

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4449400号
(P4449400)

(45) 発行日 平成22年4月14日(2010.4.14)

(24) 登録日 平成22年2月5日(2010.2.5)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 N 7/30 (2006.01)	HO 4 N 7/133 Z
HO 4 N 1/41 (2006.01)	HO 4 N 1/41 B

請求項の数 17 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2003-351392 (P2003-351392)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成15年10月9日(2003.10.9)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2004-166254 (P2004-166254A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成16年6月10日(2004.6.10)	(74) 代理人	100067736
審査請求日	平成18年9月19日(2006.9.19)		弁理士 小池 晃
(31) 優先権主張番号	特願2002-311943 (P2002-311943)	(74) 代理人	100086335
(32) 優先日	平成14年10月25日(2002.10.25)		弁理士 田村 榮一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100096677
			弁理士 伊賀 誠司
		(72) 発明者	福原 隆浩
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	木村 青司
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及び方法、並びにプログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング手段と、

上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成手段と、

上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成手段と、

符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測手段と、

上記符号化対象予測手段によって生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる符号化対象についてのみ、符号化を行う符号化手段と

を備え、

上記符号化対象予測手段は、上記入力画像のフレーム内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、フレーム毎に上記符号化対象となる上記符号化対象数を求める

画像符号化装置。

10

20

【請求項 2】

上記符号化対象数は、符号化対象となるビットプレーン数又は符号化パス数である請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

上記所定のテーブルは、有効ビットプレーンの値域と符号化対象となる上記符号化対象数とが対応付けられたものである請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 4】

上記入力画像の全ての符号ブロックで最もビット位置の高い算術符号から上記最下位ビットの算術符号の順に、上記ビットプレーン毎に上記算術符号の符号量を加算し、所定の目標符号量を超えた場合に上記算術符号の符号量の加算を停止する符号量制御手段をさらに備える請求項 1 記載の画像符号化装置。

10

【請求項 5】

上記符号量制御手段は、同じビット位置の算術符号については、最低域のサブバンドから最高域のサブバンドの順に上記算術符号の符号量を加算する請求項 4 記載の画像符号化装置。

【請求項 6】

上記符号量制御手段は、同じビット位置の算術符号については、輝度情報のコンポーネントから色差情報のコンポーネントの順に上記算術符号の符号量を加算する請求項 4 記載の画像符号化装置。

【請求項 7】

20

上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンド内の変換係数を、上記サブバンド毎に設定された重み係数を用いて重み付けを行った量子化ステップサイズで除算して量子化する量子化手段をさらに備える請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 8】

上記重み係数は、低域成分のサブバンドほど上記量子化ステップサイズが小さくなるように設定されている請求項 7 記載の画像符号化装置。

【請求項 9】

上記重み係数は、輝度情報のコンポーネントの方が色差情報のコンポーネントよりも上記量子化ステップサイズが小さくなるように設定されている請求項 7 記載の画像符号化装置。

30

【請求項 10】

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング手段と、

上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成手段と、

上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成手段と、

符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測手段と、

40

上記符号化対象予測手段によって生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる符号化対象についてのみ、符号化を行う符号化手段と

を備え、

上記符号化対象予測手段は、上記入力画像のサブバンド内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、サブバンド毎に符号化対象となる上記符号化対象数を求める

画像符号化装置。

【請求項 11】

50

上記所定のテーブルは、有効ビットプレーンの値域と符号化対象となる上記符号化対象数とがサブバンド毎に対応付けられたものである請求項 1 0 記載の画像符号化装置。

【請求項 1 2】

上記入力画像がインタレース画像の場合、水平方向が低域で垂直方向が高域である分割レベルが最高域のサブバンドに対応する上記符号化対象数が 0 に設定される請求項 1 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 1 3】

上記入力画像がインタレース画像の場合、水平方向が低域で垂直方向が高域である全ての分割レベルのサブバンドに対応する上記符号化対象数が 0 に設定される請求項 1 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 1 4】

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成工程と、

上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象予測工程にて生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる上記符号化対象数についてのみ、符号化を行う符号化工程とを有し、

上記符号化対象予測工程では、上記入力画像のフレーム内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、フレーム毎に上記符号化対象となる上記符号化対象数を求める

画像符号化方法。

【請求項 1 5】

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成工程と、

上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象予測工程にて生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる上記符号化対象数についてのみ、符号化を行う符号化工程とを有し、

上記符号化対象予測工程では、上記入力画像のサブバンド内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、サブバンド毎に符号化対象となる上記符号化対象数を求める

画像符号化方法。

【請求項 1 6】

所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムにおいて、

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフ

10

20

30

40

50

フィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成工程と、

上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象予測工程にて生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる符号化対象数についてのみ、符号化を行う符号化工程とを有し、

10

上記符号化対象予測工程では、上記入力画像のフレーム内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、フレーム毎に上記符号化対象となる上記符号化対象数を求める

プログラム。

【請求項 17】

所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

20

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成工程と、

上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象予測工程にて生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる符号化対象数についてのみ、符号化を行う符号化工程とを有し、

30

上記符号化対象予測工程では、上記入力画像のフレーム内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、フレーム毎に上記符号化対象となる上記符号化対象数を求める

プログラムが記録された記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば J P E G - 2 0 0 0 方式のように、ウェーブレット変換とエントロピー符号化とにより画像を圧縮する画像符号化装置及びその方法、並びに画像符号化処理をコンピュータに実行させるプログラム及びそのプログラムが記録された記録媒体に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来の代表的な画像圧縮方式として、I S O (International Standards Organization) によって標準化された J P E G (Joint Photographic Experts Group) 方式がある。これは、離散コサイン変換 (DCT: Discrete Cosine Transform) を用い、比較的高いビットが割り当てられる場合には、良好な符号化画像及び復号画像を供することが知られている。しかし、ある程度以上に符号化ビット数を少なくすると、D C T 特有のブロック歪みが顕著になり、主観的に劣化が目立つようになる。

50

【 0 0 0 3 】

一方、近年では画像をフィルタバンクと呼ばれるハイパス・フィルタとローパス・フィルタとを組み合わせたフィルタによって複数の帯域に分割し、各帯域毎に符号化を行う方式の研究が盛んになっている。その中でも、ウェーブレット変換符号化は、DCTのように高圧縮でブロック歪みが顕著になるという欠点がないことから、DCTに代わる新たな技術として有力視されている。

【 0 0 0 4 】

2001年1月に国際標準化が完了したJPG-2000方式は、このウェーブレット変換に高能率なエントロピー符号化(ビットプレーン単位のビット・モデリングと算術符号化)を組み合わせた方式を採用しており、JPGに比べて符号化効率の大きな改善を実現している。

10

【 0 0 0 5 】

これらの国際規格ではデコーダ側の規格のみが定められており、エンコーダ側は自由に設計することができる。その反面、目標の圧縮率を実現する効果的なレート制御手法についての規格が存在しないため、ノウハウの確立が何よりも重要になる。

【 0 0 0 6 】

特にJPG方式では、このレート制御が困難であり、目標値を得るまでに複数回の符号化を施す必要も多々あった。しかしながら、これは処理時間の増大に繋がるため、JPG-2000方式では、1度の符号化で目標の符号量を得ることが望まれている。

【 0 0 0 7 】

20

ここで、JPG-2000方式では、RD(Rate-Distortion)特性を利用したレート制御手法が一般的に用いられているが、このレート制御手法は、汎用性があるものの非常に計算負荷が高いという欠点があった。

【 0 0 0 8 】

そこで本件出願人は、以下の特許文献1において、一旦生成した符号化コードストリームを後尾から切り捨てることでレート制御を行う技術を提案している。この技術によれば、目標符号量に正確に合わせた制御が可能になる。

【 0 0 0 9 】

【特許文献1】特開2002-165098号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

しかしながら、この特許文献1の技術では、画質に与える影響が大きい符号ブロックが符号化コードストリームの後尾にあった場合には、それらが切り捨てられることで画質劣化が生じる虞があるため、さらに効果的なレート制御手法が望まれている。

【 0 0 1 1 】

また、JPG-2000方式では、一般に負荷が高いエントロピー符号化の処理の軽減手法についての規格も存在しないため、ノウハウの確立が何よりも重要になる。

【 0 0 1 2 】

さらに、JPG-2000方式は、静止画の規格であり、動画像では頻繁に存在するインタレース画像に対する十分な検討がなされていない。したがって、静止画用の技術をそのまま動画像に応用すると、画質劣化が目立ってしまうという欠点が露呈する。

