である。図5或いは図6で例示したような装置構成のもと、図7乃至図9に基づいて本実施例が想定する符号化部（圧縮部）の処理の流れを説明する。

【0099】

本実施例における符号化処理は、画像データを低周波成分と高周波成分とに分離する手段として、S変換（Harr Wavelet変換）を前提とする。S変換では、図1のよ

10

20

30

40

50

うに 2×2 画素単位での変換が行われ、4画素の有する値を図1のように a, b, c, d とした場合、 2×2 画素ブロックの画像情報は LL, HL, LH, HH の4係数に変換される。このうち LL 係数は低周波成分であり、 HL, LH, HH 係数は高周波成分である。ここで $a \sim d$ が、各画素の有する R の値である場合は、 $R_{ll}, R_{hl}, R_{lh}, R_{hh}$ が得られ、同様に各画素の有する G の値である場合は、 $G_{ll} \sim G_{hh}$ が得られ、 B についても同様である。

【0100】

0 ~ 255 (8 bit) の値をとる RGB データとして与えられた画像データは、 2×2 画素切り出し部 31 によって、4画素単位で S 変換部 32 に入力される (ステップ S1)。 S 変換部 32 では、図1に示した式による変換が行われ、 $R_{ll}, R_{hl}, R_{lh}, R_{hh}, G_{ll}, G_{hl}, G_{lh}, G_{hh}, B_{ll}, B_{hl}, B_{lh}, B_{hh}$ の12個の係数が計算され、保持される (ステップ S2)。ここで R_{ll}, G_{ll}, B_{ll} の3つの直流成分は、量子化されることなく RCT (Reversible Component変換) 部 34 に入力され、その他の交流成分は量子化部 33 を経た後、 RCT 部 34 に入力される。

10

【0101】

そして本実施例においては、量子化部 33 において、 $R_{hl}, R_{lh}, R_{hh}, B_{hl}, B_{lh}, B_{hh}, G_{hl}, G_{lh}, G_{hh}$ は全て 2 bit 分の線形量子化がなされ、 $R_{ll}, R_{lh}, R_{hh}, B_{hl}, B_{lh}, B_{hh}, G_{hl}, G_{lh}, G_{hh}$ となり、保持される (ステップ S3)。これは、RGB の S 変換係数における量子化誤差の大小関係としては、ちょうど前述のケース 1 に相当する。

20

【0102】

本実施例の RCT 部 34 では、 R_{ll}, G_{ll}, B_{ll} に RCT を適用して Y_{ll}, U_{ll}, V_{ll} が計算され保持される (ステップ S4)。さらに、ステップ S3 の量子化により生成された $R_{hl}, R_{lh}, R_{hh}, B_{hl}, B_{lh}, B_{hh}, G_{hl}, G_{lh}, G_{hh}$ から、 Y_{hl}, Y_{lh}, Y_{hh} が計算され保持される (ステップ S5)。ここでは、輝度 Y に関しては $LL \sim HH$ までを生成するが、圧縮率を上げるため、色差 U, V に関しては LL のみしか生成しない。これは、色差の S 変換係数における量子化誤差の大小関係としても、ちょうど前述のケース 1 に相当する (前述の特公平 7 - 63177 号公報と同様)。また、輝度の S 変換係数における量子化誤差の大小関係としても、ちょうど前述のケース 1 に相当する。

30

【0103】

そして YUV 各々の係数は、符号生成部 35 へ入力され、連結されて 4画素分の符号である図8に示す固定長の符号 40 が生成される (ステップ S6)。この固定長符号 40 は、 $Y_{ll}, Y_{hl}, Y_{lh}, Y_{hh}, U_{ll}, V_{ll}$ がそれぞれ 8, 7, 7, 8, 9, 9 bit の固定長をもつ構成となっている。全画素について符号の生成がなされるまで処理は続行される (ステップ S7)。

なお、以上の例では、前述の特公平 7 - 63177 号公報の発明に対し、 S 変換と色変換 (RCT) の順番が逆であり、量子化部の位置も異なるが、本発明の適用上はいずれの順番・位置でもよいことは明らかである。

【0104】

図10は、本発明の一実施例の画像データ処理装置における復号化部 (伸張部) を示すブロック、図11は、図10の復号化部での処理の流れを説明するためのフロー図である。図7乃至図9で説明した符号化のもと、図10及び図11に基づいて本実施例の復号化部 (伸張部) の処理の流れを説明する。

