

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4254017号
(P4254017)

(45) 発行日 平成21年4月15日 (2009. 4. 15)

(24) 登録日 平成21年2月6日 (2009. 2. 6)

(51) Int. Cl.	F I
H04N 7/30 (2006.01)	H04N 7/133 Z
H03M 7/30 (2006.01)	H03M 7/30 A
H03M 7/40 (2006.01)	H03M 7/40

請求項の数 7 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2000-157117 (P2000-157117)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成12年5月26日 (2000. 5. 26)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2001-326936 (P2001-326936A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成13年11月22日 (2001. 11. 22)	(74) 代理人	100067736
審査請求日	平成18年6月2日 (2006. 6. 2)		弁理士 小池 晃
(31) 優先権主張番号	特願2000-72515 (P2000-72515)	(74) 代理人	100086335
(32) 優先日	平成12年3月10日 (2000. 3. 10)		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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像がライン毎に書き込まれるメモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換の垂直フィルタリングに要する所定ライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施すウェーブレット変換手段と、

上記ウェーブレット変換手段により上記所定のライン数毎にウェーブレット変換されて得られたウェーブレット変換係数の高域側から量子化する量子化手段と、

上記量子化手段から得られた量子化係数のサンプル数がエントロピー符号化に要する大きさに達したときにエントロピー符号化するエントロピー符号化手段とを有し、

上記量子化手段は、上記ウェーブレット変換の際に生成されたサブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数と、画像を構成するブロック領域画像毎に求めた重み係数との少なくとも一方を用いて、量子化を行う

画像符号化装置。

【請求項 2】

上記量子化手段は、上記サブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数として、サブバンド分割ステージ数が大きくなる程、重み係数が大きくなって係数の優先度が増大され、逆に分割ステージ数が小さくなる程、重み係数が小さくなって係数の優先度が低減し、同一分割ステージのサブバンド同士では、低域よりも高域の方が重み係数が小さくなって、係数の優先度が低減される請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

10

20

上記量子化手段から得られた量子化係数をブロック単位に集め、該ブロック内に量子化係数が満たされた時点で、上記エントロピー符号化手段によるエントロピー符号化を行う請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 4】

上記エントロピー符号化手段は、上記ブロック内の量子化係数をバイナリデータから成るビットプレーンに分解して、各ビットプレーンのシンボルの出現確率分布に応じて算術符号化を行い、上記確率分布の推定は予め決められたブロック内のデータに対してのみ行う請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 5】

上記ウェーブレット変換手段により上記所定のライン数毎にウェーブレット変換されて得られたウェーブレット変換係数の低域側の変換係数をメモリに書き込んで蓄積し、蓄積された低域側の変換係数がウェーブレット変換の垂直フィルタリングに要する所定ライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施す請求項 1 記載の画像符号化装置。

10

【請求項 6】

上記入力画像は、複数フレーム又は複数フィールドの連続した画像であり、入力された連続した画像をフレーム単位又はフィールド単位で順次符号化する請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 7】

入力画像がライン毎に書き込まれるメモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換の垂直フィルタリングに要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施すウェーブレット変換工程と、

20

上記ウェーブレット変換工程により上記所定のライン数毎にウェーブレット変換されて得られたウェーブレット変換係数の高域側から量子化する量子化工程と、

上記量子化工程により得られた量子化係数のサンプル数がエントロピー符号化に要する大きさに達したときにエントロピー符号化するエントロピー符号化工程とを有し、

上記量子化工程では、上記ウェーブレット変換の際に生成されたサブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数と、画像を構成するブロック領域画像毎に求めた重み係数との少なくとも一方を用いて、量子化を行う

画像符号化方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ウェーブレット変換を用いて静止画または動画像を高効率に符号化する画像符号化装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の代表的な画像圧縮方式としては、ISO（国際標準化機構：International Organization for Standardization）によって標準化されたJPEG（Joint Photographic Coding Experts Group）方式がある。このJPEG方式とは、DCT（離散コサイン変換：Discrete Cosine Transform）を用いて主に静止画を圧縮符号化する方式であり、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・復号画像を供することが知られている。ただしこの方式においては、ある程度符号化ビット数を少なくすると、DCT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。

40

【0003】

これとは別に、最近においては、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・フィルタを組み合わせたフィルタによって複数の帯域に分割し、それらの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、ウェーブレット符号化は、DCTで問題とされた高圧縮でブロック歪みが顕著になる、という欠点が無いことから、DCTに代わる新たな技術として有力視されている。

50

【 0 0 0 4 】

また、動画像符号化では、M P E G (Moving Picture image coding Experts Group) 方式のMPEG-1、MPEG-2、MPEG-4が知られており、特にMPEG-2は、いわゆるD V D (Digital Versatile Disc) の圧縮等に広く使われている。これらのJ P E G、M P E Gの符号化技術においては、D C Tの処理単位である 8×8 のブロック数個から構成されるマクロブロック (通常 16×16) 毎に符号化制御が行なわれている。

【 0 0 0 5 】

現在、電子スチルカメラやビデオムービー等の製品では、圧縮符号化にJ P E G方式やM P E G方式、あるいはいわゆるD V (Digital Video) 方式を採用するものが多く、これらの圧縮符号化方式はいずれも変換方式にD C Tを用いている。今後ウェーブレット変換をベースにした上記製品が市場に出現するものと推測されるが、符号化方式の効率向上のための検討は、各研究機関で盛んに行われている。実際、J P E Gの後継とも言える次世代の静止画国際標準方式として期待されているJPEG2000 (J P E Gと同じ組織であるISO/IEC/JTC1SC29/WG1によって作業中) は、2001年3月にPart-1の標準化勧告が出される予定のフォーマットである。このJPEG2000では、画像圧縮の基本である変換方式として、既存のJ P E GのD C Tに代わり、ウェーブレット変換を採用することが決まっている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ウェーブレット変換を用いて、静止画のみならず動画像でも高品質な符号化画像を得ようとする場合には、次に述べるような問題点を解決することが重要である。すなわち、

1 ウェーブレット変換は、通常全画面に対して変換処理を施すので、M P E GやJ P E GのD C Tにおけるマクロブロック単位の制御のような、画面内の特定領域毎の細かい制御が不可能である。

2 上記 1 の解決手段として、画面内をタイル (ブロックともいう。特定サイズの矩形で普通は正方形) に分け、各タイル毎に別個に符号化制御を行う (タイルを1つの画像とみなす) 技術があるが、(i) タイルのサイズを小さくすると符号化効率が悪くなる、(ii) 圧縮率を高くすると、隣接タイル間の不連続が顕著になり、主観画質が大きく低下する、という問題点がある。

3 ウェーブレット変換符号化でもD C T符号化と同様に、画質の制御は量子化制御によって行う。一般に量子化ステップを上げれば発生ビット量は抑制される代わりに画質は劣化する。逆に量子化ステップを下げれば発生ビット量は増加する代わりに画質は向上する。この量子化制御を、上記 2 のタイル単位の符号化手段を用いる・用いないに関わらず、特定の画像領域単位に実現することが必要とされる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような実情に鑑み、これまで困難とされてきた部分領域毎の画質制御をウェーブレット変換符号化器で実現でき、画質制御が正確に行え主観的画質の向上も図れ、1つの符号化装置で静止画・動画に対応できるような画像符号化装置及び方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するために、本発明は、入力画像をウェーブレット変換に必要なライン数分だけ読み出してバッファリングし、ウェーブレット変換係数を量子化する際に、ウェーブレット変換係数に対してサブバンド毎に重み係数を掛け、画面内の特定ブロック領域の分析情報 (動き情報、テキスチャの詳細度情報) を用いて重み係数を決定することを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、ウェーブレット変換係数を量子化して得られた量子化係数をMSBからLSBまでのビットプレーンに分解し、同一サブバンド内に存在する複数個のエントロピー符号化単位ブロックのビットプレーンを、MSBからLSBに向かって符号化する際の順番を、当該

10

20

30

40

50

エントロピー符号化対象ブロック毎に可変にすることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

本発明は、入力画像がライン毎に書き込まれるメモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換の垂直フィルタリングに要する所定ライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施すウェーブレット変換手段と、上記ウェーブレット変換手段により上記所定のライン数毎にウェーブレット変換されて得られたウェーブレット変換係数の高域側から量子化する量子化手段と、上記量子化手段から得られた量子化係数のサンプル数がエントロピー符号化に要する大きさに達したときにエントロピー符号化するエントロピー符号化手段とを有し、上記量子化手段は、上記ウェーブレット変換の際に生成されたサブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数と、画像を構成するブロック領域画像毎に求めた重み係数との少なくとも一方を用いて、量子化を行う。

10

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態となる画像符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 1 5 】

