

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6857973号  
(P6857973)

(45) 発行日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月25日(2021.3.25)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4N 19/115	(2014.01)	HO4N 19/115	
HO4N 19/63	(2014.01)	HO4N 19/63	
HO4N 19/14	(2014.01)	HO4N 19/14	
HO4N 19/169	(2014.01)	HO4N 19/169	

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-118323 (P2016-118323)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成28年6月14日(2016.6.14)	(74) 代理人	110003281 特許業務法人大塚国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2017-224965 (P2017-224965A)	(72) 発明者	宮内 大 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成29年12月21日(2017.12.21)	審査官	岩井 健二
審査請求日	令和1年5月30日(2019.5.30)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動画像データを符号化する画像符号化装置であって、  
動画像データにおけるフレームの画像データから単一成分で構成される複数のプレーンデータを生成するプレーン変換手段と、

前記プレーン変換手段により生成されたプレーンデータに対して周波数変換を実行し、複数のサブバンドの係数データを生成する周波数変換手段と、

該周波数変換手段で得られた係数データを、量子化パラメータに従って量子化し、当該量子化された係数データを符号化する符号化手段と、

前記符号化手段により発生する符号量が目標符号量になるように前記符号化手段を制御する符号量制御手段とを有し、

前記符号量制御手段は、複数のプレーン毎に算出される難易度を表す指標値、および、複数のプレーン毎に予め決められた重み係数に基づいてフレーム目標符号量を複数のプレーンにプレーン目標符号量として分配し、さらに、プレーン毎に、当該プレーンに分配されたプレーン目標符号量を、複数のサブバンド毎に算出される難易度を表す指標値、および、複数のサブバンド毎に予め決められた重み係数に基づいて、当該プレーンの複数のサブバンドに分配することにより、前記複数のプレーンそれぞれに対応する前記複数のサブバンド毎のサブバンド目標符号量を決定する

ことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項2】

10

20

前記符号量制御手段は、

前記難易度を表す指標値に応じて決定される比率に基づいて、前記フレーム目標符号量を前記複数のプレーンデータへ分配することにより、プレーンデータ毎の前記プレーン目標符号量を決定し、

各プレーンデータについて、当該プレーンデータにおける複数のサブバンドの難易度を表す指標値に応じて決定される比率に基づいて、前記プレーン目標符号量を前記複数のサブバンドに分配することにより、前記サブバンド目標符号量を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

前記周波数変換手段は、離散ウェーブレット変換手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 4】

前記符号化手段は、

同一分解レベルのサブバンドである LL、HL、LH、HH において、 $LL \quad LH = HL \quad HH$  の関係を持つ初期の量子化パラメータに基づいて量子化を開始し、

解像度レベルの間では、解像度レベルが低いほど大きな初期の量子化パラメータに基づいて量子化を開始する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像符号化装置。

【請求項 5】

プレーン変換手段は、RAW 画像データを、R、G、B の単一の色成分で構成される複数のプレーンデータに変換する手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 6】

プレーン変換手段は、RAW 画像データを、輝度成分で構成されるプレーン、複数の色差成分それぞれのプレーンデータに変換する手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 7】

前記符号量制御手段は、

前記輝度成分のプレーンデータに対し、前記色差成分のプレーンデータよりも大きな重みづけ係数を用いて、フレーム目標符号量を分配する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像符号化装置。

【請求項 8】

前記符号化手段は、

サブバンドの 1 ライン分の係数データを単位に量子化し、

前記 1 ライン分の係数データを量子化した際の量子化パラメータと前記 1 ライン分の係数データから生成された符号化データ量との積を、前記難易度を表す指標値として算出する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像符号化装置。

【請求項 9】

動画像データを符号化する画像符号化装置の制御方法であって、

プレーン変換手段が、動画像データにおけるフレームの画像データから単一成分で構成される複数のプレーンデータを生成するプレーン変換工程と、

前記プレーン変換工程により生成されたプレーンデータに対して周波数変換を実行し、複数のサブバンドの係数データを生成する周波数変換工程と、

符号化手段が、前記周波数変換工程で得られた係数データを、量子化パラメータに従って量子化し、当該量子化された係数データを符号化する符号化工程と、

符号量制御手段が、前記符号化工程により発生する符号量が目標符号量になるように前記符号化工程を制御する符号量制御工程とを有し、

前記符号量制御工程は、複数のプレーン毎に算出される難易度を表す指標値、および、複数のプレーン毎に予め決められた重み係数に基づいてフレーム目標符号量を複数のフレ

10

20

30

40

50

ーンにプレーン目標符号量として分配し、さらに、プレーン毎に、当該プレーンに分配されたプレーン目標符号量を、複数のサブバンド毎に算出される難易度を表す指標値、および、複数のサブバンド毎に予め決められた重み係数に基づいて、当該プレーンの複数のサブバンドに分配することにより、前記複数のプレーンそれぞれに対応する前記複数のサブバンド毎のサブバンド目標符号量を決定する

ことを特徴とする画像符号化装置の制御方法。

【請求項 10】

コンピュータに読み込ませ実行させることで、前記コンピュータを、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像符号化装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像データの符号化技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、デジタルビデオカメラ等、動画像を記録するデジタル機器が普及しており、近年では静止画にのみ適用されていた RAW 画像記録が動画像の記録にも適用されている。上記の RAW 画像は記録に必要なデータ量が膨大になるものの、オリジナル画像に対する補正や劣化を最低限に抑えられる点、撮影後の画像編集の自由度が高い点等から、撮像装置を使用する者の中でも上級者によって好んで使われている。

20

【0003】

RAW 動画像をメモリカード等の記録媒体に記録するためには、その記録媒体の容量に応じた時間分の記録を可能とするため、或る程度の圧縮率で RAW 動画像を圧縮符号化することが必要になる。

【0004】

一般に、撮像素子はベイヤ配列を採用している。ベイヤ配列は、異なる色成分が交互に並んでいることから、隣接する画素間の相関が低く、そのまま符号化しても圧縮効率が悪い。そこで、ベイヤ配列の画像データから、R 成分のみの画像プレーン、G 1 成分のみの画像プレーン、G 2 成分のみの画像プレーン、B 成分のみの画像プレーンに分離し、プレーン毎に符号化を行うことで、符号化効率を向上させることが行われている。