40

【0105】

前述の符号化がなされた画像データは、符号分割部 41 において、図8の固定長符号 40 から、4画素分の $Y_{ll}, Y_{hl}, Y_{lh}, Y_{hh}, U_{ll}, V_{ll}$ が切り出され (ステップ S11)、逆 RCT 部 42 によって、 $R_{ll}, U_{ll}, V_{ll}, R_{hl}, R_{lh}, R_{hh}, B_{hl}, B_{lh}, B_{hh}, G_{hl}, G_{lh}, G_{hh}$ が生成され保持される (ステップ S12)。そして LL 以外の係数は、それぞれの逆量子化部 43 に

50

において 2 bit 逆量子化されて R_{hl} , R_{lh} , R_{hh} , G_{hl} , G_{lh} , G_{hh} , B_{hl} , B_{lh} , B_{hh} となる (ステップ S 1 3)。その後、各係数は逆 S 変換部 4 4 において逆 S 変換がなされ、4 画素分の R , G , B 、すなわち R_a , R_b , R_c , R_d , G_a , G_b , G_c , G_d , B_a , B_b , B_c , B_d が計算され (ステップ S 1 4)、レンジオーバ補正部 4 5 に入力され、レンジオーバ補正処理が行われる (ステップ S 1 5)。この処理を前画素の復号が終了するまで続行する。レンジオーバ補正部 4 5 は、本発明の中心をなすものであり、図 4 で説明したレンジオーバ画素チェック手段 1、成分値修正手段 2、成分値配分手段 3 等を含むものとする。

【 0 1 0 6 】

図 1 2 は、本発明の一実施例の画像データ処理装置におけるレンジオーバ補正処理の流れを説明するためのフロー図であり、図 1 3 乃至図 1 6 は、図 1 2 の処理を詳細に説明するためのフロー図である。

10

本実施例においては、ステップ S 2 1 において、RGB 全てについて、図 1 3 に記載した各画素の補正量を計算、保持する。ここで図 1 3 のように、補正量 = レンジオーバ分の値としている。そして前述のように、量子化誤差に関しケース 1 を想定しており、HH の誤差が最小と考え、かつ LH, HL 両方の誤差への対応を考慮して、レンジオーバ分の値 (図 1 3 でいう補正量) を、対角位置の画素へ加算する (ステップ S 2 2)。これはちょうど、表 3 の中央の列で規定した位置を予め決めておいたことになる。

【 0 1 0 7 】

そして今度は、G のみを丸め処理とするため、ステップ S 2 3 で R, B についてのみ補正量を求め、ステップ S 2 4 で前記補正量を水平位置画素に加算する。これは、表 3 の中央の列の規定に加え、「再配分は (HL の量子化誤差を優先して) 水平方向」と規定したことになる。そして最後に、ステップ S 2 5 で丸め処理を行う。

20

【 0 1 0 8 】

図 1 3 を参照して丸め・補正量保持処理の流れを説明する。

まず、全ての位置 a, b, c, d の補正量を 0 にセットする (ステップ S 3 1)。ステップ S 3 2 にて成分値 x が 0 未満であれば $x = 0$ とし、位置 a ~ d と補正量 $x - 0$ を保持し (ステップ S 3 3)、ステップ S 3 4 にて成分値 x が 2 5 5 を越えていれば $x = 2 5 5$ とし、位置 a ~ d と補正量 $x - 2 5 5$ を保持する (ステップ S 3 5)。この処理を 4 画素分の x について繰り返す (ステップ S 3 6)。

30

【 0 1 0 9 】

図 1 4 を参照して対角位置補正処理の流れを説明する。

まず、ステップ S 4 1 にて補正量が 0 であるか否かを判定する。補正量が 0 でなければステップ S 4 2 へ進み、対角位置画素の成分値に補正量を加算する。この処理を 4 画素分の補正量について繰り返す (ステップ S 4 3)。

【 0 1 1 0 】

図 1 5 を参照して水平位置補正処理の流れを説明する。

まず、ステップ S 5 1 にて補正量が 0 であるか否かを判定する。補正量が 0 でなければステップ S 5 2 へ進み、水平位置画素の成分値に補正量を加算する。この処理を 4 画素分の補正量について繰り返す (ステップ S 5 3)。