この図 1 に示す画像符号化装置は、入力された画像データ（入力画像）100を1ライン毎に書き込んで記憶するメモリ部6と、メモリ部6に蓄積された画像がウェーブレット変換に要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施すウェーブレット変換部2と、ウェーブレット変換部2から得られたウェーブレット変換係数を量子化する係数量子化部3と、係数量子化部3から得られた量子化係数のサンプル数がエントロピー符号化に要する大きさに達したときにエントロピー符号化するエントロピー符号化部4とを有して構成され、係数量子化部3は、上記ウェーブレット変換の際に生成されたサブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数と、画像を構成するブロック領域画像毎に求めた重み係数のいずれか、または両方を用いて量子化を行う。また、上記入力画像100は、画像を構成するブロック領域画像毎にブロック画像内の動き情報またはテキストの詳細度を分析するブロック画像分析部1にも入力されているが、このブロック画像分析部1については後述する。

20

【 0 0 1 6 】

この図 1 に示す画像符号化装置において、入力画像100を最上位ラインから順番に1ライン毎に取り込んで、データ読み出しメモリ部6に入力する。メモリ部6に所定の（ウェーブレット変換に要するライン数分の）画像データが蓄積された時点で、ウェーブレット変換部2で水平・垂直方向へのウェーブレット変換フィルタ処理が施される。通常は、ウェーブレット変換のフィルタリングを行うのに用いるフィルタは複数タップのフィルタであり、このフィルタリングに必要なだけライン数が蓄積されれば、直ちに上記ウェーブレット変換フィルタ処理が実行できる。

30

【 0 0 1 7 】

図 2 ~ 図 5 は、上記ウェーブレット変換及びウェーブレット分割処理、さらにエントロピー符号化の具体的な動作を説明するための図である。まず図 2 において、ステップ S 1 に示すように、入力画像のデータライン 21 毎に上記図 1 のメモリ部 6（図 2 のラインバッファ 22）に読み込んで蓄積してゆき、ステップ S 2 に示すように、ウェーブレット変換の垂直フィルタリングに必要なだけのライン数が蓄えられたならば、図 1 のウェーブレット変換部 2 で垂直フィルタリングを行い、続いて図 3 のステップ S 3 に示すように水平フィルタリングを行う。ウェーブレット変換されて得られたウェーブレット変換係数はバッファ部 11 に蓄えられる。この時点で 4 つのサブバンド（LL, LH, HL, HH）のウェーブレット変換係数値が決定しており、ステップ S 4 に示すように、高域側の 3 つのサブバンド（LH, HL, HH）の斜線部に示す量子化対象のサブバンド係数 23 に対して、図 1 の係数量子化部 3 による量子化を実行する。この時、制御部 5 から量子化実行の制御信号 122 が係数量子化部 3 に送信される。なお、各サブバンド（LL, LH, HL, HH）については、後で図 6 を

40

50

参照しながら説明する。

【 0 0 1 8 】

一方、最低域サブバンド（LL）のウェーブレット変換係数 2 4 は、再びバッファに蓄積され、これはステップ S 5 に示すように垂直フィルタリングに必要なだけのライン数が蓄えられるまで継続する。従って、ウェーブレット変換部 2 からのウェーブレット変換係数 1 2 0 は上記の 1 ラインずつバッファ部 1 1 に送られて蓄積される。また、上記ステップ S 4 の操作により、係数量子化部 3 で量子化が実行されて得られた量子化係数 1 0 3（図 3 の量子化済みのサブバンド係数ライン 2 5 のデータ）は、エントロピー符号化部 4 に送られる。

【 0 0 1 9 】

次に、上記最低域サブバンド（LL）について、バッファ部 1 1 内に垂直フィルタリングに必要なだけのライン数が蓄えられたならば、制御部 5 からウェーブレット変換実行の制御信号 1 0 5 がウェーブレット変換部 2 に送信され、ステップ S 6 に示すように、次のウェーブレット分割ステージ生成のために、垂直フィルタリングに続いて、水平フィルタリングを実行する。この結果、図 4 のステップ S 7 に示すように、最低域サブバンドの第 2 ステージの 4 つのサブバンドのウェーブレット変換係数値がここで確定するので、直ちに後段の量子化を行い、量子化係数を出力する。

【 0 0 2 0 】

なお、上記図 2 のステップ S 2 の操作のウェーブレット変換の垂直フィルタリングに必要なだけのライン数を蓄える場合（分割ステージ数が 1 の場合に相当）や、上記図 3 のステップ S 5 の操作の垂直フィルタリングに必要なだけのライン数を蓄える場合（分割ステージ数が 2 の場合に相当）には、ウェーブレット変換係数を、図 1 のバッファ部 1 1 に記憶・保持しておく。この時、各分割ステージでの 1 ライン毎のウェーブレット変換係数 1 2 0 がバッファ部 1 1 に順番に送られ、ここで記憶される。

【 0 0 2 1 】

一方、上記図 3 のステップ S 3 の操作やステップ S 6 の操作での、垂直フィルタリングの際には、上記バッファ部 1 1 に蓄積された必要なライン数分のウェーブレット変換係数 1 2 1 を、バッファ部 1 1 から読み出して、これらに垂直フィルタリングを掛ける。以上の動作をすべての分割ステージが終了するまで継続するわけであるが、途中でエントロピー符号化が可能となった量子化済みの係数に対して次に説明するようなエントロピー符号化を行うことも可能である。

【 0 0 2 2 】

すなわち、図 1 の最後段に位置するエントロピー符号化部 4 でのエントロピー符号化は、一般に情報源符号化とも呼ばれ、データ列の出現分布の偏り等の特徴を利用して情報量を圧縮する技術であり、ハフマン符号化や算術符号化が広く使われている。データ列を入力して学習しながら符号化を行う手段は、予め決められたテーブルを用いるハフマン符号化よりも、入力データに適応化できる点で有利になる可能性がある。その場合、どの範囲内で入力データを取得するかが問題である。一般に対象となる入力データが多いほど有利であるが、画面内の特定領域に限定したい場合には、普通ある程度の大きさのブロック形状の範囲内で入力データを取得することになる。

【 0 0 2 3 】

本実施の形態では、いずれの場合にも対応可能であるが、全画面分の量子化係数を保持してからエントロピー符号化する場合には、それら係数を全部記憶・保持する大きなメモリ（バッファ）が必要になる。従って、メモリ容量が少なくて済むブロックベースのエントロピー符号化について、以下に説明する。

【 0 0 2 4 】

図 3 のステップ S 4 や図 4 のステップ S 7 によってウェーブレット変換係数の量子化が進み、図 4 のステップ S 8 に示すように、第 1 分割ステージのサブバンド（HL, LH, HH）の量子化係数のライン数が、上述したブロックベースのエントロピー符号化の処理単位のブロックの高さ（H）に到達した時点で、制御部 5 からエントロピー符号化実行の制御信号 1

10

20

30

40

50

07がエントロピー符号化部4に送信されて、エントロピー符号化単位28毎にエントロピー符号化を実行する。

【0025】

更に、同様にして、図5のステップS9に示すように、第2分割ステージのサブバンド(LL)の量子化係数のライン数が、ブロックベースのエントロピー符号化の処理単位のブロックの高さ(H)に到達した時点で、このエントロピー符号化単位28毎にエントロピー符号化を実行する。

【0026】

なお、図5のブロック29は、エントロピー符号化を実行済みの量子化係数のブロックを示す。

【0027】

以上の操作を必要なウェーブレット分割ステージまで繰り返し実行することで、全画面のウェーブレット変換と量子化+エントロピー符号化とを完了する。

【0028】

以上説明したような構成及び動作に加え、本発明の第1の実施の形態においては、上記ウェーブレット変換の際に生成されたサブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数と、画像を構成するブロック領域画像毎に求めた重み係数のいずれか、または両方を用いて、量子化を行うようにしている。この場合の上記図1の係数量子化部3の具体的な構成とその動作について、以下説明する。

【0029】

通常のウェーブレット変換符号化器では、ウェーブレット変換係数を直接量子化する手段を取るが、ここでは量子化係数に重み係数を掛けることで、量子化係数の値を修正することを行う。

【0030】

例えば図6は、2次元のウェーブレット変換を示した図であり、レベル3まで2次元画像を帯域分割した結果得られる帯域成分を図示したものである。すなわち図6では、先ずレベル1の帯域分割(水平・垂直方向)により4つの成分LL、LH、HL、HHに分かれる。ここでLLは水平・垂直成分が共にLであること、LHは水平成分がHで垂直成分がLであることを意味している。次に、LL成分は再度帯域分割されて、LLLL、LLHL、LLLH、LLHHが生成される。さらに、LLLL成分は再度帯域分割されて、LLLLLL、LLLLHL、LLLLLH、LLLLHHが生成される。なお、このように、低域成分を階層的に分割する以外に、全帯域を均等に分割することも行われる。図6の例では、3レベルまでウェーブレット分割を行うことにより、合計10個のサブバンド(帯域)に分割されていることがわかる。これら10個のサブバンド毎に、例えば重み係数をTを乗算する。各サブバンド毎の重み係数Tとしては、低域側のLLLLLL成分から順に、 T_{LLLLLL} 、 T_{LLLLHL} 、 T_{LLLLLH} 、 T_{LLLLHH} 、 T_{LLHL} 、 T_{LLLH} 、 T_{LLHH} 、 T_{LH} 、 T_{HL} 、 T_{HH} としている。