30

【0005】

また、従来の代表的な圧縮符号化方式として、H. 264 (H.264/ MPEG-4 Part10 : Advanced Video Coding) が知られている。かかる圧縮符号化方式では、1 フレーム内で所定画素数から成るブロック毎に、動画像が有する時間冗長性と空間冗長性を利用してデータ量を圧縮する。

【0006】

上記 H. 264 では、時間冗長性に対する動き検出及び動き補償、空間冗長性に対する周波数変換として離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform; DCT)、更に量子化やエントロピー符号化といった技術を組み合わせている。ただし、ある程度以上圧縮率を上げると、DCT 変換特有のブロック歪みが顕著になり、主観的に画像劣化が目立つようになる。

40

【0007】

そこで、周波数変換として、水平方向と垂直方向に低域フィルタリングと高域フィルタリングをそれぞれかけることで、サブバンドと呼ばれる周波数帯に分解する技術が JPEG 2000 で採用されている。JPEG 2000 では、周波数帯へ周波数変換を行うために離散ウェーブレット変換 (Discrete Wavelet Transform; 以下、DWT) を用いている。サブバンド符号化は、DCT を用いた符号化技術に比べ、ブロック歪みが生じにくく、高圧縮時の圧縮特性が良いといった特徴を有する。

【0008】

一般的な符号量制御は、符号化が完了しているフレームの情報を元に、次に符号化する

50

フレームの目標符号量を決定する。そして、1フレームあたりの目標符号量へ発生符号量を収束させるために、量子化に利用する量子化パラメータ $Q_p$ を画像の所定の領域毎に変更する量子化制御を行うことで符号量の制御を行う。なお、 $Q_p$ は、その値が大きい程符号量を削減することができるパラメータである一方、画質劣化の原因になるため、出来るだけ小さく、かつ画面内で一定であることが望ましい。

【0009】

また、サブバンド間の $Q_p$ の比率を所定の関係にすることで符号化効率を向上させることができ、例えば、JPEG2000では、高域サブバンドほど量子化パラメータを大きく設定する関係式が、暗示的な量子化として規定されている。特に、サブバンド符号化では、画像の目標符号量を、各サブバンドへサブバンド目標符号量として分配し、サブバンド毎に量子化制御を行うことで、量子化制御を行うことができ、所望の符号量へ画像データを圧縮することが可能である。

10

【0010】

しかしながら、上述のように、サブバンド毎に目標符号量を設定し、 $Q_p$ をサブバンド内で所定の領域毎に変更する場合、サブバンド目標符号量を適切に設定しないと、サブバンドの符号化開始時に設定する初期 $Q_p$ の比率を所定の関係にしたとしても、各サブバンドの $Q_p$ の比率が画面途中で所定の関係から逸脱していく可能性がある。

【0011】

例として、各サブバンドの目標符号量を全て等しく設定した場合の $Q_p$ の変化を挙げる。入力画像が、垂直線の多い画像である場合、垂直線が劣化しないように水平周波数成分の目標符号量は垂直周波数成分の目標符号量よりも大きく設定するべきである。しかし、水平周波数成分と垂直周波数成分の目標符号量が等しいと、発生符号量が多くなる水平周波数成分では、符号量を抑えようと、 $Q_p$ が大きくなるよう制御されるので、垂直線がぼやけてしまうような劣化が起きる。また、プレーン変換後の各プレーンの目標符号量の設定においても、適切に目標符号量を設定しないと上記と同様の問題が発生し得る。

20

【0012】

そこで、適切に輝度と色差成分の符号量を配分するために、符号化する際に適用する量子化マトリクスの設定を変更することで、符号量制御性を向上させる技術が特許文献1に記載されている。特許文献1によれば、輝度符号量と色差符号量の比率を元に、輝度符号量が所定の値よりも大きければ輝度信号の量子化値をスケールアップし、色差符号量が所定の値よりも大きければ色差信号の量子化値をスケールアップすることで、ピクチャ目標符号量を適切に輝度符号量及び色差符号量に配分することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2010-183402号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、特許文献1に記載された技術では、輝度信号と色差信号の量子化値をそれぞれ独立に変更するため、最適な画質を得られない場合がある。これは、上述のサブバンド毎の目標符号量やプレーン毎の目標符号量の設定に当てはめても問題となる。例えば、周波数変換したサブバンド間の量子化の関係において従来技術を適応した場合を考察する。垂直線の多い画像では、水平成分に相当するサブバンドの符号量が多いからといって、同じく量子化パラメータを大きくしてしまえば、原画像に対して符号化後の水平成分の情報比率は減ってしまい、垂直線線がぼやけてしまい、画質は大きく劣化してしまう。

40

【0015】

また、RAW画像からR, G1, G2, Bへのプレーン変換時も同様である。例えばR, G1, G2, Bプレーンへ分解した際のBのプレーンの符号量が極端に多いとする。この場合、Bプレーンの量子化パラメータを他のプレーンより大きくすれば、原画像に対し

50

て符号化後の青成分の情報が極端に減ってしまい、画質が劣化する。

【0016】

本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであり、目標とする符号化データ量としながらも、画質劣化を抑制した符号化データを生成する技術を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

この課題を解決するため、例えば本発明の画像符号化装置は以下の構成を備える。すなわち、

動画像データを符号化する画像符号化装置であって、

動画像データにおけるフレームの画像データから単一成分で構成される複数のプレーンデータを生成するプレーン変換手段と、

前記プレーン変換手段により生成されたプレーンデータに対して周波数変換を実行し、複数のサブバンドの係数データを生成する周波数変換手段と、

該周波数変換手段で得られた係数データを、量子化パラメータに従って量子化し、当該量子化された係数データを符号化する符号化手段と、

前記符号化手段により発生する符号量が目標符号量になるように前記符号化手段を制御する符号量制御手段とを有し、

前記符号量制御手段は、複数のプレーン毎に算出される難易度を表す指標値、および、複数のプレーン毎に予め決められた重み係数に基づいてフレーム目標符号量を複数のプレーンにプレーン目標符号量として分配し、さらに、プレーン毎に、当該プレーンに分配されたプレーン目標符号量を、複数のサブバンド毎に算出される難易度を表す指標値、および、複数のサブバンド毎に予め決められた重み係数に基づいて、当該プレーンの複数のサブバンドに分配することにより、前記複数のプレーンそれぞれに対応する前記複数のサブバンド毎のサブバンド目標符号量を決定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、目標とする符号化データ量としながらも、画質劣化を抑制した符号化データを生成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施形態の画像符号化装置のブロック構成図。