40

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、例えばJPG-2000方式の画像符号化装置において、算術符号化の処理負荷を軽減すると共に、画質劣化を抑えて効果的にレート制御を行う画像符号化装置及びその方法、並びに画像符号化処理をコンピュータに実行させるプログラム及びそのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

50

上述した目的を達成するために、本発明に係る画像符号化装置は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング手段と、上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成手段と、上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成手段と、符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測手段と、上記符号化対象予測手段によって生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる符号化対象についてのみ、符号化を行う符号化手段とを備え、上記符号化対象予測手段は、上記入力画像のフレーム内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、フレーム毎に上記符号化対象となる上記符号化対象数を求める。

10

【0015】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る画像符号化方法は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成工程と、上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測工程と、上記符号化対象予測工程にて生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる上記符号化対象数についてのみ、符号化を行う符号化工程とを有し、上記符号化対象予測工程では、上記入力画像のフレーム内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、フレーム毎に上記符号化対象となる上記符号化対象数を求める。

20

【0016】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る画像符号化装置は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング手段と、上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成手段と、上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成手段と、符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測手段と、上記符号化対象予測手段によって生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から上記符号化対象数情報で与えられる符号化対象についてのみ、符号化を行う符号化手段とを備え、上記符号化対象予測手段は、上記入力画像のサブバンド内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、サブバンド毎に符号化対象となる上記符号化対象数を求める。

30

40

【0017】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る画像符号化方法は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタを垂直方向及び水平方向に施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対して階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの符号ブロックを生成する符号ブロック生成工程と、上記符号ブロック単位に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成する符号化対象予測工程と、上記符号化対象予測工程にて生成された上記符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット

50

側から上記符号化対象数情報で与えられる上記符号化対象数についてのみ、符号化を行う符号化工程とを有し、上記符号化対象予測工程では、上記入力画像のサブバンド内の全ての符号ブロックについてゼロビットプレーンを除く有効ビットプレーン数を計数し、当該計数結果に基づいて所定のテーブルを参照することで、サブバンド毎に符号化対象となる上記符号化対象数を求める。

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係るプログラムは、上述した画像符号化処理をコンピュータに実行させるものであり、本発明に係る記録媒体は、そのようなプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能なものである。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 2 2 】

本発明に係る画像符号化装置及びその方法によれば、符号化対象となる符号化対象数を予測して符号化対象数情報を生成し、符号化対象のうち、各符号ブロックの最上位ビット側から符号化対象数情報で与えられる符号化対象についてのみ符号化を行うことにより、符号化の処理負荷を軽減することができる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明に係るプログラム及び記録媒体によれば、上述した画像符号化処理をソフトウェアにより実現することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

20

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。この実施の形態は、本発明を、J P E G - 2 0 0 0 方式により入力画像を圧縮符号化する画像符号化装置及びその方法に適用したものである。以下では、先ず、画像符号化装置の全体構成及びその動作について説明し、次いで、この画像符号化装置において本発明が適用された要部を説明する。

【 0 0 2 7 】

(1) 画像符号化装置の構成及び動作

本実施の形態における画像符号化装置の概略構成を図 1 に示す。図 1 に示すように、画像符号化装置 1 は、D C レベルシフト部 1 0 と、ウェーブレット変換部 1 1 と、量子化部 1 2 と、符号ブロック化部 1 3 と、ビットプレーン分解部 1 4 と、符号化対象予測部 1 5 と、ビットモデリング部 1 6 と、算術符号化部 1 7 と、レート制御部 1 9 と、ヘッダ生成部 2 0 と、パケット生成部 2 1 とから構成されている。ここで、ビットモデリング部 1 6 と算術符号化部 1 7 とにより、E B C O T (Embedded Coding with Optimized Truncation) 部 1 8 が構成される。

30

【 0 0 2 8 】

D C レベルシフト部 1 0 は、後段のウェーブレット変換部 1 1 におけるウェーブレット変換を効率的に行い圧縮率を向上させるために、原信号のレベルシフトを行う。原理的には、R G B 信号は、正の値 (符号なしの整数値) を持つため、原信号のダイナミックレンジを半分にするレベルシフトを行うことで、圧縮効率を向上させることができる。これに対して、Y C b C r 信号におけるC b やC r といった色差信号は、正負両方の整数値を持つため、レベルシフトは行われない。

40

【 0 0 2 9 】

ウェーブレット変換部 1 1 は、通常、低域フィルタと高域フィルタとから構成されるフィルタバンクによって実現される。なお、デジタルフィルタは、通常複数タップ長のインパルス応答 (フィルタ係数) を持っているため、フィルタリングが行えるだけの入力画像を予めバッファリングしておく必要があるが、簡単のため、図 1 では図示を省略する。

【 0 0 3 0 】

D C レベルシフト部 1 0 は、フィルタリングに必要な最低限の画像信号 D 1 0 を入力し、上述のようにレベルシフトを行う。そして、ウェーブレット変換部 1 1 は、D C レベルシフト後の画像信号 D 1 1 に対して、ウェーブレット変換を行うフィルタリング処理を行

50

い、ウェーブレット変換係数 D_{12} を生成する。

【0031】

このウェーブレット変換では、通常図2に示すように低域成分が繰り返し変換されるが、これは画像のエネルギーの多くが低域成分に集中しているためである。このことは、図3(A)に示す分割レベル=1から図3(B)に示す分割レベル=3のように、分割レベルを進めていくに従って、同図のようにサブバンドが形成されていくことから分かる。ここで、図2におけるウェーブレット変換のレベル数は3であり、この結果計10個のサブバンドが形成されている。ここで、図2においてL、Hはそれぞれ低域、高域を表し、L、Hの前の数字は分割レベルを表す。すなわち、例えば1LHは、水平方向が低域で垂直方向が高域である分割レベル=1のサブバンドを表す。

10

【0032】

量子化部12は、ウェーブレット変換部11から供給されたウェーブレット変換係数 D_{12} に対して非可逆圧縮を施す。量子化手段としては、ウェーブレット変換係数 D_{12} を量子化ステップサイズで除算するスカラ量子化を用いることができる。ここで、JPEG-2000方式の規格上、上述の非可逆圧縮を行う場合で、非可逆の 9×7 ウェーブレット変換フィルタを用いる場合には、自動的にスカラ量子化を併用することが決められている。一方、可逆の 5×3 ウェーブレット変換フィルタを用いる場合には、量子化が行われず、後述するレート制御部19において符号量制御が行われる。したがって、図1の量子化部12が動作するのは、実際には非可逆の 9×7 ウェーブレット変換フィルタを用いた場合である。以下、この非可逆の 9×7 ウェーブレット変換フィルタを用いる場合を想定して説明を進める。

20

【0033】

符号ブロック化部13は、量子化部12で生成された量子化係数 D_{13} を、エントロピー符号化の処理単位である所定の大きさの符号ブロックに分割する。ここで、サブバンド中の符号ブロックの位置関係を図4に示す。通常、例えば 64×64 程度のサイズの符号ブロックが、分割後の全てのサブバンド中に生成される。したがって、図2において最も分割レベルが小さい3HHのサブバンドの大きさが 640×320 であった場合には、 64×64 の符号ブロックは、水平方向に10個、垂直方向に5個、合計50個存在することになる。符号ブロック化部13は、符号ブロック毎の量子化係数 D_{14} をビットプレーン分解部14に供給し、後段の符号化処理は、これらの符号ブロック毎に行われる。

30

【0034】

ビットプレーン分解部14は、符号ブロック毎の量子化係数 D_{14} をビットプレーンに分解する。このビットプレーンの概念について図5を用いて説明する。図5(A)は、縦4個、横4個の計16個の係数からなる量子化係数を仮定したものである。この16個の係数のうち絶対値が最大のものは13であり、2進数表現では1101となる。したがって、係数の絶対値のビットプレーンは、図5(B)に示すような4つのビットプレーンから構成される。なお、各ビットプレーンの要素は、全て0又は1の数をとる。一方、量子化係数の符号は、-6が唯一負の値であり、それ以外は0又は正の値である。したがって、符号のビットプレーンは、図5(C)に示すようになる。ビットプレーン分解部14は、このビットプレーンに分解された量子化係数 D_{15} を符号化対象予測部15に供給する。