【0031】

すなわち、例えば、レベル1の高域バンドであるHH成分のすべての変換係数には、係数 T_{HH} の値を乗算する。同様にしてレベル1の他の帯域の成分の変換係数には、それぞれ係数 T_{LH} 、 T_{HL} を乗算する。一方LL成分はレベル2の分割で、さらに4つの帯域に分割されており、同様にして、各帯域毎に予め決められた重み係数値を、変換係数に乗算する。以上の動作を所定のウェーブレット分割レベルまで繰り返し行うことで、変換係数を修正する。この場合特に、サブバンド毎に重み係数を異なる値にすることが挙げられる。

【0032】

具体的には、低域成分の雑音、歪みは人間の目に付きやすいことから、低域のサブバンド用の重み係数(例えば T_{LLLLLL} や T_{LLHL} 等)程、重みをかけて変換係数値が大きくなるように設定することが好ましい。

【0033】

次に、画像空間の特定ブロック領域毎に量子化係数に重み係数を掛けて、細かい制御を行う技術について説明する。図7、図8は、上記図1の係数量子化部3の具体的な構成例を

10

20

30

40

50

示すものである。

【 0 0 3 4 】

先ず、図 7 の係数量子化部は、図 1 のウェーブレット変換部 2 からのウェーブレット変換係数 1 0 2 が供給されるスカラ量子化部 1 3 と、スカラ量子化された量子化係数 1 2 4 が送られるブロック領域重み係数変更部 1 4 と、このブロック領域重み係数変更部 1 4 に上述したサブバンド別の重み係数 1 2 5 を送るサブバンド別重み係数テーブル 1 5 とを有して構成され、ブロック領域重み係数変更部 1 4 から最終的な量子化係数 1 0 3 が出力されて、図 1 のエントロピー符号化部 4 に送られる。また、高画質にしたいブロック領域を示す分析情報 1 0 6 が、上記図 1 のブロック画像分析部 1 によりブロック領域重み係数変更部 1 4 に送られるが、このブロック画像分析の詳細については後述する。

10

【 0 0 3 5 】

すなわち、図 7 において、既に説明した図 1 のウェーブレット変換部 2 で生成されたウェーブレット変換係数 1 0 2 は、代表的な量子化手段であるスカラ量子化部 1 3 によって量子化され、得られた量子化係数 1 2 4 は、ブロック領域重み係数変更部 1 4 に送られる。他方、サブバンド別重み係数テーブル 1 5 からは上記図 6 と共に説明したようなサブバンド毎の重み係数 1 2 5 が出力される。この重み係数は、例えば、ウェーブレット分割ステージが大きくなる程、大きい値に設定されており、また逆に、分割ステージが小さくなる程、小さい値に設定されている。一方、ブロック領域の分析情報 1 0 6 を入力したブロック領域重み係数変更部 1 4 では、対象とするブロック領域に対する当該重み係数値を計算して、変更された量子化係数 1 0 3 をブロック領域重み係数変更部 1 4 より出力する。具

20

【 0 0 3 6 】

すなわち、図 9 に示すように、画面を縦横 3 分割づつ 9 個のブロックに分割した場合の中央のブロックに相当する領域（図中の網線部）が上記高画質にしたいブロック領域だとすると、この部分を高画質にするためには、図 6 で示した同一サブバンド内であれば同じ重み係数 T という規則を超え、この T を元に、図 9 の該当領域（網線部）に対する重み係数値を変更することとする。例えば、サブバンド H L 成分の重み係数値は図 6 より T_{HL} であるが、このサブバンド H L 成分の中の該当領域 P_1 に対して、サブバンド H L に対する重み係数値 T_{HL} に他よりも大きい値を乗算することで、図 9 の L H 成分のサブバンド中の該当領域 P_1 の重み係数値は、それ以外の領域に比べ大きく設定されるので、このブロック領域の画質を向上させることができる。他のサブバンドの該当領域 P_1 、 P_2 、 P_3 に対しても、全く同様の操作を行えばよい。

30

【 0 0 3 7 】

なお、上記のブロック領域の重み値に、サブバンド成分の重み係数値を乗算することで、当該ブロック領域の重み係数を決定し、この重み係数をスカラ量子化部 1 3 から送出されたスカラ量子化係数に乗算して、最終的な量子化係数 1 0 3 を決定して出力することでもでき、このための構成の具体例を図 8 に示している。この図 8 では、ブロック領域の分析情報 1 0 6 がブロック領域重み算出部 1 6 に送られることで、ブロック領域重み 1 2 3 が算出されてブロック領域重み係数演算部 1 7 に送られる。このブロック領域重み係数演算部 1 7 では、ブロック領域重み 1 2 3 と、サブバンド別重み係数テーブル 1 5 からのサブバンド成分の重み係数値 1 2 5 とを乗算し、当該ブロック領域の重み係数を決定し、この重み係数をスカラ量子化部 1 3 から送出されたスカラ量子化係数 1 2 4 に乗算して、最終的な量子化係数 1 0 3 を出力する。

40

【 0 0 3 8 】

ここで、スカラ量子化部 1 3 では、例えば下記の式 1 に示すようなスカラ量子化が行われる。すなわち、スカラ量子化出力 Q は、

$$Q = x / \dots \quad (\text{式 1})$$

となる。この式 1 において、x はウェーブレット変換係数値、 \dots は量子化インデックス値

50

である。

【 0 0 3 9 】

次に、上記図 1 のブロック画像分析部 1 及びブロック領域の分析情報 1 0 6 について説明する。図 1 のブロック画像分析部 1 では、ブロック領域画像毎の動き情報またはテキスチャの詳細度を分析する分析手段によって、例えばブロック領域画像内に、被写体の大きな動きがあるとかテキスチャの詳細度が高い等の情報を抽出する。具体的には、画像処理の分野で研究された成果を用いればよく、例えば動き検出では、1 つ前のフレームとの差分を求め、予め設定した閾値よりも大きければ動き有りと判定し、後者ではブロック領域画像内のすべての画素値の分散値を採取し、これが閾値よりも大きい場合には、テキスチャの詳細度が高いと判断することができる。

10

【 0 0 4 0 】

なお、上記第 1 の実施の形態では、ウェーブレット変換を垂直フィルタ、水平フィルタの順番で行っているが、その逆にしてもよいことは勿論である。ただし、当然であるが、データのバッファリングの方向は、水平と垂直とが逆になる。

【 0 0 4 1 】

第 2 の実施の形態

以下、本発明の第 2 の実施の形態を説明する。この第 2 の実施の形態では、図 1 のエントロピー符号化部 4 として、ブロック内の量子化係数をバイナリデータから成るビットプレーンに分解して、各サブ・ビットプレーンのシンボルの出現確率分布に応じて算術符号化を行い、かつ確率分布の推定は予め決められたブロック内のデータに対してのみ行うものを用いている。

20

【 0 0 4 2 】

ここで、ビットプレーンについて図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 の (a) は、縦 4、横 4 の 1 6 個の量子化係数を示しており、+ 1 3、- 6 等は量子化後の係数値を意味している。これらの量子化係数は、その絶対値と正負の符号 (+ -) とに分けられ、絶対値は M S B から L S B のビットプレーンに展開される。図 1 0 の (b) には絶対値の各ビットプレーンを示し、図 1 0 の (c) には符号のビットプレーンを示している。図 1 0 の (b) の絶対値の各ビットプレーン上の係数は、0 か 1 のいずれかになり、図 1 0 の (c) の符号のビットプレーン上の係数は +、0、- のいずれかになる。図 1 0 の (b)、(c) の場合は、4 つの絶対値ビットプレーンと 1 つの符号ビットプレーンから構成されている。従って、この後段処理として、ビットプレーン毎の 2 値の符号化、例えば算術符号化を行えばよい。以上が図 1 のエントロピー符号化部 4 での動作となる。

30

【 0 0 4 3 】

なお、算術符号化とは、所定の範囲内で確率分布の推定を行いながら、符号化シンボルに数値を当てはめていく手法である。この確率分布の推定は、例えば図 4 で説明したように、予め決められたブロックの範囲内で行われる。これにより、エントロピー符号化の独立性が保たれる。

【 0 0 4 4 】

第 3 の実施の形態

本発明の第 3 の実施の形態となる画像符号化装置について、図 1 1 を参照しながら説明する。この図 1 1 に示す画像符号化装置は、入力画像の全画面を蓄積する全画像メモリ部 1 8 と、全画面に対し水平・垂直方向のウェーブレット変換フィルタを掛ける全画像ウェーブレット変換部 7 と、画像を構成するある特定のブロック領域に対応したウェーブレット変換係数を抽出するブロック係数抽出部 8 と、抽出されたウェーブレット変換係数を量子化するブロック係数量子化部 9 と、生成された量子化係数のサンプル数が所定の大きさに達した時にエントロピー符号化を行うエントロピー符号化部 4 とを有して構成されている。

40

【 0 0 4 5 】

既に説明した第 1 の実施の形態が、ウェーブレット変換をライン毎に行う構成であったのに対し、図 1 1 に示す第 3 の実施の形態は、全画面分のウェーブレット変換を 1 度に行い