40

【 0 1 1 1 】

図 1 6 を参照して丸め処理の流れを説明する。

まず、ステップ S 6 1 にて成分値 x が 0 未満であれば $x = 0$ とし (ステップ S 6 2)、ステップ S 6 3 にて成分値 x が 2 5 5 を越えていれば $x = 2 5 5$ とする (ステップ S 6 4)。この処理を 4 画素分の x について繰り返す (ステップ S 6 5)。

【 0 1 1 2 】

図 1 7 は、本発明の他の実施例の画像データ処理装置におけるレンジオーバ補正処理の流れを説明するためのフロー図、図 1 8 は、図 1 7 の処理で生成される固定長の符号の構成例を示す図である。

本実施例においては、ステップ S 7 1 において、係数全体の量子化率が閾値 T_{h1} より大

50

きい場合には、RGB全てについて図13に記載した各画素の補正量を計算、保持し(ステップS72)、さらにRGB全てについてレンジオーバ分の値(図13でいう補正量)を対角位置の画素へ加算し(ステップS73)、RGB全てについて丸め処理を行う(ステップS77)。また、ステップS71において係数全体の量子化率が閾値 Th_1 以下の場合にはステップS74へ進む。ステップS74では、係数全体の量子化率が閾値 Th_2 ($Th_1 > Th_2$)より大きい場合には、RB全てについて図13に記載した各画素の補正量を計算、保持し(ステップS75)、さらにRB全てについてレンジオーバ分の値(図13でいう補正量)を対角位置の画素へ加算し(ステップS76)、RGB全てについて丸め処理を行う(ステップS77)。そして係数全体の量子化率が閾値 Th_2 以下の場合には、ステップS75、S76を飛ばし、ステップS77へ進む。なお、ここでの処理の詳細は図13乃至図16を参照して説明済みであり、省略する。

10

【0113】

なお、本実施例においては、図18中の固定長符号50のように各符号のヘッダに、閾値 Th_1 、 Th_2 との大小関係を示す2bitの固定長の値(“11”なら量子化率 $> Th_1$ 、“10”なら Th_1 量子化率 $> Th_2$ 、“01”なら量子化率 $< Th_2$)が入力されており、これにより閾値との大小関係を判断することができる。

【0114】

【発明の効果】

請求項1, 2, 15, 16の発明によれば、レンジ上限オーバ時に、又はレンジ下限を下回ったときに、簡易な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことができる。

20

【0115】

また、成分値の総和(平均値)を保持することで、色味の変化を精密に抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことができる。

【0116】

請求項3, 17の発明によれば、レンジ上限オーバ時に、又はレンジ下限を下回ったときに、簡易かつ柔軟な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことができる。

【0117】

請求項4, 18の発明によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジ上限オーバ時に、又はレンジ下限アンダ時に、簡易かつ柔軟な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことができる。

30

【0118】

請求項6の発明によれば、レンジ上限オーバ又はレンジ下限アンダが繰り返されたときに、簡易な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことができる。

【0120】

請求項5, 7の発明によれば、レンジオーバが繰り返されたときの対処を、簡易に行うことができる。

40

【0123】

請求項8, 9の発明によれば、 $HH/2$ の量子化誤差が最小という典型的な場合において、レンジ上限オーバ又はレンジ下限アンダが繰り返されたときに、簡易な手法で逆S変換後(伸張・復号時)の色味の変化を抑え、高画質な処理(伸張・復号処理)を行うことができる。

【0127】

請求項10の発明によれば、逆S変換後に逆色変換がなされる典型的な復号化経路において、RGB値のレンジオーバへの対処を、色差成分のS変換係数の誤差に基づいて簡易に行うことができる。

【0128】

50

請求項 1 1 の発明によれば、G の値のレンジオーバへの対処を、輝度成分の S 変換係数の誤差に基づいて簡易に行うことができる。

【 0 1 2 9 】

請求項 1 2 の発明によれば、オーバ分の値が小さいと想定される成分値の場合には丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することができる。

【 0 1 3 0 】

請求項 1 3 の発明によれば、オーバ分の値が小さいと想定される場合には丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することができる。

【 0 1 3 1 】

請求項 1 4 の発明によれば、オーバ分の値が小さいと想定される場合及び成分値の場合に丸め処理にすることにより、レンジオーバへの対処を簡易化することができる。 10

【 0 1 3 2 】

請求項 1 9 , 2 0 の発明によれば、画像データ処理方法が記録されているので、各請求項に対応した処理によって速度と画質のバランスのとれたシステムを提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 S 変換を説明するための図である。