40

【0035】

符号化対象予測部15は、ビットプレーン分解部14においてビットプレーンに分解された量子化係数 D_{15} に基づいて、最終的に符号化されるビットプレーン数又は符号化パス数をEBOT部18で符号化する前に事前予測し、予測されたビットプレーンを抽出して、抽出したビットプレーン毎の係数ビット D_{16} をビットモデリング部16に供給する。なお、この符号化対象予測部15における予測処理の詳細については後述する。

【0036】

ビットモデリング部16は、符号化対象予測部15から供給されたビットプレーン毎の係数ビット D_{16} に対して、以下のようにして係数ビットモデリングを行い、係数ビット

50

毎のコンテキスト D 1 7 を算術符号化部 1 7 に供給する。そして、算術符号化部 1 7 は、この係数ビット毎のコンテキスト D 1 7 に対して算術符号化を施し、得られた算術符号 D 1 8 をレート制御部 1 9 に供給する。ここで、本実施の形態では、特に J P E G - 2 0 0 0 規格で定められた E B C O T と呼ばれるエントロピー符号化を例に取りながら説明する。この E B C O T については、例えば、文献「ISO/IEC 15444-1, Information technology-JPEG 2000, Part 1:Core coding system」等に詳細に記載されている。なお、上述したように、ビットモデリング部 1 6 と算術符号化部 1 7 とにより、E B C O T 部 1 8 が構成される。

【 0 0 3 7 】

E B C O T は、所定の大きさのブロック毎にそのブロック内の係数ビットの統計量を測定しながら符号化する手段であり、符号ブロック単位に量子化係数をエントロピー符号化する。符号ブロックは、最上位ビット (MSB) から最下位ビット (LSB) 方向にビットプレーン毎に独立して符号化される。また、符号ブロックの縦横のサイズは、4 から 2 5 6 までの 2 の冪乗で、通常は 32×32 、 64×64 、 128×32 等の大きさが使用される。量子化係数は、 n ビットの符号付き 2 進数で表されており、 $bit0$ から $bit(n-2)$ が LSB から MSB までのそれぞれのビットを表す。なお、残りの 1 ビットは符号である。符号ブロックの符号化は、MSB 側のビットプレーンから順番に、以下の (a) ~ (c) に示す 3 種類の符号化パスによって行われる。

(a) Significance Propagation Pass

(b) Magnitude Refinement Pass

(c) Clean Up Pass

【 0 0 3 8 】

3 つの符号化パスの用いられる順序を図 6 に示す。図 6 に示すように、先ずビットプレーン ($n-2$) (MSB) が Clean Up Pass (以下、適宜 C U パスという。) によって符号化される。続いて、順次 LSB 側に向かい、各ビットプレーンが、Significance Propagation Pass (以下、適宜 S P パスという。)、Magnitude Refinement Pass (以下、適宜 M R パスという。)、Clean Up Pass の順序で用いられて符号化される。

【 0 0 3 9 】

但し、実際には MSB 側から何番目のビットプレーンで初めて 1 が出てくるかをヘッダに書き、ゼロ係数から構成されるビットプレーン (ゼロビットプレーン) は符号化しない。この順序で 3 種類の符号化パスを繰返し用いて符号化し、任意のビットプレーンの任意の符号化パスまでで符号化を打ち切ることにより、符号量と画質のトレードオフを取る、すなわちレート制御を行うことができる。

【 0 0 4 0 】

ここで、係数ビットの走査 (スキャン) について図 7 を用いて説明する。符号ブロックは、高さ 4 個の係数ビット毎にストライプ (stripe) に分けられる。ストライプの幅は、符号ブロックの幅に等しい。スキャン順とは 1 個の符号ブロック内の全ての係数ビットを辿る順番であり、符号ブロック中では上のストライプから下のストライプへの順序、各ストライプ中では左の列から右の列への順序、各列中では上から下への順序でスキャンされる。なお、各符号化パスにおいて符号ブロック中の全ての係数ビットがこのスキャン順で処理される。

【 0 0 4 1 】

以下、上述した 3 つの符号化パスについて説明する。なお、この 3 つの符号化パスについては、何れも上述した文献「ISO/IEC 15444-1, Information technology-JPEG 2000, Part 1:Core coding system」に記載されている。

【 0 0 4 2 】

(a) Significance Propagation Pass

あるビットプレーンを符号化する S P パスでは、8 近傍の少なくとも 1 つの係数が有意 (significant) であるような non-significant な係数ビットが算術符号化される。その符号化した係数ビットの値が 1 である場合には、符号の正負が続けて算術符号化される。

【 0 0 4 3 】

ここでsignificanceとは、各係数ビットに対して符号化器が持つ状態である。significanceの初期値は、non-significantを表す「0」であり、その係数で1が符号化されたときにsignificantを表す「1」に変化し、以降常に「1」であり続ける。したがって、significanceとは、有効桁の情報を既に符号化したか否かを示すフラグともいえる。あるビットプレーンでSPパスが発生すれば、以降のビットプレーンではSPパスは発生しない。

【 0 0 4 4 】

(b) Magnitude Refinement Pass

ビットプレーンを符号化するMRパスでは、ビットプレーンを符号化するSPパスで符号化していないsignificantな係数ビットが算術符号化される。

10

【 0 0 4 5 】

(c) Clean Up Pass

ビットプレーンを符号化するCUパスでは、ビットプレーンを符号化するSPパスで符号化していないnon-significantな係数ビットが算術符号化される。その符号化した係数ビットの値が1である場合には、符号の正負が続けて算術符号化される。

【 0 0 4 6 】

なお、以上の3つの符号化パスでの算術符号化では、ケースに応じてZC (Zero Coding)、RLC (Run-Length Coding)、SC (Sign Coding)、MR (Magnitude Refinement) が使い分けられて係数のコンテキストが選択される。そして、MQ符号化と呼ばれる算術符号によって選択されたコンテキストが符号化される。このMQ符号化は、JBIG2で規定された学習型の2値算術符号である。MQ符号化については、例えば、文献「ISO/IEC FDIS 14492, "Lossy/Lossless Coding of Bi-level Images", March 2000」等に記載されている。JPEG-2000では、全ての符号化パスで合計19種類のコンテキストがある。

20

【 0 0 4 7 】

以上のようにして、ビットモデリング部16は、ビットプレーン毎の係数ビットD16を3つの符号化パスで処理し、係数ビット毎のコンテキストD17を生成する。そして、算術符号化部17は、この係数ビット毎のコンテキストD17に対して算術符号化を施す。

30

【 0 0 4 8 】

レート制御部19は、少なくとも一部の符号化パスの処理を行った後で、算術符号化部17から供給された算術符号D18の符号量をカウントし、目標の符号量に達した時点で、それより後の算術符号D18を切り捨てる。このように、符号量をオーバーする直前で切り捨てることにより、確実に目標の符号量に抑えることができる。レート制御部19は、この符号量制御完了後の算術符号D19を、ヘッダ生成部20及びパケット生成部21に供給する。なお、レート制御部19におけるレート制御処理の詳細については後述する。

【 0 0 4 9 】

ヘッダ生成部20は、レート制御部19から供給された符号量制御完了後の算術符号D19に基づいて、符号ブロック内での付加情報、例えば符号ブロック内の符号化パスの個数や圧縮コードストリームのデータ長等をヘッダD20として生成し、このヘッダD20をパケット生成部21に供給する。

40

【 0 0 5 0 】

パケット生成部21は、符号量制御完了後の算術符号D19とヘッダD20とを合わせてパケットD21を生成し、符号化コードストリームとして出力する。この際、パケット生成部21は、図8に示すように同一解像度レベルから個々のパケットを生成する。なお、図8から分かるように、最低域であるパケット-1は、LL成分のみを含み、それ以外のパケット-2乃至パケット-4は、LH成分、HL成分及びHH成分を含む。

【 0 0 5 1 】

50

以上のように、本実施の形態における画像符号化装置 1 は、ウェーブレット変換及びエントロピー符号化を用いて入力画像を高効率に圧縮符号化し、パケット化して符号化コードストリームとして出力することができる。