50

、ブロック毎に量子化・エントロピー符号化等の後段の処理を行う所に差異がある。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 において、入力画像 1 0 0 のすべてを全画像データ読み出しメモリ部 1 8 に入力し記憶する。続いて、全画像ウェーブレット変換部 7 は、制御部 5 からの制御信号 1 0 5 に従い、全画像データ 1 0 8 に対してウェーブレット変換の水平・垂直フィルタリングを行う。所定のウェーブレット分割数まで変換を行い、すべてのサブバンドの変換係数 1 2 6 を生成する。次に、変換係数バッファ部 1 9 は、1 次的に変換係数 1 2 6 を記憶・保持するバッファの役割を果たす。

【 0 0 4 7 】

ブロック係数抽出部 8 では、制御部 5 からの制御信号 1 1 2 に従い、変換係数バッファ部 1 9 に蓄えられた全変換係数の中から、符号化対象のブロック領域に相当するすべてのサブバンドの変換係数 1 0 9 を抽出して読み出す。なお、部分領域のサブバンドについては、既に図 9 と共に説明した通り（図中の網線部）である。ブロック係数抽出部 8 からの変換係数 1 1 0 は、次にブロック係数量子化部 9 において量子化が行なわれる。

【 0 0 4 8 】

一方、上記第 1 の実施の形態において説明したように、ブロック画像分析部 1 からは、画面を構成する矩形のブロック領域画像毎の動き情報・テキスチャ情報を含む分析情報 1 0 6 が送出される。これを受けて、ブロック係数量子化部 9 では、現在の符号化対象ブロックの分析情報 1 0 6 を参照して、ブロック毎に量子化を行う。この具体的な動作については、既に第 1 の実施の形態において、図 7、図 8 と共に説明した通りであり、所定のブロック画像を高画質にする場合には重み係数を大きく設定し、この値に図 6 と共に説明した各サブバンド毎の重み係数テーブル値を演算して、更にスカラ量子化係数にこの演算値を乗算すればよい。

【 0 0 4 9 】

以上により、符号化ブロック毎に、きめ細かな量子化制御ができるので、結果として画質制御が適応的に実現される利点がある。

【 0 0 5 0 】

上記操作によって最終的に得られたブロックの量子化係数 1 1 1 は、上記第 1 の実施の形態で説明したように、エントロピー符号化部 4 において、制御信号 5 に従い、エントロピー符号化が行なわれ、符号化ビットストリーム 1 1 3 とされて送出される。また上記第 2 の実施の形態で述べたビットプレーンを用いたエントロピー符号化を適用することも可能である。

【 0 0 5 1 】

この第 3 の実施の形態では、画面を 1 度にバッファリング、更にウェーブレット変換し、後段ではブロック毎に量子化、エントロピー符号化を行なう構成になっており、実施形態 1 の構成に比べ、画像の読み出しが 1 回で済む利点がある一方、必要とするバッファ容量が大きくなる点に留意すべきである。

【 0 0 5 2 】

第 4 の実施の形態

本発明の第 4 の実施の形態は、ウェーブレット変換符号化器の前段部に、入力画像を複数の矩形形状のタイルに分割するタイル分割手段を備え、各タイル画像内の画像データをメモリに読み出して、後段の符号化手段を備えたものである。この第 4 の実施の形態の画像符号化装置の構成例を図 1 2 に示す。この図 1 2 に示す画像符号化装置は、上記図 1 の画像符号化装置の前段部にタイル分割部 1 0 を設けている点が異なっており、他は上記図 1 と同様であるため説明を省略する。

【 0 0 5 3 】

ここで図 1 3 は、原画像を複数のタイルに分割して、各々のタイルにウェーブレット変換を施す動作を説明するための図である。図中、実線は実際のタイルの境界を示し、破線は、後述のウェーブレット変換のフィルタリングの際に、隣接タイルまでにフィルタリングが及ぶ境界を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

すなわち、図 1 3 の (A) に示す原画像を、図 1 3 の (B) に示すように複数のタイルに分割し、それぞれのタイル毎に、図 1 3 の (C) の破線に示す境界までの範囲でウェーブレット変換のフィルタリングを施し、符号化ビットストリームを生成している。

【 0 0 5 5 】

図 1 2 において、タイル分割部 1 0 からの各タイル画像 1 1 4 を、ブロック画像分析部 1 に入力しており、このブロック画像分析部 1 では、既に述べた技術により分析情報 1 1 5 を得て出力する。ここで注意すべき事としては、タイル画像 1 1 4 と上述したブロック画像とは必ずしも同一のものである必要は無いことである。すなわち、タイルの中に複数のブロックが存在していてもよい。一般には、タイルのサイズの方が、ブロックのサイズよりも大きく設定される。ただし、符号化等の処理を簡略化するために、これらのサイズは一般に 2 のべき乗の比率に設定されることが多い。

10

【 0 0 5 6 】

また、図 1 2 のタイル分割部 1 0 からのタイル画像 1 1 4 は、メモリ部 6 に記憶・保持される。上記第 1 の実施の形態で説明したように、1 ライン毎に画像データを読み出してバッファリングし、更にウェーブレット変換する場合には、メモリ部 6 では、タイル画像 1 1 4 内を 1 ラインずつ読み出してこれを蓄積する。一方、上記第 3 の実施の形態で述べたような全画面を 1 度にバッファリングする場合には、メモリ部 6 には当該タイル画像 1 1 4 内のすべての画像データが蓄積される。本第 4 の実施の形態は、上記いずれの場合にも対応することができ、この場合、後段のウェーブレット変換部 1 1 以降での動作は、それぞれの実施の形態で説明した通りである。

20

【 0 0 5 7 】

メモリ部 6 から送出された画像データ 1 1 6 は、タイルベースウェーブレット変換部 1 1 で、制御部 5 からの制御信号 1 0 5 に従い、ウェーブレット変換が施され、変換係数 1 1 7 が出力される。変換係数 1 1 7 は、係数量子化部 3 において量子化されて、量子化係数 1 1 8 がエントロピー符号化部 4 に送出される。エントロピー符号化部 4 では、制御部 5 からの制御信号 1 0 5 に従い、エントロピー符号化を行い、エントロピー符号化部 4 からは符号化ビットストリーム 1 1 9 が送出される。このとき、ブロック画像分析部 1 からの分析情報 1 1 5 を用いて、係数量子化をブロック毎に適応的に行う動作は、既に述べた実施の形態と同様である。

30

【 0 0 5 8 】

第 5 の実施の形態

この第 5 の実施の形態は、上記第 4 の実施の形態におけるタイル画像のウェーブレット変換の際の、隣接タイルまでのフィルタリング動作を具体化したものである。

【 0 0 5 9 】

上述のようなタイル毎にウェーブレット変換を施す場合には、符号化対象以外のタイルについても考慮に入れる必要がある。すなわち、上記各タイル毎にウェーブレット変換を行う場合に、フィルタのタップ長分だけタイルの周囲画素にもフィルタリングが及ぶため、隣接タイルとの間でオーバーラップさせながらフィルタリングを行うことになる。このように、フィルタリングの影響が及ぶ範囲まで隣接タイルの画素を読み出してウェーブレット変換するような、オーバーラップ型のタイルベース・ウェーブレット変換について、図 1 4 を参照しながら説明する。

40

【 0 0 6 0 】

図 1 4 は、オーバーラップ型のタイルベース・ウェーブレット変換を行う際の、符号化対象のタイル (ブロック) R_T とフィルタリングの及ぶ範囲 R_F とを示している。この図 1 4 中の $a, b, c, d, e, f, h, i, j, k, l, m$ はすべて画素を表す。例えば画素 c を水平方向にフィルタリングする時に、 d, e, f の 3 画素を右隣のタイル画像から読み出して、これらに所定のフィルタ係数を畳み込み演算する。同様に例えば、画素 j を垂直方向にフィルタリングする時に、 k, l, m の 3 画素を下のタイル画像から読み出して、これらに所定のフィルタ係数を畳み込み演算する。

50

【 0 0 6 1 】

従って、この第5の実施の形態におけるタイル分割部では、フレーム画像を複数のタイルに分割すると共に、タイルの周囲に、ウェーブレット変換手段によるフィルタリングの影響が及ぶ範囲まで、隣接タイルの画素を読み出すことで、符号化対象領域を拡大する。この際、符号化対象タイルの外部のフィルタリングの及ぶ範囲の画素をどのように得るかが問題となる。

【 0 0 6 2 】

この第5の実施の形態では、隣接するタイルの画像間にオーバーラップする領域を設けず、タイル外部でフィルタリングの及ぶ範囲内ではタイル内部のウェーブレット変換係数を対称拡張して畳み込み演算するようにしている。これを示したものが図15及び図16で

10

【 0 0 6 3 】

すなわち、図15は、この対象拡張を具体的に図示したものであり、符号化又は復号対象のタイルの領域 R_T 内の水平方向の c, b, a の画素列が、タイル境界を境にして、対称的に a, b, c の並び順に、フィルタリングの及ぶ範囲 R_F まで拡張されていることがわかる。同様に、垂直方向では、タイル領域 R_T 内の f, e, d の画素列が、タイル境界を境にして、対称的に d, e, f の並びにフィルタリングの及ぶ範囲 R_F まで拡張される。このような鏡像関係の対称拡張を行えば、タイル画像内部の画素数と同数だけしかウェーブレット変換係数が生成されないことが知られている。すなわち、冗長度が無い利点がある。