【図2】ベイヤ配列と、R, G1, G2, Bの4プレーンとの対応関係を示す図。

【図3】離散ウェーブレット変換(DWT)を3回実施した場合のサブバンドの形成図。

【図4】実施形態に係るDWTによる分解レベルとQpとの関係を示す図。

【図5】(a)は画像例を示し、(b)は各分解レベルでの均等割り当てQpと、実施形態での割り当てQpとの関係を示し、(c)は第1の実施形態における分解レベル1のサブバンドのQpの推移を示す図。

【図6】実施形態における画像目標符号量のプレーン目標符号量への分配例を示す図。

【図7】実施形態に係るDWT分解レベル1におけるQpの関係の例を示す図。

【図8】実施形態に係るRプレーン目標符号量の各サブバンド目標符号量への分配例を示した図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付図面に従って本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

【0021】

[第1の実施形態]

<装置構成>

図1は、第1の実施形態が適用する画像符号化装置のブロック構成図である。この画像符号化装置は、デジタルビデオカメラなどの撮像装置に適用されるものでもある。画像符号化装置は、装置全体の制御を司る主制御部を有し(不図示)、以下の説明する各種処理

10

20

30

40

50

部の制御を司る。

【 0 0 2 2 】

撮像部100は、光学レンズ、ベイヤ配列の撮像素子、A/D変換器等を収容し、撮像したRAW形式の動画データフレーム単位にプレーン変換部101に供給する。ベイヤ配列では、その中の2×2画素が1個のR(レッド)画素、1個のB(ブルー)画素、2つのG(グリーン)画素で構成される。2つのG画素は、それぞれを区別するため、一般にG1、G2と表記されることが多い。また、実施形態における撮像部100は、例えば1秒当たり30枚のRAW画像データをプレーン変換部101に供給するものとする。

【 0 0 2 3 】

プレーン変換部101は、入力した1枚のRAW画像データから、それぞれが単一成分の4つのプレーンデータを生成する。ここでは、実施形態のプレーン変換部101は、1枚のフレームであるRAW画像データからRプレーン、G1プレーン、G2プレーン、Bプレーンの4プレーンを生成し、離散ウェーブレット変換部102に供給する。図2は、入力したRAW画像データ(ベイヤ配列)と、R、G1、G2、Bの4プレーンとの対応関係を示している。プレーン変換部101による4つのプレーンへ分離し、圧縮符号化を実施することで、ベイヤ配列のままの画像に比べ、プレーン内の画素間の相関を高め、圧縮効率を向上させることができる。

10

【 0 0 2 4 】

離散ウェーブレット変換部102は、入力した1つのプレーン(R、G1、G2、Bプレーンのいずれか)が示す画像データごとに、周波数変換の1つである離散ウェーブレット変換(以下、DWT)を行う。この結果、複数のサブバンドの係数データ(周波数領域信号)が生成されるので、離散ウェーブレット変換部102はそれらを出力する(詳細後述)。

20

【 0 0 2 5 】

なお、実施形態におけるプレーン変換部101は1枚のRAW画像データから4つのプレーンが生成されている。DWTに係る時間の短縮のために離散ウェーブレット変換部102を4つ並列に配置して、DWTを並列実行しても良い。これは、後述する量子化部103、符号化部104でも同様である。

【 0 0 2 6 】

また、DWTは、一般に画像全体に対してフィルタリングを行うが、フィルタタップ数分の画素がメモリに溜まったタイミングで、垂直方向及び水平方向のフィルタリングを行うことが可能である。そのため、DWTを入力画像の1ライン単位に行い、更に生成された低域サブバンド(一般にLLサブバンド)に対して再帰的にDWTを行うことで、各サブバンドをライン単位に並列に処理することが可能である。離散ウェーブレット変換部102は、周波数変換で得られた各プレーンの各サブバンドの係数データを順次量子化部103へ供給する。

30

【 0 0 2 7 】

量子化部103は、符号量制御部105より設定される量子化パラメータ $Q_p$ を利用し、入力されるDWT変換係数データを量子化し、量子化後のDWT変換係数データを符号化部104に供給する。量子化パラメータは、その値が大きいほど符号量を削減することができるが、その一方で、その値が大きいと画質劣化が顕著になる。

40

【 0 0 2 8 】

符号化部104は、量子化部103から供給された量子化後の係数データを符号化して符号化データを生成し、出力部119に供給する。出力部119は、符号化部104から供給された符号化データに、復号に必要な情報を含むヘッダを付加し、所定のフォーマットの符号化データを生成し、記憶媒体120に書き込む。

【 0 0 2 9 】

次に、第1の実施形態における符号量制御部117について説明する。

【 0 0 3 0 】

符号量制御部117は、制御感度設定部113、サブバンド量子化設定部114、サブバンド目

50

標符号量設定部115、そしてサブバンド複雑度設定部116を含み、これらによりサブバンド毎の各種設定値を元にした符号量の制御を行う。

【0031】

量子化制御部105は、各サブバンドの発生符号量がサブバンド目標符号量に収束するように、ライン単位に $Q_p$ を更新する。そのため、量子化制御部105は、サブバンド毎にライン単位の制御を行う。発生符号量保持部106は、符号化部104から通知される符号化データである発生符号量をサブバンド毎に保持する。

【0032】

矩形ブロック複雑度算出部107は、着目サブバンドにおける、次に符号化するラインに対して1ライン前のラインの複雑度 $X[i-1]$ を算出する(詳細後述)。矩形ブロック複雑度算出部107で算出されたライン毎の複雑度は、サブバンド毎に積算され、サブバンド複雑度設定部116で保持される。なお、以降 $i$ は符号化対象ラインのライン番号を表す。

10

【0033】

矩形ブロック目標符号量算出部108は、サブバンド目標符号量設定部115で設定されるサブバンド目標符号量 $T_{sb}$ 、サブバンド複雑度設定部116で設定されるサブバンド複雑度 $X_{sb}$ 、矩形ブロック複雑度算出部107で算出される矩形ブロック複雑度 $X[i-1]$ に従い、着目サブバンド内の次に符号化するラインの目標符号量 $T[i]$ を算出する(詳細後述)。