【0052】

(2) 画像符号化装置における適用部分

(2-1) 符号化対象予測部の構成及び動作

ところで、一般に J P E G - 2 0 0 0 方式により入力画像を圧縮符号化する画像符号化装置では、E B C O T におけるエントロピー符号化の処理負荷が非常に高い。その一方で、目標の圧縮率又はビットレートで符号化する際には、E B C O T で符号化した後に実際には使用されないものが存在し、これらは結果的に無駄になる。

10

【0053】

そこで、本実施の形態における符号化対象予測部 15 は、最終的に使用される蓋然性の高いビットプレーンを事前予測し、このビットプレーンのみを抽出して上述した E B C O T 部 18 に供給する。具体的には、1 フレーム分又は 1 サブバンド分の有効ビットプレーン数を計数し、この有効ビットプレーン数を発生する符号量についての指標として用いて、最終的に符号化されるビットプレーン数を予測する。

【0054】

この符号化対象予測部 15 の内部構成の一例を図 9 に示す。図 9 に示すように、符号化対象予測部 15 は、上述した有効ビットプレーン数を計数する有効ビットプレーン計数部 30 と、ビットプレーン数テーブルを参照して、この有効ビットプレーン数から符号化対象となるビットプレーン数を予測するテーブル参照部 31 と、ビットプレーン数テーブルを記憶する記憶部 32 と、符号化対象となるビットプレーン数に基づいて、後述するように符号化対象ビットプレーンを抽出する符号化対象ビットプレーン抽出部 33 とから構成されている。なお、この記憶部 32 としては、読み取り専用の不揮発性記憶媒体である R O M (Read Only Memory) を用いることができる。

20

【0055】

有効ビットプレーン計数部 30 は、符号ブロック毎のビットプレーン D 30 を入力し、ゼロ係数から構成されるビットプレーン(ゼロビットプレーン)を除く有効ビットプレーン数を計数する。さらに、有効ビットプレーン計数部 30 は、フレーム内又はサブバンド内の全ての符号ブロックの有効ビットプレーン数を加算し、算出された有効ビットプレーン数の総和 D 31 をテーブル参照部 31 に供給する。

30

【0056】

テーブル参照部 31 は、記憶部 32 に記憶されているビットプレーン数テーブルを参照して、有効ビットプレーン計数部 30 から供給された有効ビットプレーン数の総和 D 31 から符号化対象ビットプレーン数 D 32 を読み出し、読み出した符号化対象ビットプレーン数 D 33 を符号化対象ビットプレーン抽出部 33 に供給する。

【0057】

ここで、ビットプレーン数テーブルは、有効ビットプレーン数の値域とその値域における符号化対象ビットプレーン数とが対応付けられたものである。

【0058】

例えば、フレーム毎の有効ビットプレーン数の総和を用いる場合には、図 10 に示すように、有効ビットプレーン数の値域に対して符号化対象ビットプレーン数が対応したものとなる。この場合、1 フレーム内の符号化ブロックにおける有効ビットプレーン数の総和が「600」であれば、このビットプレーン数テーブルを参照することで、即座に符号化対象ビットプレーン数として「5」という数字が得られる。

40

【0059】

一方、サブバンド毎の有効ビットプレーン数の総和を用いる場合には、図 11 に示すように、各サブバンド内の有効ビットプレーン数の値域に対して符号化対象ビットプレーン数が対応したものとなる。ここで、図 11 は、図 12 に示すように 5 回ウェーブレット変換・分割を行う場合のテーブル例を示したものである。この場合、分割レベル = 3 で L H

50

のサブバンド内の有効ビットプレーン数の総和が「100」であれば、このビットプレーン数テーブルを参照することで、即座に符号化対象ビットプレーン数として「3」という数字が得られる。他のサブバンドについても同様である。なお、図10のビットプレーン数テーブルよりも図11のビットプレーン数テーブルの方が、きめ細かい制御が可能であり、より高精度に有効ビットプレーン数を予測することができる。

【0060】

図9に戻って、符号化対象ビットプレーン抽出部33は、テーブル参照部31から供給された符号化対象ビットプレーン数D33に基づいて、符号ブロック毎のビットプレーンD30から符号化対象ビットプレーンD34のみを抽出する。具体的には、各符号ブロック毎に、最上位ビット（MSB）側から符号化対象ビットプレーン数分のビットプレーンを抽出する。そして符号化対象ビットプレーン抽出部33は、抽出した符号化対象ビットプレーンD34を、図1に示したビットモデリング部16に供給する。

10

【0061】

この抽出された符号化対象ビットプレーンD34のみが後段のEBOT部18で実際に符号化されるため、抽出された符号化対象ビットプレーンD34の数が元の符号ブロック毎のビットプレーンD30の数よりも少なければ、その分だけ処理負荷を軽減し、符号化に費やす時間を短縮することができる。

【0062】

また、本実施の形態における符号化対象予測部15は、予め有効ビットプレーン数と符号化対象ビットプレーン数とを対応付けたビットプレーン数テーブルを参照するのみであるため、このテーブルを記憶するだけのメモリ容量で済み、極めて処理負荷が小さい。

20

【0063】

以上の処理を、図13を用いて、ビットプレーンの観点から具体的に説明する。この図13は、Y（輝度）、U、V（色差）の3つのコンポーネントに対して各サブバンド内の符号ブロック（CB）毎のビットプレーンを図示したものである。例えば、右端のV-5HHは、色差成分Vの5HH、すなわち水平方向及び垂直方向が高域である分割レベル=5のサブバンド中に存在する符号ブロック（CB）毎のビットプレーンを示す。また、図13において、空白領域はゼロビットプレーンを示し、斜線領域は符号化コードストリームに最終的に含まれるビットプレーンを示し、点領域は後段におけるレート制御の結果、使用されないビットプレーンを示す。なお、斜線領域と点領域とを合わせたビットプレーン数が、有効ビットプレーン数に相当する。

30

【0064】

符号化対象予測部15においては、上述したように、フレーム毎又はサブバンド毎の全符号ブロックにおける有効ビットプレーン数の総和から、符号化対象ビットプレーン数が求められる。そして、各符号ブロック（CB）毎に、最上位ビット（MSB）側から符号化対象ビットプレーン数分のビットプレーンが抽出される。

【0065】

点領域中にある境界線は、符号化対象予測部15において抽出されるビットプレーンと抽出されないビットプレーンとの境界を示している。すなわち、この境界線よりも最下位ビット（LSB）側に存在しているビットプレーンは、符号化対象予測部15において抽出されない。

40

【0066】

図14は、図13のY-0LL、すなわち輝度成分Yの最低域のサブバンドに着目した図である。図14中で黒く塗った領域は、結果的にEBOT部18での符号化を省略することのできるビットプレーンである。

【0067】

なお、この例では、各コンポーネント毎に同一のサブバンド内の全ての符号ブロックについて符号化対象ビットプレーン数を一定としたが、これに限定されるものではなく、コンポーネント毎、或いは符号ブロック毎に符号化対象ビットプレーン数を可変に設定することもできる。但し、この場合には、コンポーネント毎、或いは符号ブロック毎に符号化

50

対象ビットプレーン数が設定されたビットプレーン数テーブルが必要となる。

【 0 0 6 8 】

また、上述の説明では、ビットプレーン数テーブルを参照して、有効ビットプレーン数から符号化対象ビットプレーン数を予測するものとしたが、有効ビットプレーン数から符号化対象符号化パス数を予測するようにしても構わない。

【 0 0 6 9 】

この場合における符号化対象予測部 1 5 の内部構成を図 1 5 に示す。図 1 5 に示すように、符号化対象予測部 1 5 は、上述した有効ビットプレーン数を計数する有効ビットプレーン計数部 4 0 と、ビットプレーン数テーブルを参照して、この有効ビットプレーン数から符号化対象となる符号化パス数を求めるテーブル参照部 4 1 と、符号化パス数テーブルを記憶する記憶部 4 2 とから構成されている。

10

【 0 0 7 0 】

有効ビットプレーン計数部 4 0 は、符号ブロック毎のビットプレーン D 4 0 を入力して有効ビットプレーン数を計数し、フレーム内又はサブバンド内の全ての符号ブロックの有効ビットプレーン数を加算した有効ビットプレーン数の総和 D 4 1 をテーブル参照部 4 1 に供給する。