20

【 0 0 6 4 】

次に図16は、対称畳み込みによるウェーブレット符号化の概念を説明するための図であり、この図16の(A)に示す原画像は、(B)に示すようにタイル画像に分割された後、各タイル画像毎に(C)の破線に示すフィルタ処理が及ぶ範囲まで、タイル外の領域に画素の対称拡張を行う。

【 0 0 6 5 】

続いて、図16の(C)の対称拡張された各タイルに対して、WT(ウェーブレット変換)を掛ける。その結果、既に説明したように、例えば4つの帯域成分に分割される(図16の(D)参照)。図16の(D)中の斜線部は、上述した低域のLL成分である。さらに、この斜線部の低域成分(LL)のタイルは、図16の(E)に示すように、同様に対称拡張を行い、ウェーブレット変換(WT)が施される。以後同様の操作が、所定のウェーブレット分割数まで繰り返される。以上が、この第5の実施の形態のタイル分割部及びウェーブレット変換部での、タイル毎の対称拡張を伴うウェーブレット変換の動作説明である。

30

【 0 0 6 6 】

第6の実施の形態

本発明の第6の実施の形態は、各タイル毎のウェーブレット変換の際に、タイルの外側でフィルタリングが及ぶ範囲内の画素を、タイル境界上の画素値と点対称の関係になるように対称拡張することで、タイル外部の符号化対象画素を拡張している。

【 0 0 6 7 】

図17はこれを図示したものであり、図17中の(a)と(b)との2つの例を示している。図中、 $X[0], X[1], X[2], X[3], X[4], X[5], X[6], X[7]$ の8個のサンプル点はタイル内の画素(1次元方向のみ)を示している。

40

【 0 0 6 8 】

一方、点線で示したサンプル点の画素は、 $X[0]$ 又は $X[7]$ の画素値を点対称の基準値として算出される。図17の(a)の場合では、タイル境界のサンプル点 $X[0]$ のサンプル位置での画素値を示す点 P_a を点対称の基準点としており、例えば、タイル外部のサンプル点 $x[1]$ は、タイル内で点対称の位置関係のサンプル点 $X[1]$ から基準点 P_a を通るように伸ばした延長線上の等距離の点を算出することで得られる。すなわち、基準点 P_a を中心として、サンプル点 $x[1]$ はサンプル点 $X[1]$ の点対称の位置にある。同様に、基準点

50

P_a を中心として、サンプル点 $x[2]$ はサンプル点 $X[2]$ の点対称の位置にあり、サンプル点 $x[3]$ はサンプル点 $X[3]$ の点対称の位置にある。タイルの他方の境界での $X[7]$ のサンプル点での画素値を点対称の基準点とする場合も同様である。

【0069】

次に、図17の(b)の場合について説明する。図17の(a)の場合との相違点は、点対称の中心となる基準点 P_b を、サンプル位置に対して半サンプル分の距離だけずらしていることである。すなわち、タイル境界のサンプル点 $X[0]$ のサンプル位置をタイル外部に半サンプル分の距離だけずらした位置における、サンプル点 $X[0]$ に等しい画素値を示す点 P_b を、点対称の基準点としている。従って、サンプル点 $X[0]$ からタイル外部に1サンプル分だけ離れた位置のサンプル点 $x[0]$ は、基準点 P_b を中心としてサンプル点 $X[0]$ の点対称の位置にあることから、サンプル点 $X[0]$ と同じ値となる。これにより、タイル境界の内部の点(例えば $X[0]$)と外部の点(例えば $x[0]$)の各値が同一となり、タイル境界での接続を滑らかにすることができる。

10

【0070】

以上、図17の(a)または(b)に示すいずれかの手法によって、点対称関係を用いて画素拡張を行うことにより、隣接タイルの画素値を用いずに、タイル内部の画素値をタイル外部でウェーブレット変換によるフィルタリングが行われる範囲まで拡大して、畳み込み演算を行うことができる。

【0071】

第7の実施の形態

本発明の第7の実施の形態について説明する。この第7の実施の形態では、タイルの外側でフィルタリングが及ぶ範囲内の画素の一部だけを抽出して、畳み込み演算するようにしている。

20

【0072】

すなわち、上記第5、第6の実施の形態では、いずれもフィルタリングの及ぶ範囲内の画素をすべて求めていたが、本第7の実施の形態では、この一部だけを抽出するようにしている。このように、フィルタリングが及ぶ範囲内の画素の一部だけを抽出することになれば、畳み込み演算の回数が削減される利点がある。他方、タイル境界部での画質劣化(不連続性)が発生する可能性があるが、比較的符号化ビットレートが高い場合には大きな差異は発生しない。

30

【0073】

第8の実施の形態

本発明の第8の実施の形態は、既に述べたブロック毎の量子化制御の別の形態を提案するもので、構成は上記図1と同様でよいが、係数量子化部3での動作が異なっている。ここではまず、ウェーブレット変換部2で生成されたウェーブレット変換係数を、既に述べたスカラ量子化で量子化して得られた量子化係数を、MSBからLSBまでのビットプレーンに分解する。なお、ビットプレーンの概念については、上記図10と共に説明した通りであり、説明を省略する。

【0074】

係数量子化部3での動作として、通常の場合には、上記第2の実施の形態で説明したように、上記ビットプレーンのMSBからLSBの方向に、各ビットプレーン単位でバイナリデータをエントロピー符号化することになる。しかし本第8の実施の形態では、同一サブバンド内に存在する複数個のサブバンド分割されたブロックのビットプレーンを所定のビット数分だけシフト操作した後、新たに生成されたビットプレーンをエントロピー符号化する手段を取る。

40

【0075】

以下、図18を参照しながら具体的に説明する。図18の(A)は、画像をウェーブレット分割してできたあるサブバンドを示しており、破線で区切られた縦横6個、計36個のブロックは、後段のエントロピー符号化を行うブロックの単位であると仮定する。一方、図18の(B)は、上図のサブバンド内のビットプレーンの断面図(実際は2次元である

50

が、これを１次元化したもの）である。この図１８の（Ｂ）では、エントロピー符号化単位の幅を W で示している。図１８の（Ａ）のサブバンド内の網線領域が、下図の斜線領域のビットプレーンに対応している。図１８の（Ｂ）の縦軸は、MSBからLSBのビットプレーンの深さを示している。

【００７６】

ところで、原画像の画面中の１つのブロック領域は、上記図６や図と共に説明したように、１つ分割ステージが増える毎に、縦横のサイズが１／２倍になる。すなわち、図９のブロック領域 P （網線部分）については、第１レベルのブロック領域 P_1 の縦横のサイズの１／２が第２のレベルのブロック領域 P_2 の縦横のサイズとなり、一般に、

$$(P_{n+1} \text{の縦横サイズ}) = (P_n \text{の縦横サイズ}) / 2$$

となる。よって、画像の特定領域をウェーブレット分割してできた、あるサブバンドのブロックと、上記エントロピー符号化のブロックとの大小関係を考える必要がある。

【００７７】

ここで、図１９の（Ａ）に示すように、画像の特定領域（図中の網線部分）のサブバンドブロックのサイズ W_S が、エントロピー符号化ブロックのサイズ W_E よりも小さい場合、すなわち、 $W_S < W_E$ の場合は、画像の特定領域のサブバンドブロックに相当するビットプレーンをMSB方向にシフトアップ（Shift-up）するか、またはLSB方向にシフトダウン（Shift-down）するかの操作を行う。更に、該エントロピー符号化ブロック内のすべてのサブバンド・ブロックのシフト操作が終了した後で、新たに生成されたビットプレーンに対しエントロピー符号化の操作を行う。なお、シフトアップ（Shift-up）操作は、当該ブロック領域の画質向上に寄与し、シフトダウン（Shift-down）操作は逆に画質低下をもたらす。これによって画質制御を実現できる。

【００７８】

また、上記対象ブロック領域以外に存在するエントロピー符号化ブロックに対して、ビットプレーンのシフトダウン（Shift-down）操作を行っても良く、上述した場合と同等の効果を奏することは明らかである。なお、デコーダ側ではこのシフト（Shift）の逆操作が必要であり、このビットシフト値は符号化ビットストリーム中に書き込む必要がある。

【００７９】

これに対して、図１９の（Ｂ）は、画像の特定領域のサブバンドブロックのサイズ W_S が、エントロピー符号化ブロックのサイズ W_E よりも大きい場合、すなわち、 $W_S > W_E$ の場合を示している。この場合、サブバンド分割ブロックのビットシフト操作が終了した後、そのサブバンド分割ブロック内に存在するすべてのエントロピー符号化単位ブロックをビットプレーン符号化する。