【0034】

差分算出部109は、着目サブバンド内のライン毎に、発生符号量保持部106で保持されたライン発生符号量 $S[i-1]$ と矩形ブロック目標符号量算出部108から出力される矩形ブロック目標符号量 $T[i]$ の差分を算出する。差分保持部110は、上記算出値を積算した積算差分値 $E[i-1]$ をサブバンド毎に保持する。

20

【0035】

ここで、着目サブバンドの目標符号量 $T_{target}$ 、着目サブバンドが含むライン数を $M$ とし、水平軸をライン数、垂直軸を符号量と定義する座標空間を定義したとする。積算差分値 $E[i-1]$ は、原点 $(0, 0)$ と $(M, T_{target})$ とを結ぶ理想とする符号量推移線上から、どれだけずれているかを示していることになる。

【0036】

量子化値算出部111は、差分保持部110で保持された積算差分値 $E[i-1]$ と、サブバンド量子化設定部114で設定し、量子化パラメータ保持部112で保持された初期 $Q_p$ である $Q_{pini}$ 、そして、制御感度設定部113で設定される制御感度 $r$ を用いて、着目サブバンド内の次(後続)のラインの量子化パラメータ $Q_p[i]$ を決定する。簡単には、量子化値算出部111は、積算差分値 $E[i-1]$ の絶対値が小さくなるように、次に符号化するラインの量子化パラメータ $Q_p[i]$ を算出するものである(詳細後述)。

30

【0037】

<離散ウェーブレット変換(DWT)>

図3は、DWTの垂直、水平フィルタリング処理をそれぞれ3回実施した場合の分解レベル3のサブバンド形成図である。

【0038】

DWTでは、垂直、水平にそれぞれフィルタをかけることで、HH, HL, LH, LLの4つの周波数帯域(サブバンド)の係数データが生成される。そして、上記変換により生成された低域(LL)サブバンドに対して再帰的にDWTを施すことで分解レベルを増加させ、図3のように周波数分解の粒度を細かくすることができる。なお、図3における“L”, “H”はそれぞれ低域、高域を示し、その順序は、前側が水平フィルタリングを行った結果の帯域、後側が垂直フィルタリングを行った結果の帯域を示し、“Lv”の後の数字はDWTの分解レベルを示す。また、LLは、最低域サブバンドを示す。

40

【0039】

図1の符号量制御部117では、高域のサブバンドほど量子化パラメータを大きく、低域のサブバンドほど量子化パラメータを小さく設定し符号量制御を行う。これにより、人間の視覚特性上視認しづらい、画像データの高域成分ほど発生符号量を圧縮し、符号化効率

50

を向上させることができる。なお、図3では、DWT変換の実行回数を3としているが、これはあくまで一例であり、その回数に特に制限はない。

【0040】

< 複雑度の算出 >

複雑度は、画像の難易度を示す指標値であり、画像が難しいほど大きく、易しいほど小さいパラメータである。難しい画像とは、ある $Q_p$ で画像全面を符号化したときに、符号量がより発生する画像のことを示している。故に、複雑度 $X$ は、量子化パラメータ $Q_p$ 、発生符号量 $S$ を用いて、次式(1)のように表す。

$$X = Q_p \times S \quad \dots (1)$$

【0041】

矩形ブロック複雑度算出部107は、矩形ブロック目標符号量を算出するために、次に符号化するラインに対して、1ライン前の1ライン分の複雑度を算出する。

【0042】

1ライン前の符号化に利用した量子化パラメータ $Q_p[i-1]$ と、1ライン前の符号化で発生した符号化データ量 $S[i-1]$ を用いれば、1ライン前の複雑度 $X[i-1]$ は、式(1)に従って次式(2)のように表せる。

$$X[i-1] = Q_p[i-1] \times S[i-1] \quad \dots (2)$$

【0043】

< 矩形ブロック目標符号量の算出 >

各サブバンドでは、画像の難しいラインほど目標符号量を多く割り当て、易しいラインほど目標符号量を小さく割り当てることで、 $Q_p$ の変動をサブバンド内で極力小さくすることができる。

【0044】

そこで、矩形ブロック目標符号量算出部108は、サブバンド目標符号量設定部115で設定されるサブバンド目標符号量 $T_{sb}$ 、サブバンド複雑度設定部116で設定されるサブバンド複雑度 $X_{sb}$ 及び、矩形ブロック複雑度 $X[i-1]$ に従い、着目サブバンド内の次に符号化するラインの目標符号量 $T[i]$ を次式(3)に基づき算出する。

$$T[i] = T_{sb} \times X[i-1] / X_{sb\_N-1} \quad \dots (3)$$

式(1)で示したように、複雑度は発生符号量を利用し算出するため、符号化しなければ得られないフィードバック量である。そのため、 $X_{sb}$ には、着目フレームである $N$ フレームに対して、1フレーム前のサブバンド複雑度 $X_{sb\_N-1}$ をフィードバックし用いる。ただし、 $N$ は整数であり、 $N$ フレームは着目 $RAW$ 画像データを表す。

【0045】

式(3)のように、サブバンド全体に対する着目ラインの複雑度の比率を $T_{sb}$ に乗ずることで、難しいラインでは目標符号量を多く割り当て、易しいラインでは目標符号量を少なく割り当てることができる。この結果、サブバンド内で $Q_p$ の変動を極力小さくすることができる。

【0046】

< 量子化制御 >

量子化パラメータ算出方法の一つに「MPEG2 Test Model 5」に示される公知技術がある。この技術に従い、量子化値算出部111は、差分保持部110に保持された積算差分値 $E[i-1]$ と量子化パラメータ保持部112で保持された初期量子化パラメータ $Q_{pini}$ 、制御感度設定部113で設定された制御感度 $r$ を用いて、次式(4)のように、次のラインの量子化パラメータ $Q_p[i]$ を算出する。

$$Q_p[i] = Q_{pini} + r \times E[i-1] \quad \dots (4)$$

なお、制御感度 $r$ は、大きいほど積算差分値に応じて急峻に $Q_p[i]$ を変動させる一方、符号量の制御性が良くなるパラメータである。「MPEG2 Test Model 5」を利用することで、目標符号量に対して発生符号量が大きければ量子化パラメータを大きく、小さければ量子化パラメータを小さく設定し、符号量を制御することが可能である。