【 0 0 7 1 】

テーブル参照部 4 1 は、記憶部 4 2 に記憶されている符号化パス数テーブルを参照して、有効ビットプレーン計数部 4 0 から供給された有効ビットプレーン数の総和 D 4 1 から符号化対象符号化パス数 D 4 2 を読み出し、読み出した符号化対象符号化パス数 D 4 3 を図 1 に示したビットモデリング部 1 6 に供給する。

20

【 0 0 7 2 】

ここで、符号化パス数テーブルは、有効ビットプレーン数の値域とその値域における符号化対象符号化パス数とが対応付けられたものである。

【 0 0 7 3 】

例えば、フレーム毎の有効ビットプレーン数の総和を用いる場合には、図 1 6 に示すように、有効ビットプレーン数の値域に対して符号化対象符号化パス数が対応したものとなる。なお、図 1 0 と比較して分かる通り、1 ビットプレーンでは最大で 3 個の符号化パスが発生する場合があるため、それを考慮して図 1 0 の符号化対象ビットプレーン数よりも大きな数字に設定されている。

30

【 0 0 7 4 】

後段の E B C O T 部 1 8 では、各符号ブロック毎に、最上位ビット (MSB) 側のビットプレーンから符号化対象符号化パス数分の符号化パスのみが実際に符号化されるため、符号化対象符号化パス数 D 4 3 が元の符号ブロック毎のビットプレーン D 4 0 に発生する符号化パスの数よりも少なければ、その分だけ処理負荷を軽減し、符号化に費やす時間を短縮することができる。

【 0 0 7 5 】

(2 - 2) レート制御部の構成及び動作

図 1 において算術符号化部 1 7 から供給された算術符号 D 1 8 は、レート制御部 1 9 を経由しないでそのまま後段部に行くと、目標の圧縮率又はビットレートでない符号化コードストリームが排出される蓋然性が高い。したがって、レート制御部 1 9 で最終的なレート制御が行われる必要がある。

40

【 0 0 7 6 】

ここで、本実施の形態におけるレート制御部 1 9 は、優先順位の高い算術符号から順に選択してその符号量を加算し、目標の符号量に達した時点で停止する。

【 0 0 7 7 】

このレート制御部 1 9 の内部構成の一例を図 1 7 に示す。図 1 7 に示すように、レート制御部 1 9 は、符号量計算制御部 5 0 と、符号量加算制御部 5 1 とにより構成されている。

【 0 0 7 8 】

50

符号量計算制御部 50 は、算術符号化部 17 (図 1) から供給された算術符号 D50 のビットプレーン毎の符号量 D51 を計算し、符号量加算制御部 51 に供給する。符号量加算制御部 51 は、後述する優先順位に従って、1 ビットプレーンずつ符号量 D51 を加算する。加算されたビットプレーン情報 D52 は、再び符号量計算制御部 50 に供給され、それまでに加算された全てのビットプレーンの符号量と目標符号量 D54 とが比較される。そして、目標符号量 D54 に達した時点でこのループ制御を終了し、最終的な符号量制御後の算術符号 D53 を、図 1 に示したヘッダ生成部 20 及びパケット生成部 21 に供給する。

【0079】

ここで、ビットプレーン毎の符号量 D51 を加算する優先順位は、以下の通りである。すなわち、全サブバンドの最上位ビット (MSB) のビットプレーンのうち、サブバンド間で最もビット位置が高いものから最下位ビット (LSB) のビットプレーンの順に選択する。

10

【0080】

また、各サブバンドの同じビット位置のビットプレーンについては、最低域のサブバンドから最高域のサブバンドの順に選択する。例えば図 2 に示したように 3 回ウェーブレット変換・分割を行った場合、図 18 に示すように、0LL、1HL、1LH、1HH、2HL、2LH、2HH、3HL、3LH、3HH の順に選択する。これは、画像の重要な部分が高域よりも低域に集まっているためである。

【0081】

20

また、Y (輝度)、U、V (色差) の 3 つのコンポーネントの同じビット位置のビットプレーンについては、例えば、Y、U、V の順に選択する。これは、一般に色差情報よりも輝度情報に対して人間の視覚特性が敏感なためである。なお、同じ色差情報である U 及び V の重要度は入力画像に依存するため、優先順位を適宜可変にすることが好ましい。

【0082】

このビットプレーンの加算処理手順を図 19 のフローチャートに示す。先ずステップ S1 において、EBCOT 部 18 で符号化された全符号化パスの情報と各ビットプレーンの符号量とを保持する。

【0083】

次にステップ S2 において、加算符号量 Y を 0 に初期化し、続くステップ S3 において、ゼロビットプレーンを含む、サブバンド間で最もビット位置の高い最初のビットプレーンを選択する。ここで、同じビット位置に複数のビットプレーンが存在する場合には、上述の通り、サブバンドについては最低域のサブバンドから最高域のサブバンドの順に、コンポーネントについては例えば Y、U、V の順に選択する。

30

【0084】

続いてステップ S4 において、選択したビットプレーンの符号量 T [Ns, Nc, C, B] を Y に加算する。ここで、Ns, Nc, C, B は、それぞれサブバンド番号、コンポーネント番号、符号ブロック番号、ビットプレーン番号を示す。

【0085】

ステップ S5 では、加算符号量 Y が目標符号量以上であるか否かが判別される。加算符号量 Y が目標符号量以上である場合 (Yes) には加算処理を終了し、符号量 Y が目標符号量未満である場合 (No) にはステップ S6 に進む。

40

【0086】

ステップ S6 では、同じビット位置のビットプレーンが存在するか否かが判別される。同じビット位置のビットプレーンが存在する場合 (Yes) にはステップ S7 に進み、次のビットプレーンを選択してステップ S4 に戻る。一方、同じビット位置のビットプレーンが存在しない場合 (No) にはステップ S8 に進む。

【0087】

ステップ S8 では、ビット位置が最も低いかが否か、すなわち最下位ビット (LSB) かが否かが判別される。ビット位置が最も低い場合 (Yes) には加算処理を終了し、そうでない

50

場合 (No) にはステップ S 9 において最下位ビット (LSB) 側の次のビット位置の最初のビットプレーンを選択してステップ S 4 に戻る。

【 0 0 8 8 】

以上の処理を、図 20 を用いて、ビットプレーンの観点から具体的に説明する。この図 20 は、Y (輝度)、U、V (色差) の 3 つのコンポーネントに対して各サブバンド内の符号化ブロック (CB) 毎のビットプレーンを図示している。図 13 と同様に、空白領域はゼロビットプレーンを示し、斜線領域は符号化コードストリームに最終的に含まれるビットプレーンを示し、点領域はレート制御の結果、使用されないビットプレーンを示す。

【 0 0 8 9 】

図 20 に示すように、レート制御部 19 においては、ゼロビットプレーンを含む最もビット位置の高いビットプレーンから最もビット位置の低いビットプレーン、すなわち最下位ビット (LSB) のビットプレーンの順に、サブバンド、コンポーネントを渡りながら選択され、同じビット位置ではサブバンドについては最低域のサブバンドから最高域のサブバンドの順に、コンポーネントについては例えば Y、U、V の順にビットプレーンが選択される。具体的には、図 20 において、Y - 0 L L、U - 0 L L 及び V - 0 L L のビット位置がサブバンド間で最も高いため、Y - 0 L L、U - 0 L L、V - 0 L L の順に最上位ビット (MSB) 側からビットプレーンが選択される。

【 0 0 9 0 】

なお、この例では、Y - 0 L L ~ Y - 5 H H、U - 0 L L ~ U - 5 H H、V - 0 L L ~ V - 5 H H と、サブバンド毎の選択をコンポーネント毎の選択に優先させているが、これに限定されるものではなく、コンポーネント毎の選択をサブバンド毎の選択に優先させるようにしても構わない。

【 0 0 9 1 】

このように、本実施の形態におけるレート制御部 19 によれば、最終的に選択されずに切り捨てられるビットプレーン数が、1 フレーム内の全ての符号ブロックに対して最下位ビット (LSB) 側から数えて最大でも 1 ビットプレーンしか相違しないため、サブバンド間の画質差がなくなり、全体的に高画質な画像が得られる。

【 0 0 9 2 】

(2 - 3) 量子化部の動作

上述したように、量子化部 12 は、ウェーブレット変換部 11 から供給されたウェーブレット変換係数 D 12 に対して、量子化ステップサイズで除算するスカラ量子化により非可逆圧縮を施す。