【 図 2 】 S 変換を行う画素間の方向の凡例を示す図である。

【 図 3 】 自然画像における H L , L H , H H の値のヒストグラムを示す図である。

【 図 4 】 本発明に係る画像データ処理装置を説明するためのブロック図である。 20

【 図 5 】 本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の構成例を示す図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態に係る画像データ処理装置の他の構成例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の一実施例の画像データ処理装置における符号化部（圧縮部）を示すブロック図である。

【 図 8 】 図 7 の符号化部で生成される固定長の符号の構成例を示す図である。

【 図 9 】 図 7 の符号化部での処理の流れを説明するためのフロー図である。

【 図 1 0 】 本発明の一実施例の画像データ処理装置における復号化部（伸張部）を示すブロック図である。

【 図 1 1 】 図 1 0 の復号化部での処理の流れを説明するためのフロー図である。

【 図 1 2 】 本発明の一実施例の画像データ処理装置におけるレンジオーバ補正処理の流れを説明するためのフロー図である。 30

【 図 1 3 】 図 1 2 の処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【 図 1 4 】 図 1 2 の処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【 図 1 5 】 図 1 2 の処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【 図 1 6 】 図 1 2 の処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【 図 1 7 】 本発明の他の実施例の画像データ処理装置におけるレンジオーバ補正処理の流れを説明するためのフロー図である。

【 図 1 8 】 図 1 7 の処理で生成される固定長の符号の構成例を示す図である。

【 符号の説明 】

1 ... レンジオーバ画素チェック手段、 2 ... 成分値修正手段、 3 ... 成分値配分手段、 1 1 , 40
2 1 , 2 7 ... R A M、 1 2 , 2 2 , 2 6 ... C P U、 1 3 , 2 3 ... データバス、 1 4 , 2 4
... H D D、 2 5 ... プリンタ、 3 1 ... 2 × 2 画素切り出し部、 3 2 ... S 変換部、 3 3 ... 量子
化部、 3 4 ... R C T 部、 3 5 ... 符号生成部、 4 1 ... 符号分割部、 4 2 ... 逆 R C T 部、 4 3
... 逆量子化部、 4 4 ... 逆 S 変換部、 4 5 ... レンジオーバ補正処理部。

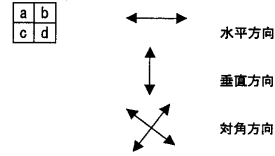
【 図 1 】

(A)



(B)

$LL = (a + b + c + d) / 4$... 低周波 (直流) 成分
 $HL = (a + c) / 2 - (b + d) / 2$... 高周波 (交流) 成分 縦方向のエッジを検出
 $LH = (a + b) / 2 - (c + d) / 2$... 高周波 (交流) 成分 横方向のエッジを検出
 $HH = (a - b) - (c - d)$... 高周波 (交流) 成分 斜め方向のエッジ (線分) を検出



縦方向のエッジ



横方向のエッジ



斜め方向のエッジ (ななめ方向の細線)

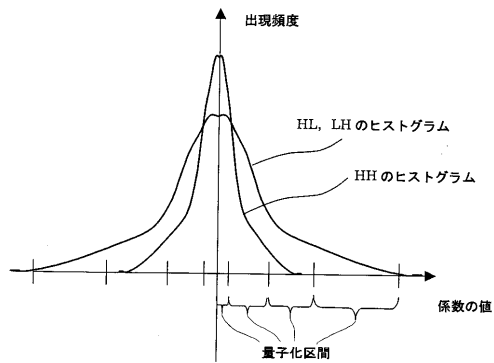


斜め方向のエッジ (ななめ方向の細線)

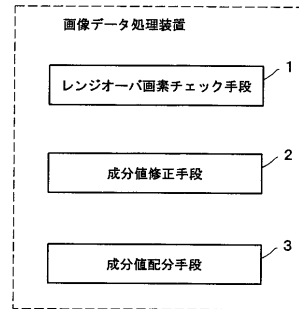
(C)

逆S変換
 $a = LL + (HL + LH) / 2 + HH / 4$
 $b = LL - (HL - LH) / 2 - HH / 4$
 $c = LL + (HL - LH) / 2 - HH / 4$
 $d = LL - (HL + LH) / 2 + HH / 4$