。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

< 符号量制御 ( R , G 1 , G 2 , B 間の量子化パラメータの関係 ) >

図 2 で示す R , G 1 , G 2 , B プレーンへの変換により生成された各プレーンは、人間の視覚特性上の重要度はなく、どのプレーンに優劣を付けることなく一律で重要なプレーンといえる。そのため、Q p はどのプレーンでも等しいことが望ましい。

## 【 0 0 4 8 】

また、各周波数帯を示すサブバンドに関しては、人間の視覚特性上鈍感であるとされる空間周波数の高いサブバンドの係数データに対して Q p を大きくすることが有効とされている。

## 【 0 0 4 9 】

図 4 は、実施形態における、DWT による分解レベル数が 3 の場合の Q p の関係例を示す説明図である。なお、“m” は、画像目標符号量によって調整する値であり、各サブバンド間の比率に m を乗じた値を実際の Q p とする。

## 【 0 0 5 0 】

図 4 に示すように、同一解像度レベル内においては、HL サブバンドと LH サブバンドの量子化パラメータは互いに等しく、HH サブバンドの量子化パラメータは、HL ( もしくは LH ) サブバンドの 2 倍の値である。

## 【 0 0 5 1 】

また、分解レベル間では、同じ種類のサブバンドの間では、レベルが高い方がレベルの低い方に対して 1 / 2 の関係にある。更に、解像度レベル Lv3 のサブバンドは、より低域周波数成分を意味しており、画質の観点から、どんな画像であつたりどんな画像目標符号量であつたとしても、量子化しないようにして良い。

## 【 0 0 5 2 】

なお、図 4 で示した Q p の関係は、空間周波数の高いサブバンド程 Q p を大きくするという前述の考えに則っている。以上のようにサブバンド間の Q p の比率を考慮して圧縮符号化を行うことで、低域周波数帯と高域周波数帯の Q p を同じにして符号量制御を行う場合に比べて高画質を実現することができる。以降、ここで述べた高画質に寄与する Q p の比率関係を「所定の Q p の関係」と記載する。

## 【 0 0 5 3 】

上記のような Q p の初期設定は、サブバンド量子化設定部 114 で予め設定することが可能である。しかし、サブバンド目標符号量が適切でない場合、画面の途中で、Q p の関係が所定の Q p の関係を逸脱する場合がある。

## 【 0 0 5 4 】

図 5 ( a ) 乃至 ( c ) を参照して、サブバンド間において所定の Q p の関係から逸脱する例を示す。図 5 ( a ) は垂直線を多く含む画像例であり、図 5 ( b ) は目標符号量の関係を示す。そして、図 5 ( c ) は、画面内の Q p の推移を示す。

## 【 0 0 5 5 】

図 5 ( a ) のように、垂直線の多い画像の場合、水平成分に相当する HL サブバンドの複雑度の比率は、他のサブバンドに比べ大きくなる。それ故、同図 ( b ) の参照符号 5 1 乃至 5 3 に示すように、HL サブバンドについては目標符号量を、他の LH , HH サブバンドよりも多く設定することが望ましい。

## 【 0 0 5 6 】

しかし、ここでは、HL , LH , HH のサブバンドに対して図 5 ( b ) の参照符号 5 5 乃至 5 7 のように、同じ目標符号量を設定してしまった場合を考察する。この場合、初期 Q p を所定の Q p の関係で設定したとしても、HL サブバンドについては符号量を抑え込もうと Q p が大きくなる方向へ量子化制御が働き、LH サブバンド、HH サブバンドは符号量を発生させようと Q p が小さくなる方向へ量子化制御が働く。このため、図 5 ( c ) のように 1 フレームの符号化中で、所定の Q p の関係が崩れ、画質の劣化が発生する可能性が高くなる。

## 【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

以上のような所定の $Q_p$ の関係が崩れることを防ぐ、本実施形態のサブバンド目標符号量の設定方法を以下に説明する。

【0058】

図1に示したように、入力した動画像の1フレームのRAW画像データはプレーン変換部101、離散ウェーブレット変換部102、量子化部103による処理が行われる。本実施形態では、サブバンド毎に目標符号量を設定するため、ビットレートに基づいて既に決定されている1フレーム分の目標符号量を、各サブバンド目標符号量として分配する。そこで、まずR、G1、G2、Bのプレーン間への画像目標符号量の分配方法を説明する。

【0059】

図2のようなR、G1、G2、Bのプレーンに対する所定の $Q_p$ の関係は、上述の通り、どのプレーン間でも1:1の関係である。そこで、プレーン間の $Q_p$ の関係を1:1にするため、複雑度を利用する。

【0060】

式(1)で説明したが、複雑度は、発生符号量と $Q_p$ の積算量であり、難しい画像程大きいパラメータである。そして、 $Q_p$ が大きければ発生符号量は小さくなる関係にあるため、或る画像や或るプレーン、サブバンドの複雑度は $Q_p$ によらず一定である。そこで、この複雑度の比率を目標符号量の比率として、1フレーム(RAW画像データ)の画像目標符号量を、4つのプレーンに分配する。

【0061】

図6に、画像目標符号量の、プレーン目標符号量への分配例を示す。前フレームにおける複雑度の比率が $G1 : R : B : G2 = 1 : 2 : 1 : 1$ であったとする。この場合、式(1)から、Rプレーンは、他のプレーンと同じ $Q_p$ で符号化した場合でも、他のプレーンの2倍の符号量が発生することになる。そこで、本実施形態では、後続フレームの各プレーンの目標符号量の比率を、複雑度の比率と同様に、 $G1 : R : B : G2 = 1 : 2 : 1 : 1$ と設定する。図6を参照すれば、予め設定された1フレーム当たりのフレーム目標符号量が“225”であった場合、後続フレームの各プレーンの目標符号量は $G1 = 45$ 、 $R = 90$ 、 $B = 45$ 、 $G2 = 45$ に設定される。このようにすることで、全プレーン同じ $Q_p$ 値、つまり所定の $Q_p$ の関係を維持しつつ、所定の目標符号量に収束させることが可能である。