【 0 0 9 3 】

ところで、J P E G - 2 0 0 0 規格で規定されている量子化は、以下の式 (1) に示すように、ある変換係数 $a_b(x, y)$ (但し、 x は水平方向の位置を示し、 y は垂直方向の位置を示す) を、サブバンド b の量子化ステップサイズ W_b で除算することによって、量子化係数 $Q_b(x, y)$ を算出するものである。

【 0 0 9 4 】

【 数 1 】

$$Q_b(x, y) = \text{sign}(a_b(x, y)) \times |a_b(x, y)| / \Delta W_b \quad \cdots (1)$$

【 0 0 9 5 】

式 (1) における W_b は、以下の式 (2) に従って算出することができる。ここで、B - S t e p は、全サブバンドで共通の基本ステップサイズを示し、 $L2_b$ は、サブバ

10

20

30

40

50

ンド b の合成フィルタ基底波形の $L2$ ノルムを示し、 N_b は、サブバンド b の正規化量子化ステップサイズを示す。

【 0 0 9 6 】

【 数 2 】

$$\Delta W_b = \Delta B \cdot \text{Step} / L2_b = \Delta N_b \quad \dots (2)$$

10

【 0 0 9 7 】

次に、 W_b が算出されてから、以下の式 (3) に従って指数 b 及び仮数 μ_b を求める。ここで、 R_b はサブバンド b におけるダイナミックレンジである。これらの値 b 、 μ_b が実際に最終的な符号化コードストリームに含まれることになる。

【 0 0 9 8 】

【 数 3 】

$$\Delta W_b = 2^{R_b - \epsilon_b} \left(1 + \left(\mu_b / 2^{11} \right) \right) \quad \dots (3)$$

20

【 0 0 9 9 】

ここで、本実施の形態における量子化部 12 は、量子化ステップサイズ W_b を求める際に、上述した式 (2) を用いるのではなく、サブバンド b 毎の重み係数 VW_b を用いて、以下の式 (4) に従って算出する。

【 0 1 0 0 】

【 数 4 】

$$\Delta W_b = (\Delta B \cdot \text{Step} / L2_b) / VW_b = \Delta N_b / VW_b \quad \dots (4)$$

30

【 0 1 0 1 】

この重み係数 VW_b は、サブバンド毎、或いは Y (輝度)、 Cb 、 Cr (色差) といったコンポーネント毎に設定することができ、重み係数テーブルとして記憶される。この重み係数の値が大きい場合には、上述した式 (3) から W_b が小さくなり、式 (1) から量子化係数 $Q_b(x, y)$ が大きくなるため、画像の重要な部分が集中している低域ほど値を大きくすることが好ましい。また、色差情報 (Cb , Cr) よりも輝度情報 (Y) に対して人間の視覚特性が敏感であるため、輝度情報 (Y) の方の値を大きくすることが好ましい。

40

【 0 1 0 2 】

図 12 のように 5 回ウェーブレット変換・分割を行う場合の重み係数テーブルの一例を図 21 に示す。図 21 に示すように、分割レベルが小さい低域ほど値が大きく、また、色差情報 (Cb , Cr) よりも輝度情報 (Y) の方が値が大きくなっている。

50

【 0 1 0 3 】

後段の符号ブロック化部 1 3 では、量子化部 1 2 で生成された量子化係数 D 1 3 が所定の大きさの符号ブロックに分割され、ビットプレーン分解部 1 4 では、符号ブロック毎の量子化係数 D 1 4 がビットプレーンに分解されるため、量子化係数の値が大きいほど、ビットプレーン数が多くなる。したがって、上述したように、レート制御部 1 9 において、全ての符号ブロックで最もビット位置の高い算術符号から最下位ビットの算術符号の順に、ビットプレーン毎又は符号化パス毎の算術符号を選択する場合には、より重要な情報を優先的に符号化コードストリームに含めることができ、結果として高画質な符号化画像を提供することができる。

【 0 1 0 4 】

10

(3) その他

上述した J P E G - 2 0 0 0 規格は、静止画の規格であり、動画像では頻繁に存在するインタレース画像に対する十分な検討がなされていない。したがって、静止画用の技術をそのまま動画像に応用すると、劣化が目立ってしまうという欠点が露呈する。以下、具体的に説明する。

【 0 1 0 5 】

あるインタレースの動画シーンの 1 フレームを図 2 2 に示す。これを P C モニタ等のプログレッシブ方式のモニタで見ると、動きのある部分にインタレースの影響が強く出て、横方向に縞模様が見える。

【 0 1 0 6 】

20

すなわち、図 2 3 (A) に示すように、丸い物体が画面中を右方向に移動する場合、インタレース画面では問題ないが、プログレッシブ画面では図 2 3 (B) のように横方向に縞模様が見えてしまう。これはインタレース画面が奇数フィールドと偶数フィールドとで飛び越し走査を用いていることに起因している。

【 0 1 0 7 】

図 2 2 に示した画像を 5 回ウェーブレット変換・分割した後の各サブバンドの様子を図 2 4 に示す。図 2 4 から分かるように、明らかに 5 L H 成分、すなわち水平方向が低域で垂直方向が高域である分割レベル = 5 のサブバンドの係数のエネルギーが他のサブバンドに比べて大きくなっている。

【 0 1 0 8 】

30

したがって、5 L H のサブバンド内の符号化ブロックをそのまま符号化すれば、インタレース成分を重視した符号化が実現できることになる。

【 0 1 0 9 】

一方、プログレッシブ画像表示装置に出力する場合には、5 L H のサブバンド内の符号ブロックを符号化しなければよい。具体的には、5 L H のサブバンド内の全ての符号ブロックのビットプレーン又は符号化パス数を 0 にすればよい。なお、分割レベルが最高域の L H 成分に限らず、全ての分割レベルで L H 成分の符号ブロックのビットプレーン又は符号化パス数を 0 にするようにしても構わない。

【 0 1 1 0 】

40

例えば、図 1 1 に示したように、符号化対象予測部 1 5 においてサブバンド毎の全ての符号ブロックの有効ビットプレーン数の総和から符号化対象ビットプレーン数を予測する場合には、図 2 5 に示すように、5 L H 成分に対応する符号化対象ビットプレーン数を 0 に設定しておけばよい。

【 0 1 1 1 】

なお、本発明は上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。

【 0 1 1 2 】

例えば、上述の実施の形態では、ハードウェアの構成として説明したが、これに限定されるものではなく、任意の処理を、C P U (Central Processing Unit) にコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。この場合、コンピュータ

50

プログラムは、記録媒体に記録して提供することも可能であり、また、インターネットその他の伝送媒体を介して伝送することにより提供することも可能である。

【産業上の利用可能性】

【0113】

上述した本発明によれば、例えばJ P E G - 2 0 0 0方式の画像符号化装置において、算術符号化の処理負荷を軽減すると共に、画質劣化を抑えて効果的にレート制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本実施の形態における画像符号化装置の概略構成を説明する図である。

10

【図2】分割レベル = 3 までウェーブレット変換・分割した場合のサブバンドを説明する図である。

【図3】実際の画像をウェーブレット変換・分割した場合のサブバンドを説明する図である。

【図4】符号ブロックとサブバンドとの関係を説明する図である。

【図5】ビットプレーンを説明する図であり、同図(A)は、計16個の係数から成る量子化係数を示し、同図(B)は、係数の絶対値のビットプレーンを示し、同図(C)は、符号のビットプレーンを示す。

【図6】符号ブロック内の符号化パスの処理手順を説明する図である。

【図7】符号ブロック内の係数のスキャン順序を説明する図である。

20

【図8】同画像符号化装置で生成されるパケットを説明する図である。

【図9】同画像符号化装置における符号化対象予測部の内部構成の一例を説明する図である。

【図10】フレーム毎の有効ビットプレーン数の総和を利用する場合のビットプレーン数テーブルの一例を示す図である。

【図11】サブバンド毎の有効ビットプレーン数の総和を利用する場合のビットプレーン数テーブルの一例を示す図である。

【図12】分割レベル = 5 までウェーブレット変換・分割した場合のサブバンドを説明する図である。

【図13】同符号化対象予測部における処理をビットプレーンの観点から具体的に説明する図である。

30

【図14】輝度成分Yの最低域のサブバンドに着目した図である。

【図15】符号化対象符号化パス数を予測する場合の符号化対象予測部の内部構成の一例を説明する図である。

【図16】サブバンド毎の有効ビットプレーン数の総和を利用する場合の符号化パス数テーブルの一例を示す図である。

【図17】同画像符号化装置におけるレート制御部の内部構成の一例を説明する図である。

【図18】サブバンド毎の選択順序を説明する図である。

【図19】同レート制御部におけるビットプレーン毎の符号量の加算処理手順を説明するフローチャートである。

40

【図20】同レート制御部における処理をビットプレーンの観点から具体的に説明する図である。

【図21】サブバンド毎に重み付けして量子化する場合の重み係数テーブルの一例を示す図である。

【図22】インタレース動画画像の一例を説明する図である。

【図23】インタレース画像における被写体画像の見え方を説明する図であり、同図(A)は、物体が画面中を右方向に移動する場合を示し、同図(B)は、プログレッシブ画面における当該物体の見え方を示す。