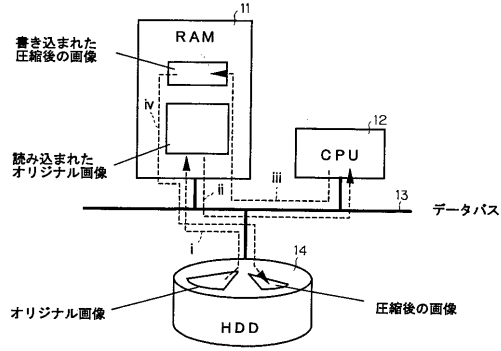
【 図 3 】



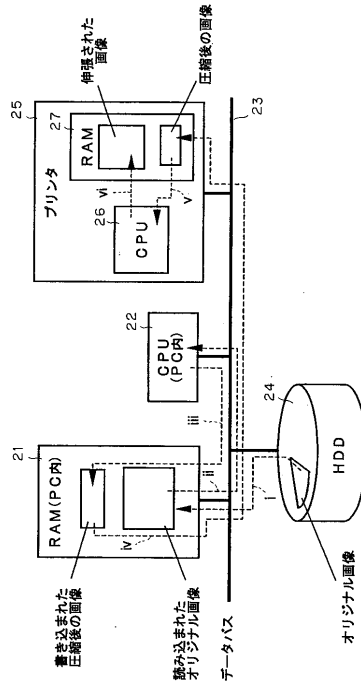
【 図 4 】



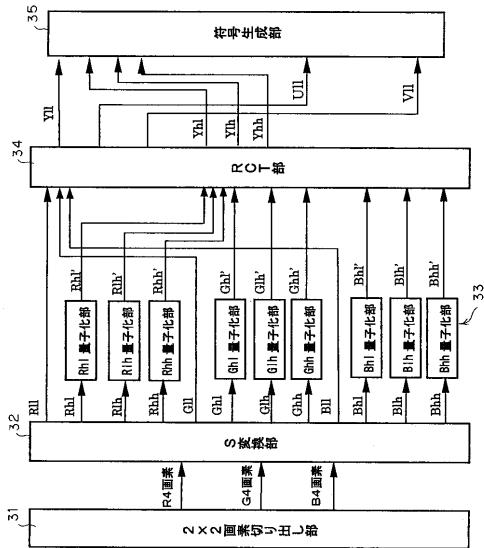
【 図 5 】



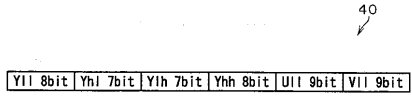
【 図 6 】



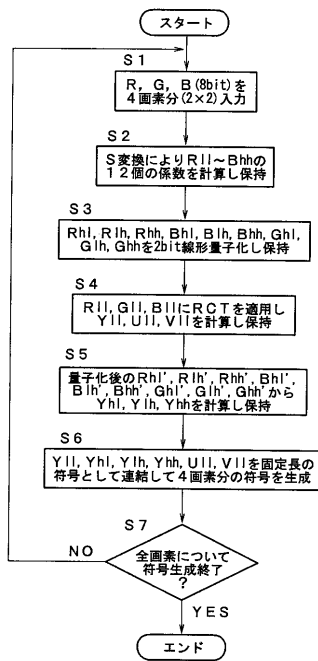
【 図 7 】



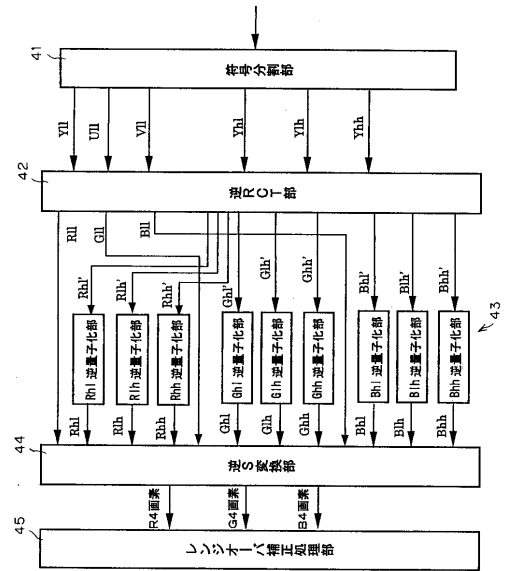
【 図 8 】



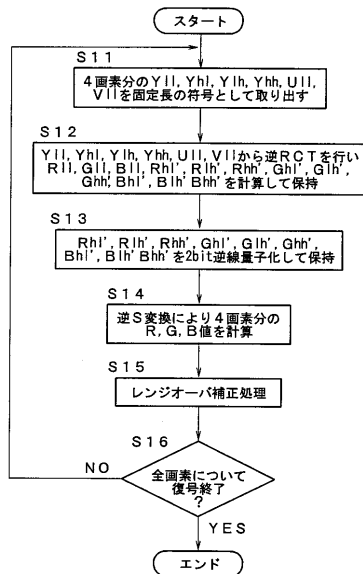
【 図 9 】



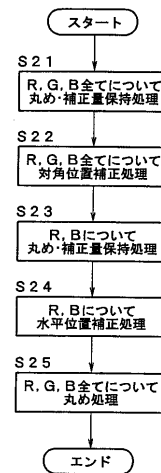
【 図 10 】



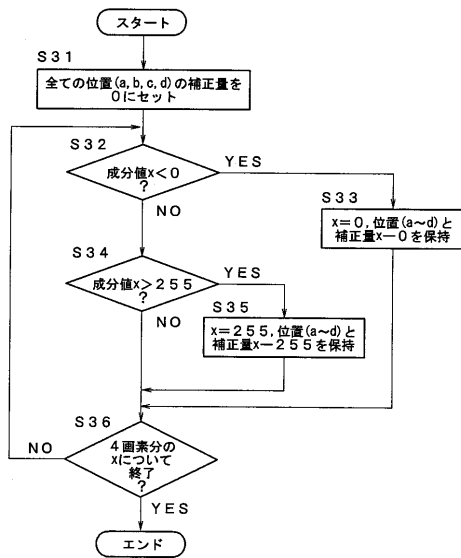