【0062】

以上をまとめると、着目プレーン目標符号量 $T_{pl}$ は、1フレームの目標符号量 $T_{pic}$ (既知)、前フレームにおけるR、G1、G2、Bの各プレーンのプレーン複雑度の合計を示す画像複雑度 $X_{pic}$ 、前フレームにおける着目プレーンの複雑度 $X_{pl}$ を用いて次式で示すように算出される。

$$T_{pl} = T_{pic} \times X_{pl} / X_{pic} \quad \dots (5)$$

なお、 $X_{pl}$ や $X_{pic}$ は、サブバンド複雑度 $X_{sb}$ をプレーン分、あるいは1フレーム分加算することで得ることができる。

【0063】

次に、1つのプレーン内におけるサブバンド目標符号量の分配方法を説明する。簡単のため、まず、DWT分解レベル1で分配方法を説明する。

【0064】

図7に、分解レベル1における、所定の $Q_p$ の関係の比率例を示す。図8はRプレーン目標符号量の各サブバンド目標符号量への分配例を示す。図7に示すように、レベルLv1において、所定の $Q_p$ の関係を $L L : Lv1 H L : Lv1 L H : Lv1 H H$ が、1 : 2 : 2 : 4とする。

【0065】

画像目標符号量をプレーン目標符号量へ分配したように、サブバンド目標符号量は、プレーン目標符号量を各サブバンドに分配することで得られる。

【0066】

サブバンド目標符号量の分配にも、前述の複雑度の比率を利用する。しかしながら、複

10

20

30

40

50

雑度のみで目標符号量を分配すると、前述の通りサブバンド間の  $Q_p$  の関係は、 $1 : 1$  になってしまう。そこで、この複雑度の比率に加え、更に所定の  $Q_p$  の関係を利用することで、サブバンド目標符号量を設定する。

【 0 0 6 7 】

具体的には、複雑度の比率に、所定の重み  $sb$  を乗じる。この所定の重みのサブバンド間の関係は、 $Q_p$  の比率を  $L L : Lv1 H L : Lv1 L H : Lv1 H H = 1 : 2 : 2 : 4$  にするため、 $L L : Lv1 H L : Lv1 L H : Lv1 H H = 1 : 1 / 2 : 1 / 2 : 1 / 4 = 4 : 2 : 2 : 1$ 、つまり所定の  $Q_p$  の関係の逆数にする。このようにして得た各サブバンドの重みを、複雑度に乗じ、重み付けされた複雑度を用いてサブバンド目標符号量を設定する。

【 0 0 6 8 】

上記を適応した一例を以下に挙げる。前フレームにおける各サブバンドの複雑度の比率が、 $L L : Lv1 H L : Lv1 L H : Lv1 H H = 1 : 1 : 1 : 1$  であったとする。図 8 を参照すれば、画像目標符号量から R プレーンに割り当てられる R プレーン目標符号量が “ 9 0 ” で、各サブバンドの目標符号量は、 $L L = 4 0$ 、 $Lv1 H L = 2 0$ 、 $Lv1 L H = 2 0$ 、 $Lv1 H H = 1 0$  と分配される。

【 0 0 6 9 】

このようにサブバンド目標符号量を与えれば、式 ( 1 ) で発生符号量=目標符号量と制御が働くため、 $Q_p$  の比率は、所定の  $Q_p$  の関係である、 $L L : Lv1 H L : Lv1 L H : Lv1 H H = 1 : 2 : 2 : 4$  となる。

【 0 0 7 0 】

以上をまとめると、図 7 の所定の  $Q_p$  の関係を元にした着目サブバンド目標符号量は、

$$\begin{aligned} Tpl &= ( Tpl \times XLL / Xpl \times LL + Tpl \times XLv1HL / Xpl \times Lv1HL \\ &\quad + Tpl \times XLv1LH / Xpl \times Lv1LH + Tpl \times XLv1HH / Xpl \times Lv1HH ) \times pl \\ &= Tpl / Xpl \times pl \\ &\quad \times ( XLL \times LL + XLv1LH \times Lv1LH + XLv1LH \times Lv1LH + XLv1LH \times Lv1LH ) \dots ( 6 ) \end{aligned}$$

$$Tsb = Tpl \times Xsb / Xpl \times sb \times pl \dots ( 7 )$$

と分配することができる。

【 0 0 7 1 】

なお、 $Xsb$  は着目サブバンドの複雑度、 $sb$  は着目サブバンドの重み、 $pl$  は、着目プレーンに含まれるサブバンドの合計目標符号量が着目プレーン目標符号量に収束するようにするための調整値であり、その他の頭文字が  $X, T$  の変数は、 $X$  以降、 $T$  以降に付与したサブバンド名が意味するサブバンドの複雑度、目標符号量である。

【 0 0 7 2 】

更に、本実施形態で実施する  $DWT$  が 3 回、所定の  $Q_p$  の関係が図 4 の場合の目標符号量は、次式 ( 8 ) なる。

$$\begin{aligned} Tpl &= ( TLL + TLv3HL + TLv3LH + TLv3HH ) \\ &= Tpl / Xpl \times pl \times ( XLv2HL \times Lv2HL + XLv2LH \times Lv2LH + XLv2HH \times Lv2HH \\ &\quad + XLv1HL \times Lv1HL + XLv1LH \times Lv1LH + XLv1HH \times Lv1HH ) \dots ( 8 ) \end{aligned}$$

なお、量子化を行う着目サブバンドの目標符号量は、式 ( 7 ) の通りである。

【 0 0 7 3 】

量子化しないサブバンドが存在する場合、量子化しない当該サブバンドの目標符号量は、着目フレームと相関の高い 1 フレーム前の着目サブバンドの発生符号量をそのまま当該サブバンド目標符号量とし、プレーン目標符号量から予め減じておくことで、式 ( 7 ) で示した例と同じ方法でその他のサブバンド目標符号量を算出することができる。

【 0 0 7 4 】

また、当該フレームのサブバンド発生符号量は、設定したサブバンド目標符号量となると考えれば、量子化を実施する当該サブバンドの初期  $Q_p$  は、式 ( 1 ) から、 $Xsb / Tsb$  で算出することができ、このようにして得られる  $Q_p$  のサブバンド間の関係は、所定の  $Q_p$  の関係の通りになる。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

このようにプレーン及びサブバンドの目標符号量を設定することで、各サブバンドの全面が所定の $Q_p$ の関係で符号化された場合の発生符号量を予測できる。このため、ライン単位に量子化制御を実施しても、所定の $Q_p$ の関係で設定した各サブバンドの初期 $Q_p$ から乖離することなく、各サブバンド目標符号量へ収束させ、画面の符号量制御を実施することができる。