【図24】インタレース画像をウェーブレット変換・分割した場合のサブバンドを説明す

50

る図である。

【図 25】入力画像がインタレース画像であり、サブバンド毎の有効ビットプレーン数の総和を利用する場合のビットプレーン数テーブルの一例を示す図である。

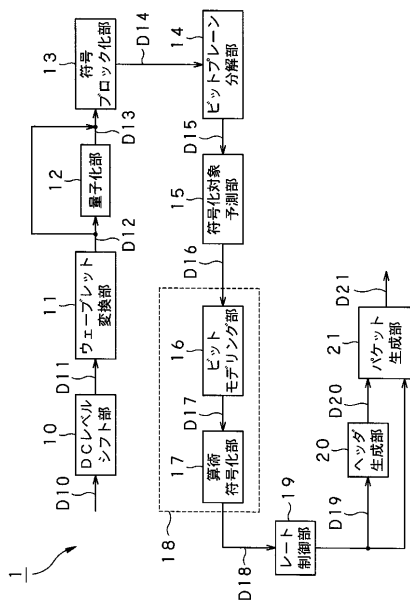
【符号の説明】

【0115】

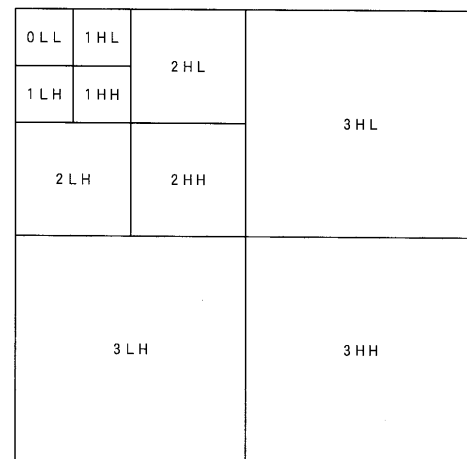
1 画像符号化装置、10 DCレベルシフト部、11 ウェーブレット変換部、12 量子化部、13 符号ブロック化部、14 ビットプレーン分解部、15 符号化対象予測部、16 ビットモデリング部、17 算術符号化部、18 EBCOT部、19 レート制御部、20 ヘッダ生成部、21 パケット生成部、30 有効ビットプレーン計数部、31 テーブル参照部、32 記憶部、33 符号化対象ビットプレーン抽出部、40 有効ビットプレーン計数部、41 テーブル参照部、42 記憶部、50 符号量計算制御部、51 符号量加算制御部

10

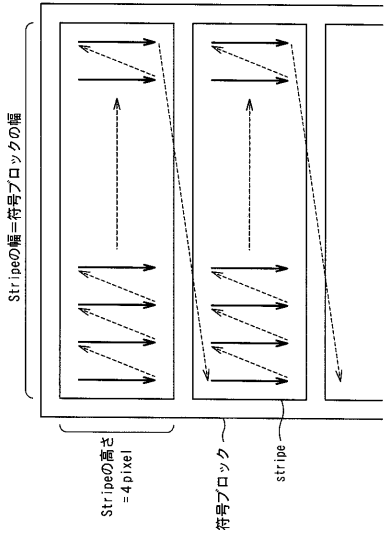
【図 1】



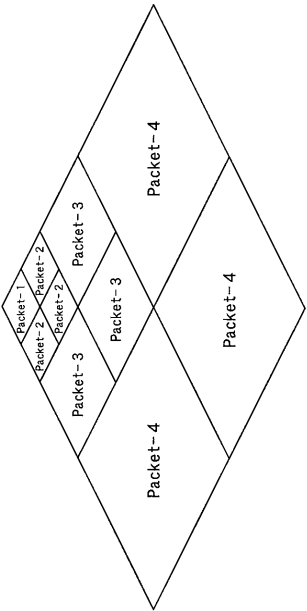
【図 2】



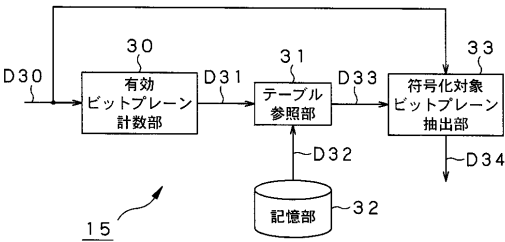
【図 7】



【図 8】



【図 9】




【図 1 1】

Level	HL		LH		HH	
1	0-500	4	0-500	4	0-500	3
	501-1000	5	501-1000	5	501-1000	4
	1001-	6	1001-	6	1001-	5
2	0-500	4	0-500	3	0-500	3
	501-1000	5	501-1000	4	501-1000	4
	1001-	6	1001-	5	1001-	5
3	0-500	3	0-500	3	0-500	3
	501-1000	4	501-1000	4	501-1000	4
	1001-	5	1001-	5	1001-	5
4	0-500	1	0-500	1	0-500	1
	501-1000	2	501-1000	2	501-1000	2
	1001-	3	1001-	3	1001-	3
5	0-500	1	0-500	1	0-500	1
	501-1000	2	501-1000	2	501-1000	2
	1001-	3	1001-	3	1001-	3