【００８０】

第９の実施の形態

本発明の第９の実施の形態に係る画像符号化装置は、入力画像をライン毎にメモリ手段に書き込んで蓄積し、メモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換に要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施し、ウェーブレット変換により得られたウェーブレット変換係数を量子化し、得られた量子化係数をMSBからLSBまでのビットプレーンに分解し、上記量子化係数のサンプル数が所定の大きさに達した時にエントロピー符号化を行うものであり、さらに、エントロピー符号化の際には、同一サブバンド内に存在する複数のエントロピー符号化ブロックのビットプレーンにおいて、MSBからLSBのビットプレーンの一部分を分割・抽出し、抽出された部分ビットプレーンをMSBからLSBに向かって符号化を行った後、上記部分ビットプレーンに相当する部分符号化ビットストリームを生成するようにしたものである。

【００８１】

この第９の実施の形態は、量子化係数をMSBからLSBまでのビットプレーンに分解するまでの動作は、上記第８の実施の形態と同様である。ここで、上記第８の実施の形態では、エントロピー符号化ブロック毎に、MSBからLSBの方向に１枚ずつのビットプレーンを順番にエントロピー符号化する手段を取っていた。従って各エントロピー符号化ブロックは独立

10

20

30

40

50

していた。他方、本第9の実施の形態では、同一サブバンド内に存在するすべてのエントロピー符号化ブロックのビットプレーンに跨って符号化を行う。以下、図20を参照しながら具体的な動作を説明する。

【0082】

図20は、上記図18の(B)と同様に、サブバンド内のエントロピー符号化ブロックのビットプレーンの断面(1次元)を示す図である。この図20において、サブバンドブロックのサイズを W_S で、エントロピー符号化ブロックのサイズを W_E でそれぞれ示しており、斜線領域のブロックを2ビットだけシフトアップ(Shift-up)したことを示している。このシフトアップ(Shift-up)操作により、網線領域のビットプレーンが新たに生成されている。その結果、同サブバンド内に存在するすべてのエントロピー符号化ブロックを、MSB(図20ではビットプレーンBp1)からLSB(ビットプレーンBp2)まで、1ビットプレーンずつエントロピー符号化した場合、前記シフト操作により最初のビットプレーンの配置とは異なったものになるため、符号化されるビットプレーンの順番が、エントロピー符号化ブロックによって異なってくる。

10

【0083】

ここで、サブバンド分割されたブロックのビットプレーンを、所定のビット数分だけシフト操作した後で、同一サブバンド内に存在するすべてのエントロピー符号化ブロックのMSBからLSBの方向に、1ビットプレーンずつ順次符号化を行うことが挙げられる。

【0084】

なお、本実施の形態によれば、復号化器側ではMSBからLSBに順番に復号化していくことで、解像度が一定で画質が如序に、段階的に向上する画質スケラビリティ復号を実現することができる。これは、回線速度の限定されているインターネットや、無線等の回線での使用では効果を発揮する。

20

【0085】

また、上記サブバンド分割されたブロックは、元来入力画像の特定の空間画像領域をウェーブレット分割して生成されたものであるが、このブロック情報は、画像を構成する空間ブロック領域画像毎に、ブロック画像内の動き情報またはテキスチャの詳細度を分析する分析手段によって供することができる。

【0086】

なお、既に述べた通り、各ビットプレーンに分割した時、各ビットプレーンは0と1の絶対値データと正負を示す符号とに分類できる。従ってこれらの絶対値データと符号とを算術符号化することで高い圧縮率を実現することができる。

30

【0087】

第10の実施の形態

この第10の実施の形態は、上記第9の実施の形態を拡張したものである。すなわち、すでに説明したように、上記第9の実施の形態では、サブバンド毎に独立して、MSBからLSBへのビットプレーン符号化を行っていた。しかし、画像においては、一般に低域成分により大きなエネルギーが集中しており、低域サブバンドを高域サブバンドよりも重視することで、同じビットレートでも主観画質が優れたものを供することが期待できる。

【0088】

本第10の実施の形態では、このような考えに基づき、符号化ビットストリームを、最も分割ステージ数の多い最低域のサブバンドから、最も分割ステージ数の少ない最高域のサブバンドの方向に、エントロピー符号化ブロックの符号化ビットストリームを並べる手段を取ることで、同一ビットレートでの主観画質を向上させることができる。また復号化器側では、本実施形態の手段により生成された符号化ビットストリームを復号して行くに従い、復号画像の解像度が段階的に大きくなるスケラビリティ復号を実現することができる。

40

【0089】

第11の実施の形態

この第11の実施の形態においては、入力画像がインターレース画像で、上記ブロック画

50

像分析部から分析情報によって、対象ブロックの中の動きが大きいと判断されたブロックに対しては、上述したようなシフトアップ手段を用いて、対象ブロック領域のビットプレーンのシフトを行う。

【0090】

ここで、インターレース画像について、図21を参照しながら説明する。現在我々が親しんでいるテレビ放送は、飛び越し走査を用いたインターレース画像であり、奇数フィールドと偶数フィールドから構成されている。図21はこれを図示したものあり、図中のライン La_1, La_2, \dots が奇数フィールド、斜線で示すライン Lb_1, Lb_2, \dots が偶数フィールドを意味している。

【0091】

インターレース画像は、図21の左のフレーム(Frame)構造のように、奇数フィールドと偶数フィールドとが1ライン毎に交互に並べられており、これをフレーム画像のまま符号化すると効率が落ちる場合がある。すなわち、インターレース画像のフレーム(Frame)画像の場合に、被写体の動きが大きいと、奇数フィールドと偶数フィールドとの時間差があるために、図21の左のフレーム(Frame)構造のように奇数フィールドと偶数フィールドとの画像の間に、ずれが生じて見える。これが後段の符号化を行う際の効率の低下に繋がる。一方、図21の右のフィールド(Field)構造に分けることにより、ライン毎のずれは無くなり効率の低下は防げる。

【0092】

従って、図21の左図のまま(Frame構造のまま)符号化する場合には、ブロック内の画質を向上させるのが得策である。なお、上記分析情報とは、既に第1の実施の形態等で説明した図1のブロック画像分析部1からの分析情報106を用いることができる。

【0093】

第12の実施の形態

この第12の実施の形態は、上述したような分析情報によって静止領域と判断されたエントロピー符号化対象ブロックについては、上記シフトアップ手段を用いて、エントロピー符号化対象ブロック領域のビットプレーンのシフトを行うようにしたものである。これは、静止領域は一般に人間の目につきやすく、静止領域での画質劣化は比較的検知され易いことを考慮したものであり、このブロック領域のビットプレーンのシフトアップを行って画質を向上させることができる。

【0094】

第13の実施の形態

この第13の実施の形態は、上述したようにタイル分割してウェーブレット変換符号化を行う場合に、各タイル画像の符号化処理を、並列処理によって高速化したものである。すなわち、上記第4の実施の形態で述べたように、画面を分割したタイルはそれぞれ独立して符号化することができるので、各タイル画像の符号化処理を、並列処理すれば、高速に符号化が完了できる。例えば、複数のCPUを搭載したLSI(大規模集積回路)やコンピュータシステム等では、各CPU1個に対して、1個のタイル画像の符号化処理を割り当て、順次タイル符号化を行なう構成を取ればよい。

【0095】

第14の実施の形態

本発明の第14の実施の形態について説明する。これまでに述べた実施の形態はすべて静止画の符号化手段に関するものであったが、静止画を連続させると動画になることから、上記符号化技術は動画符号化としても応用できることは自明である。その際、連続した動画画像フレームを1フレームずつ分ける手段が必要になる。一般に、NTSC信号の場合にはアナログからデジタルへのAD変換処理を行い、デジタル信号の動画画像を1フレームずつ、バッファに蓄積する構成を採用する。その後、各フレーム単位に、既に述べた静止画符号化手段によって符号化を行えばよい。

【0096】

また、複数フレーム分だけ画像をバッファリングしてから、同該ウェーブレット変換符号

10

20

30

40

50

化を行う構成にすることもできるが、この場合はより多くのメモリ容量を必要とする。

【 0 0 9 7 】

第 1 5 の実施の形態

この第 1 5 の実施の形態では、既に述べた手段で量子化係数をエントロピー符号化ブロック毎に符号化する際、エントロピー符号化ブロックのビットプレーンは、MSBからLSBに至るプレーン数だけ存在するが、これらの各ビットプレーンを符号化する際、各ビットプレーンを複数のサブ・ビットプレーンに分解するようにしている。

【 0 0 9 8 】

図 2 2 はこれを図示したものであり、例えばMSBに相当するビットプレーンは、3つのサブ・ビットプレーン S B 1 , S B 2 , S B 3 から構成されている。他方、その下方（下位側）のビットプレーンでは、4つのサブ・ビットプレーン S B 1 , S B 2 , S B 3 , S B 4 から構成されている。このサブ・ビットプレーンはそれぞれ別の符号化パスの処理を行い、これは任意に設定することができる。すなわち 0 と 1 のバイナリデータから成るデータ系列の分布情報から最適な算術符号化の統計データを推定しながら、符号化することが効率的であり、同手段に関しては既に学会論文等で公知になっている技術を使えばよい。