【0076】

以上のようにすることで、プレーンやサブバンドの目標符号量を、画像の複雑度及び、プレーン及びサブバンド間における所定の量子化パラメータの関係を用いて設定し、画質を向上することができる。

【0077】

なお、1フレーム前とフレーム相関が低い場合、利用する複雑度が当該フレームの複雑度と異なる値となり、所定の $Q_p$ の関係から符号化途中で乖離していく可能性がある。しかし、一般的に、フレーム間の相関は十分高く、上記のような問題は起きない。また、フレーム間の相関が低い場合は、シーンチェンジと呼ばれ、通常時と別の符号量制御方法をとることが一般的である。それ故、シーンチェンジに対して係る制御を採用しても構わない。

【0078】

本第1の実施形態例ではプレーン変換部101にて、入力した1フレームのRAW画像をR, G1, G2, Bの4プレーンへ変換したが、そのプレーン数に制限は無く、例えば入力RAW画像データを1プレーンとして、1プレーンに対してDWT等以降の処理を実施することも、本発明の範疇である。また、DWTの分解レベルも同様に、分解の回数に制限は無く、当該プレーンをそのまま量子化する、DWT0回、DWT4回或いはそれ以上の複数分解まで、フィルタリングすることも、本実施形態の範疇である。更に、所定の量子化の関係で示したLv3を量子化しないという考えも、同様にその限りではなく、例えば、DWTの分解レベル3で、LLのみ量子化しない場合等も本発明の範疇である。そして、本実施形態では1ライン毎に量子化制御を実施しているが、その限りではなく、1画素×1画素以上の矩形ブロック毎で量子化制御を実施することも、本発明の範疇である。

【0079】

[第2の実施形態]

以下、第2の実施形態を説明する。本第2の実施形態の装置構成は、上記の第1の実施形態における図1と同じである。上記第1の実施形態と異なる点は、プレーン間でも第1の実施形態で説明したサブバンド毎の目標符号量の設定方法と同様に、複雑度に重み付けを行う点である。

【0080】

プレーン変換は、ベイヤ配列を色成分毎にプレーン化する図2の方法に限らない。一般に、人間はその視覚特性上、画像の輝度成分に敏感である。そのため、輝度と色差からなる複数プレーンに分離し、輝度成分の情報量を色差に比べて多く残すことで、符号化効率を向上させる方法は従来の符号化方式でも利用されている。

【0081】

そこで、ベイヤ配列を輝度プレーンと色差プレーンから成る複数プレーンに分解するプレーン分離を行う場合は、第1の実施形態で示したR, G1, G2, Bの各プレーンの場合のように、プレーン間の $Q_p$ の関係は1:1にすべきではない。この場合、所定の $Q_p$ の関係として、『輝度プレーンの $Q_p < 色差プレーンのQ_p$ 』とすべきである。

【0082】

そこで、プレーン間の目標符号量の分配にも、第1の実施形態で示した、重み付けの概念を取り入れる。

【0083】

所定の $Q_p$ の関係の逆数の関係から導かれる着目プレーンの重みを $p_l$ とすれば、当該着目プレーンの目標符号量は、次式(9)のように表すことができる。

$$T_{pl} = T_{pic} \times X_{pl} / X_{pic} \times p_l \times pic \quad \dots (9)$$

10

20

30

40

50

ここで、picは、着目画像に含まれるプレーンの合計目標符号量が、着目画像目標符号量に収束するようにするための調整値である。

【0084】

以上のようにすることで、プレーン毎に異なるQpで符号化したい場合にも、プレーンやサブバンドの目標符号量を、画像の複雑度及び、プレーン及びサブバンド間における所定の量子化パラメータの関係を用いて設定し、画質を向上することができる。

【0085】

なお、式(9)の  $pl=1$ 、 $pic=1$ とした場合が、式(5)で示した第1の実施形態で示したプレーン間のQpの関係が1:1の場合のプレーン目標符号量の設定方法と等価になる。そこで、以上をまとめると、画像目標符号量から、サブバンド目標符号量を算出するには、以下を計算すれば良い。まず、着目フレームの画像目標符号量符号量は、全サブバンドの目標符号量の合計値であるから、次式(10)のように表せる。

$$T_{pic} = T_{sb} \dots (10)$$

式(10)は、着目フレームの画像をプレーン分解、サブバンド分割したときの全サブバンド目標符号量の積算値が $T_{pic}$ であることを意味する。

式(7)、(8)、(10)から、

$$T_{pic} = T_{pic} / X_{pic} \times (X_{sb} \times 'sb) \times 'pic \dots (11)$$

$$T_{sb} = T_{pic} / X_{pic} \times (X_{sb} \times 'sb) \times 'pic \dots (12)$$

なお、'sbは当該プレーンの重み  $pl$ と当該サブバンドの重み  $sb$ を乗じることで得るプレーンの重みを加味した当該サブバンドの重みである。'picは、着目画像に含まれるサブバンドの合計目標符号量が、着目画像目標符号量に収束するようにするための調整値である。

【0086】

式(12)を利用することで、プレーンの目標符号量を計算することなくサブバンドの目標符号量を導出することができ、処理を高速化することができる。

【0087】

以上のようにすることで、プレーンやサブバンドの目標符号量を、画像の複雑度及び、プレーン及びサブバンド間における所定の量子化パラメータの関係を用いて設定し、画質を向上することができる。

【0088】

以上、各実施形態について詳述したが、特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。また、前述した実施形態の構成要素を全部又は複数を組み合わせることも可能である。

【0089】

(その他の実施例)