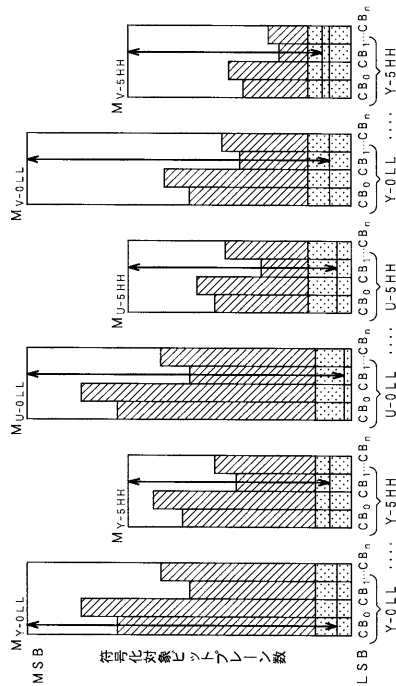
【図 1 0】

有効ビットプレーン数	符号化対象ビットプレーン数
0-500	4
501-1000	5
1001-	6

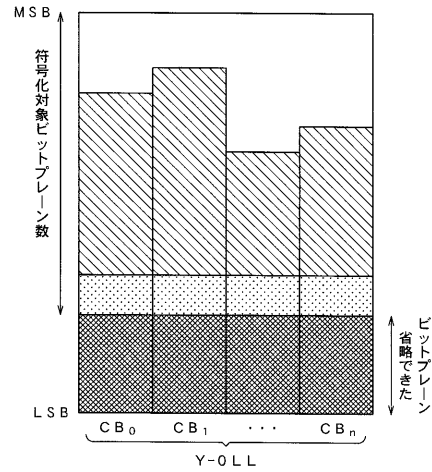
【図 1 2】

	3 HL	4 HL	5 HL
3 LH	3 HH		
4 LH		4 HH	
5 LH			5 HH

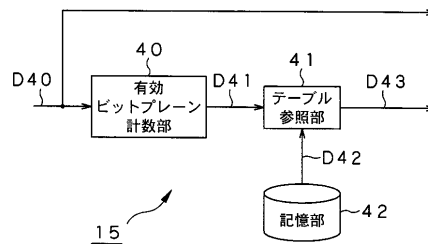
【図 13】



【図 14】



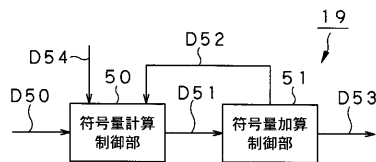
【図 15】



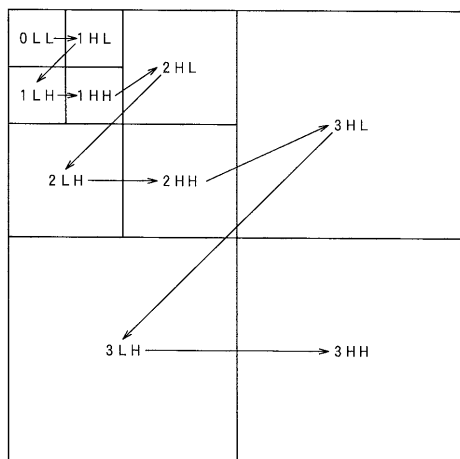
【図 16】

有効ビットプレーン数	符号化対象符号化パス数
0-500	8
501-1000	10
1001-	12

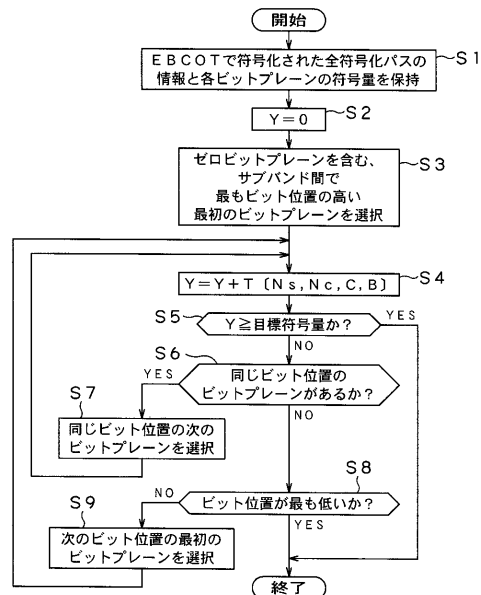
【図 17】



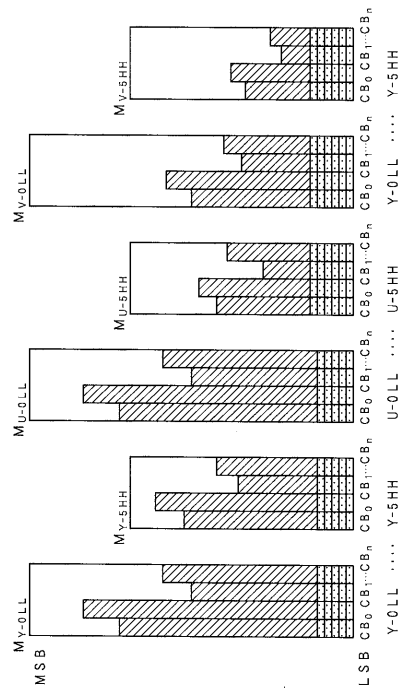
【図 18】



【図 19】



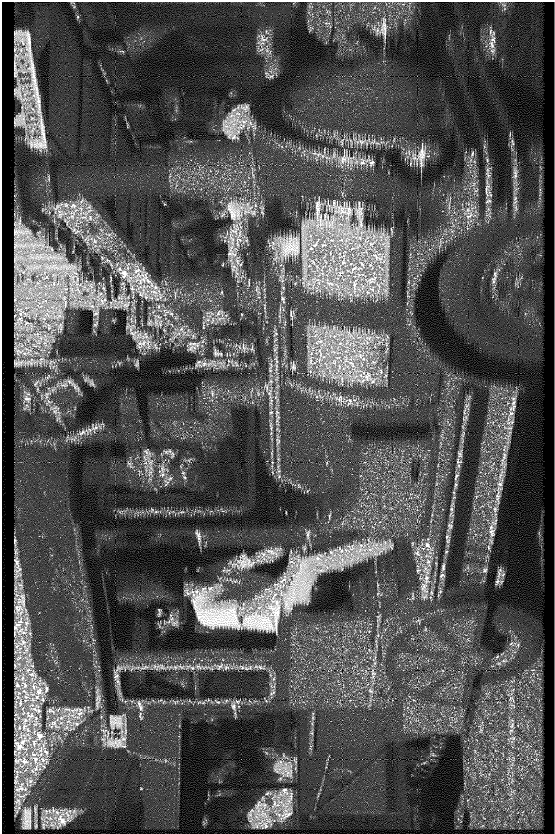
【図 20】



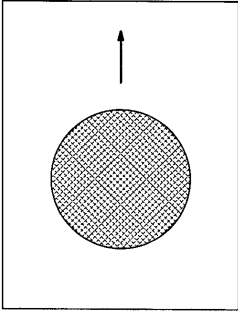
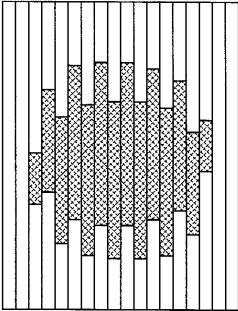
【図 21】

Level	Y			Cb			Cr		
	LL	HL	HH	LL	HL	HH	LL	HL	HH
0	1.000			1.000			1.000		
1	1.000	1.000	1.000	0.813	0.813	0.738	0.856	0.856	0.797
2	1.000	1.000	1.000	0.680	0.680	0.567	0.750	0.750	0.656
3	0.999	0.999	0.999	0.489	0.489	0.349	0.587	0.587	0.458
4	0.838	0.838	0.702	0.267	0.267	0.142	0.375	0.375	0.236
5	0.276	0.276	0.091	0.090	0.090	0.090	0.167	0.167	0.070

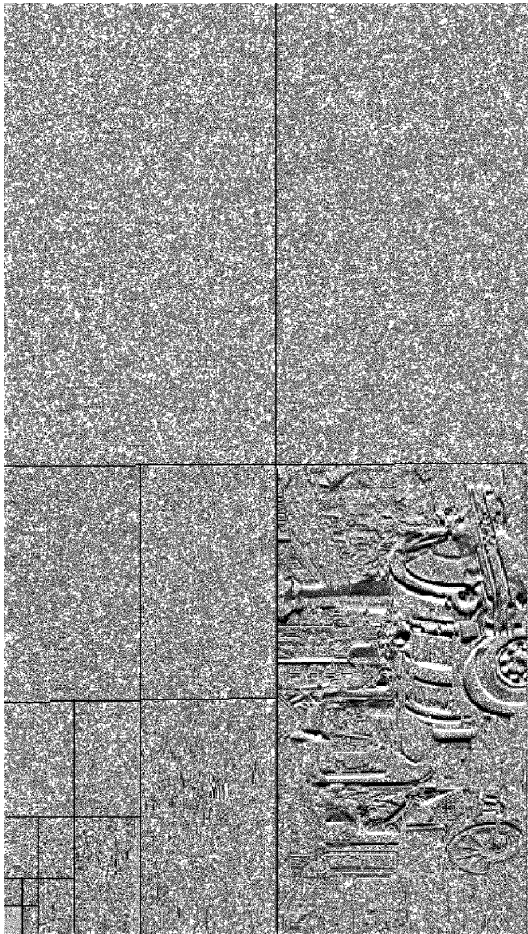
【図 22】



【図 23】



【図 24】



【図 25】

Level	HL		LH		HH	
1	0-500	4	0-500	4	0-500	3
	501-1000	5	501-1000	5	501-1000	4
	1001-	6	1001-	6	1001-	5
2	0-500	4	0-500	3	0-500	3
	501-1000	5	501-1000	4	501-1000	4
	1001-	6	1001-	5	1001-	5
3	0-500	3	0-500	3	0-500	3
	501-1000	4	501-1000	4	501-1000	4
	1001-	5	1001-	5	1001-	5
4	0-500	1	0-500	1	0-500	1
	501-1000	2	501-1000	2	501-1000	2
	1001-	3	1001-	3	1001-	3
5	0-500	1	0	0	0-500	1
	501-1000	2			501-1000	2
	1001-	3			1001-	3

フロントページの続き

(72)発明者 荒木 淳哉
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 坂東 大五郎

(56)参考文献 特開2001-358593(JP,A)
特開2002-165098(JP,A)
特開2002-204357(JP,A)
特開平08-186816(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 7/24 - 7/68
H04N 1/41 - 1/419