【 図 11 】



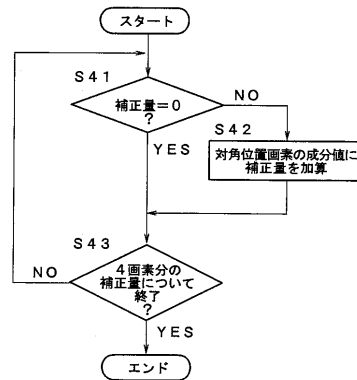
【 図 12 】



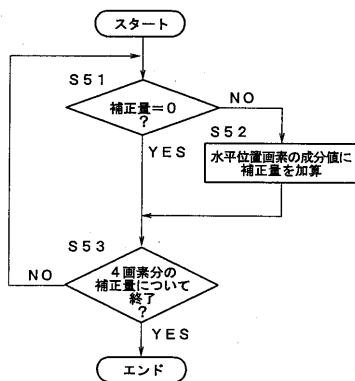
【 図 1 3 】



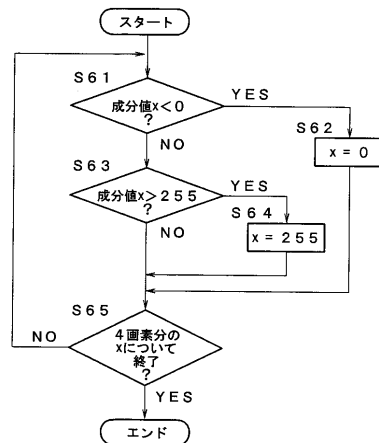
【 図 1 4 】



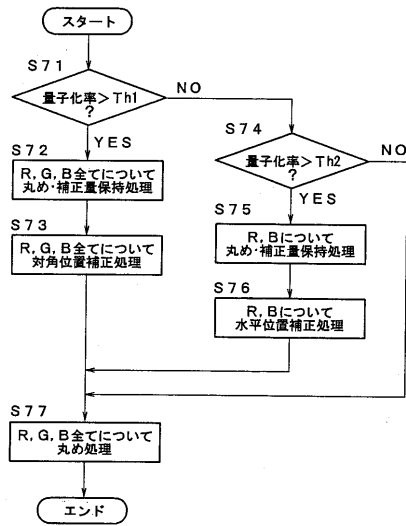
【 図 1 5 】



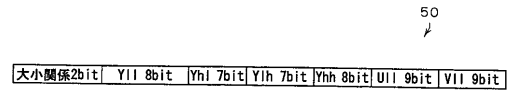
【 図 1 6 】



【 図 17 】



【 図 18 】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第05757975(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 5/20

H04N 1/41

H04N 7/30