【 0 0 9 9 】

ここで、上記JPEG2000規格のエントロピー符号化では、3つの符号化パスが規定されており、3つの符号化パスを全て用いれば圧縮効率は最も高くなるが演算量あるいは処理時間が嵩み、符号化パスの数が少ないほど圧縮効率は低下するが演算量あるいは処理時間が短くなり、符号化パスの数を 0 とするときはエントロピー符号化を行わず（処理量 0）、元の量子化係数データをそのまま出力することになる。このような符号化パスを上記各サブ・ビットプレーン毎に独立に選択するわけである。

【 0 1 0 0 】

次に、上記サブ・ビットプレーンの符号化パスが、そのサブ・ビットプレーンが存在する母体のエントロピー符号化ブロック毎に取捨選択される手段について説明する。この選択手段の基準については、後述の実施の形態で説明する。

【 0 1 0 1 】

第 1 6 の実施の形態

この第 1 6 の実施の形態では、取捨選択されるそのサブ・ビットプレーンの符号化パスがビットプレーン毎に可変になる手段について説明する。これは、図 2 2 において、MSBのビットプレーンに存在する3個のサブ・ビットプレーン S B 1 , S B 2 , S B 3 は、全ての符号化パスの処理を行うのに対し、下方向（下位側）のビットプレーンに存在する4個のサブ・ビットプレーン S B 1 , S B 2 , S B 3 , S B 4 は、例えばその内の2個しか処理しない、というような取捨選択を行うことにより、画像の劣化を抑えながら符号化効率を高めるものである。

【 0 1 0 2 】

これは、画像の画質に与える影響は、MSBの方がLSBよりも大きく、有意な係数であるからに他ならない。従って、符号化ビット数を削減する手段として、上記MSBのビットプレーンに存在するサブ・ビットプレーン S B 1 , S B 2 , S B 3 の符号化パスの処理を優先して行い、他方LSB方向のビットプレーンに存在するサブ・ビットプレーン S B 1 , S B 2 , S B 3 , S B 4 の符号化パスの幾つかまたはすべてを省略することが有効である。

【 0 1 0 3 】

第 1 7 の実施の形態

この第 1 7 の実施の形態では、取捨選択されるそのサブ・ビットプレーンの符号化パスが、そのサブ・ビットプレーンが存在するサブバンドの帯域によって可変になることを示す。

【 0 1 0 4 】

例えば、図 2 3 は、ウェーブレット変換を3ステージ行った結果生成される各サブバンドを示している。例えば、そのサブ・ビットプレーンのビットプレーンが存在する帯域がLL-0（最低域）の場合には、そのサブ・ビットプレーンの符号化パスを優先して処理を行い

10

20

30

40

50

、他方HH-3のように高域に存在する場合には、優先度を最も低くして、符号化パスの一部またはすべてを省略する。

【 0 1 0 5 】

上記操作を、画像の特定領域に相当するサブバンドに相当する符号化ブロック毎に取り行うことで、同該画像の特定領域に個別に対応した画質制御を実現することができる。

【 0 1 0 6 】

第 1 8 の実施の形態

この第 1 8 の実施の形態では、低域のサブバンドのエントロピー符号化ブロックは、高域のサブバンドのエントロピー符号化ブロックよりも、多数のビットプレーンを符号化するようにしている。

10

【 0 1 0 7 】

すなわち、図 2 3 での低域LL-0のサブバンドのエントロピー符号化ブロックは、優先して多数または存在するMSBからLSBに至るすべてのビットプレーンを符号化するのに対し、高域のサブバンドのエントロピー符号化ブロックほど、符号化するビットプレーンを少なくするまたは省略するものである。

【 0 1 0 8 】

これによって、画像のエネルギーが集中している低域バンドほど、優先度を高くして符号化ビットプレーンを多く符号化するので、低域が重視された画像を供することが可能になる。また、上記操作を、画像の特定領域に相当するサブバンドに相当する符号化ブロック毎に取り行うことで、該画像の特定領域に個別に対応した画質制御を実現することができる。

20

【 0 1 0 9 】

第 1 9 の実施の形態

この第 1 9 の実施の形態では、低域のサブバンドのエントロピー符号化ブロックは、高域のサブバンドのエントロピー符号化ブロックよりも、各ビットプレーンの符号化において、多くのサブ・ビットプレーンの符号化パスを処理するようにしている。

【 0 1 1 0 】

すなわち、図 2 3 で示したように、最低域LL-0のサブバンドに存在するエントロピー符号化ブロックは、図 2 2 のMSBからLSBに至る各ビットプレーンに存在するサブ・ビットプレーンの符号化パスの多くを、またはすべてを処理する。他方、最高域HH-3に向かって高域になるほど、各ビットプレーンの符号化において、サブ・ビットプレーンの符号化パスを削減する。

30

【 0 1 1 1 】

また、この第 1 9 の実施の形態を、上述した第 1 6 の実施の形態で述べたMSB方向の符号化パスを重視した技術と組み合わせることも可能であり、それによってより一層細かい画質制御を実現することができる。また、上記操作を、画像の特定領域に相当するサブバンドに相当する符号化ブロック毎に取り行うことで、同該画像の特定領域に個別に対応した画質制御を実現することができる。

【 0 1 1 2 】

一方、上記第 1 5 の実施の形態における量子化係数に、上記第 1 の実施の形態において説明した重み係数の乗算を施すことも可能である。この場合、既に重要な画像領域に相当するサブバンドの量子化係数には、上記第 1 の実施の形態で述べた重み係数が乗算されているので、その結果MSB方向に係数の分布が片寄る。従って、上記第 1 6 の実施の形態で述べたMSBからLSBに至るビットプレーン毎のサブ・ビットプレーンの符号化パスの増減の制御を行っても、MSB方向が優先される結果、その画像領域の画質は維持されることになる。

40

【 0 1 1 3 】

これらの第 1 5 乃至第 1 9 の実施の形態によれば、特定画像領域のサブバンド中に存在するエントロピー符号化ブロック毎に、MSBからLSBに至るビットプレーンの増減、MSBからLSBに至るビットプレーン毎のサブ・ビットプレーンの符号化パスの増減、低域から高域へ

50

のサブ・ビットプレーンの符号化パスの増減の手段を使い分けることで、画質制御をきめ細かく実現でき、高画質を維持できる。

【0114】

以上説明したような本発明の各実施の形態の具体的な応用例としては、電子カメラ、ビデオカメラ、監視画像用ビデオコーデック（CODEC:符号化・復号器）、放送用VTRのコーデック、携帯・移動体画像送受信端末（PDA）、プリンタ、衛星画像・医療用画像等のコーデックまたはそのソフトウェアモジュール、ゲーム、3次元CGで用いるテクスチャの圧縮・伸長器またはそのソフトウェアモジュール等が挙げられる。

【0115】

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。

10

【0116】

【発明の効果】

本発明によれば、入力画像をライン毎にメモリ手段に書き込んで蓄積し、上記メモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換に要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施し、上記ウェーブレット変換工程により得られたウェーブレット変換係数を量子化し、得られた量子化係数のサンプル数がエントロピー符号化に要する大きさに達したときにエントロピー符号化するようにし、上記量子化の際には、上記ウェーブレット変換の際に生成されたサブバンド毎に予め用意されたテーブルの重み係数と、画像を構成するブロック領域画像毎に求めた重み係数との少なくとも一方を用いて、量子化

20

【0117】

また、本発明によれば、入力画像をライン毎にメモリ手段書き込んで蓄積し、上記メモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換に要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施し、得られたウェーブレット変換係数を量子化し、上記入力画像のブロック領域毎にブロック画像内の動き情報又はテクスチャの詳細度を分析し、上記量子化により得られた量子化係数のサンプル数がエントロピー符号化に要する大きさに達したときにエントロピー符号化することにより、ブロック画像内の動き情報又はテクスチャの詳細度に応じてブロック単位での画像制御が行え、画質及び符号化効率の向上が図

30

【0118】

また、本発明によれば、入力画像をライン毎にメモリ手段に書き込んで蓄積し、上記メモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換に要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施し、得られたウェーブレット変換係数を量子化し、得られた量子化係数をMSBからLSBまでのビットプレーンに分解し、同一サブバンド内に存在する複数個のサブバンド分割されたブロックのビットプレーンを、所定のビット数分だけシフトし、シフト操作された量子化係数のサンプル数が所定の大きさに達した時に、エントロピー符号化ブロック毎に順番に、当該エントロピー符号化ブロックのビットプレーンをエントロピー符号化することにより、ブロック単位で量子化制御が行える。

40

【0119】

さらに、本発明は、入力画像をライン毎にメモリ手段に書き込んで蓄積し、上記メモリ手段に蓄積された画像がウェーブレット変換に要するライン数に達する毎に水平・垂直方向のウェーブレット変換を施し、上記ウェーブレット変換工程により得られたウェーブレット変換係数を量子化し、得られた量子化係数をMSBからLSBまでのビットプレーンに分解し、上記量子化係数のサンプル数が所定の大きさに達した時にエントロピー符号化を行ようにし、上記エントロピー符号化の際には、同一サブバンド内に存在する複数個のエントロピー符号化ブロックのビットプレーンにおいて、MSBからLSBのビットプレーンの一部分を分割・抽出し、抽出された部分ビットプレーンをMSBからLSBに向かって符号化を行った後、上記部分ビットプレーンに相当する部分符号化ビットストリームを生成することにより