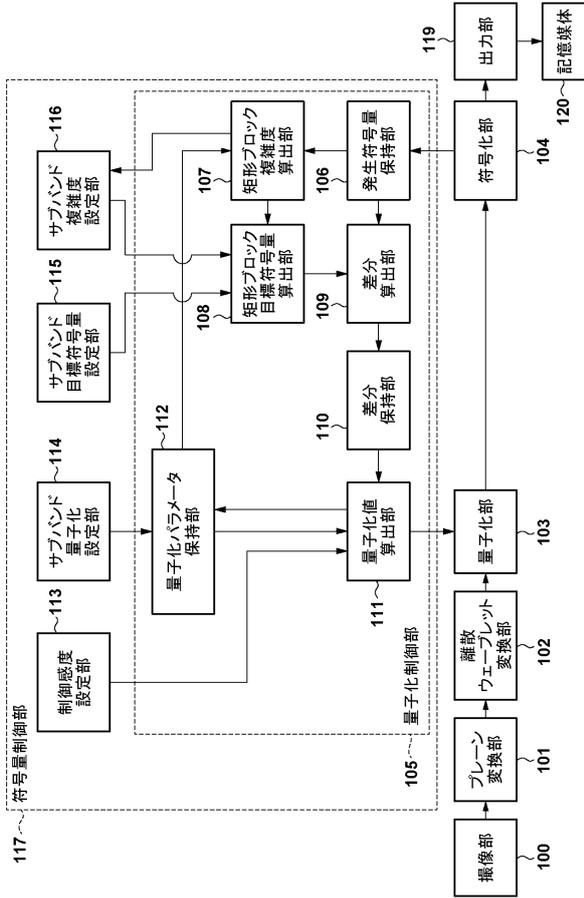
本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

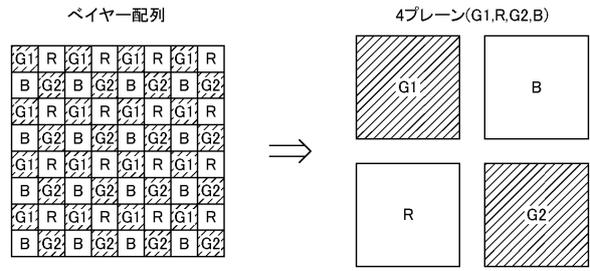
【0090】

100...撮像部、101...プレーン変換部、102...離散ウェーブレット変換部、103...量子化部、104...符号化部、105...量子化制御部、106...発生符号量保持部、107...矩形ブロック複雑度算出部、108...矩形ブロック目標符号量算出部、109...差分算出部、110...差分保持部、111...量子化値算出部、112...量子化パラメータ保持部、113...制御感度設定部、114...サブバンド量子化設定部、115...サブバンド目標符号量設定部、116...サブバンド複雑度設定部、117...符号量制御部、119...出力部、120...記憶媒体

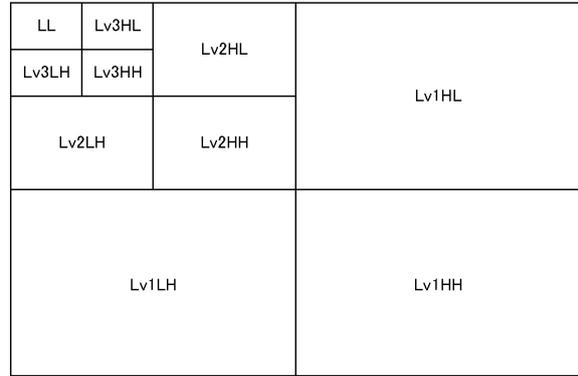
【図1】



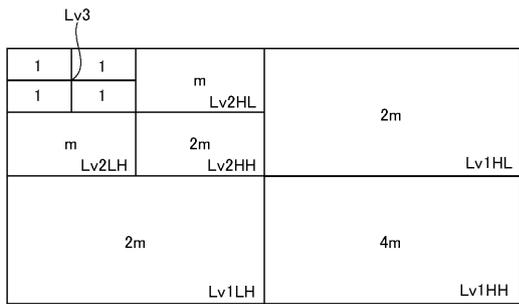
【図2】



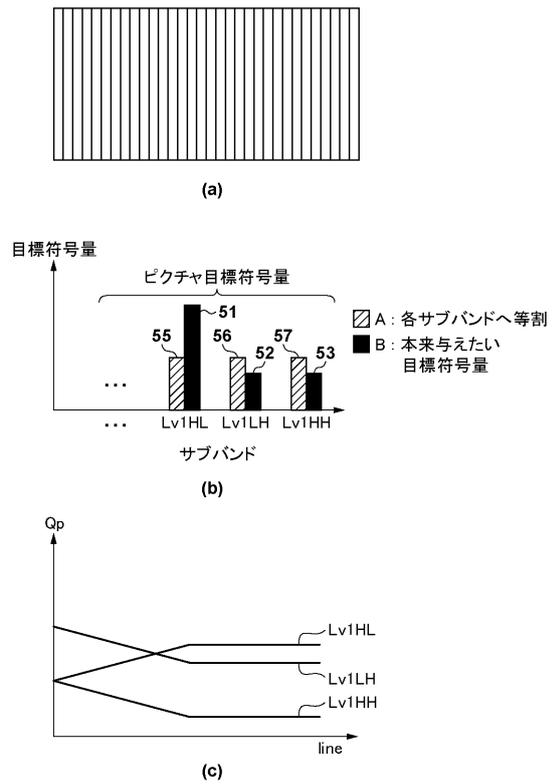
【図3】



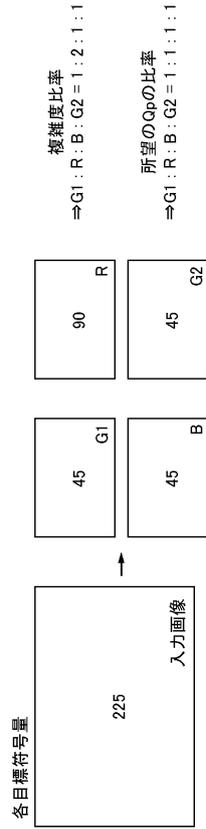
【図4】



【図5】



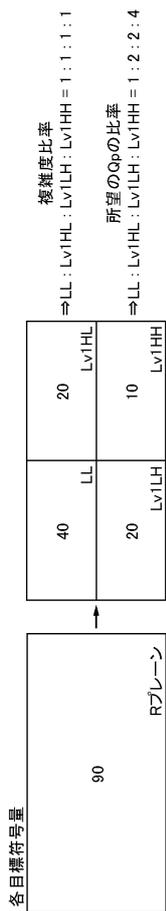
【 図 6 】



【 図 7 】

1 LL	2 Lv1HL
2 Lv1LH	4 Lv1HH

【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第06351491(US, B1)  
米国特許第06438167(US, B1)  
国際公開第2007/066710(WO, A1)  
特開2010-252083(JP, A)  
特開2011-130273(JP, A)  
国際公開第2012/101708(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04N19/00 - 19/98