50

、量子化制御が実現できるので、画質制御が正確に行える。

【0120】

すなわち、本発明によれば、画面を構成する空間ブロックの分析情報に応じて、同ブロックをウェーブレット変換して生成されたサブバンド内の係数を操作することで、最適な量子化制御ができるので、これまで困難とされてきた部分領域毎の画質制御をウェーブレット変換符号化装置で実現できる。

【0121】

また、本発明によれば、上記量子化制御において、予め用意されたサブバンド毎の重み係数を量子化係数に乗算する他、量子化係数をビットプレーンに分解し、同ビットプレーンをMSBからLSBの方向に符号化する順番を、エントロピー符号化ブロック毎に可変にすることで、量子化制御が実現でき、これによって画質制御が正確に行える。

10

【0122】

また、本発明によれば、複数フレーム対応の動画像符号化装置に応用することでもできるので、1つの符号化器で静止画・動画に対応できる、安価な装置の提供が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態としての画像符号化装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】ウェーブレット変換符号化の動作を説明するための図である。

【図3】ウェーブレット変換符号化の図2に続く動作を説明するための図である。

【図4】ウェーブレット変換符号化の図3に続く動作を説明するための図である。

20

【図5】ウェーブレット変換符号化の図4に続く動作を説明するための図である。

【図6】2次元画像の帯域分割（分割レベル＝3）を説明するための図である。

【図7】図1の係数量子化部3の具体的な構成例を示すブロック図である。

【図8】図1の係数量子化部3の具体的な構成の他の例を示すブロック図である。

【図9】所定の空間画像ブロックの各サブバンド毎の対応領域を示す図である。

【図10】係数をビットプレーンに展開した一例を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態としての画像符号化装置の概略構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態としての画像符号化装置の概略構成を示すブロック図である。

30

【図13】タイルベースのウェーブレット変換符号化の概念を説明するための図である。

【図14】オーバーラップ型ウェーブレット符号化の際の畳み込み演算を説明するための図である。

【図15】対称畳み込み演算の概念を説明するための図である。

【図16】画素の対称畳み込み演算を施すウェーブレット符号化の概念を説明するための図である。

【図17】点対称畳み込み演算の概念を説明するための図である。

【図18】画像をウェーブレット分割してできたあるサブバンドとそのビットプレーンを示す図である。

【図19】特定画像領域をサブバンド分割したブロックのビットプレーンのシフト操作を説明するための図である。

40

【図20】サブバンド内に存在するエントロピー符号化ブロックのビットプレーン符号化を説明するための図である。

【図21】インターレース画像の場合のフレーム画像及びフィールド画像を説明するための図である。

【図22】ビットプレーンとその中のサブ・ビットプレーンを示す図である。

【図23】ウェーブレット変換後に生成されるサブバンド領域を示す図である。

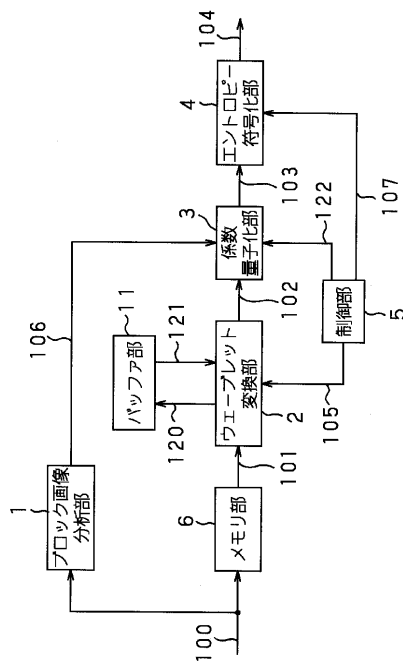
【符号の説明】

1 ブロック画像分析部、 2 ウェーブレット変換部、 3 係数量子化部、 4 エントロピー符号化部、 5 制御部、 6 メモリ部、 7 全画面ウェーブレット変換

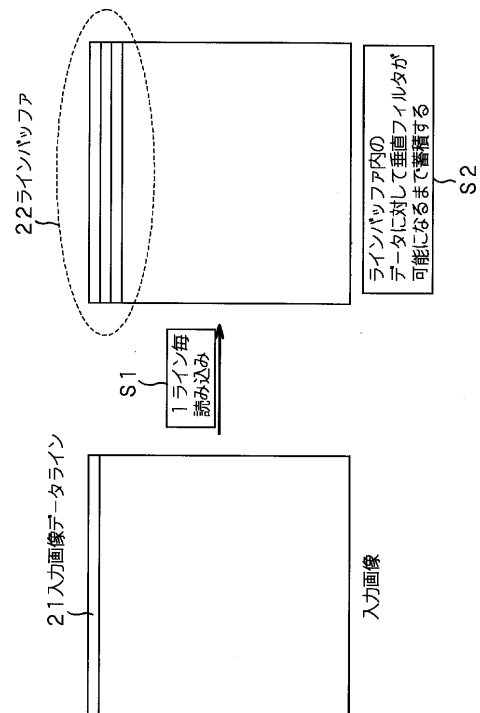
50

部、 8 ブロック係数抽出部、 9 ブロック係数量子化部、 10 タイル分割部、
 11 バッファ部、 12 タイルベース・ウェーブレット変換部、 13 スカラ量子化部、
 14 ブロック領域重み係数変更部、 15 サブバンド別重み係数テーブル、
 16 ブロック領域重み係数算出部、 17 ブロック領域重み係数演算部、 18
 全画像データ読み出しメモリ部、 19 変換係数バッファ部

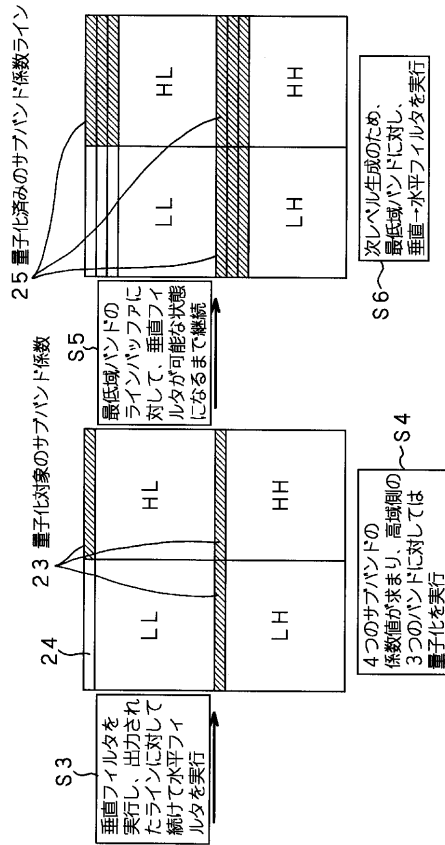
【図 1】



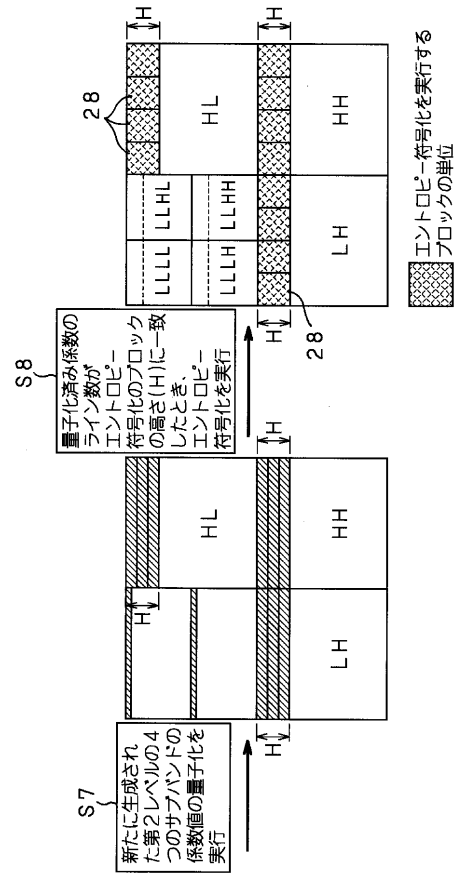
【図 2】



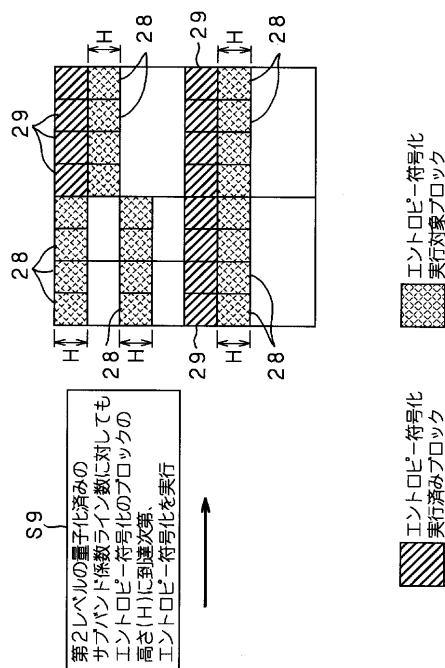
【 図 3 】



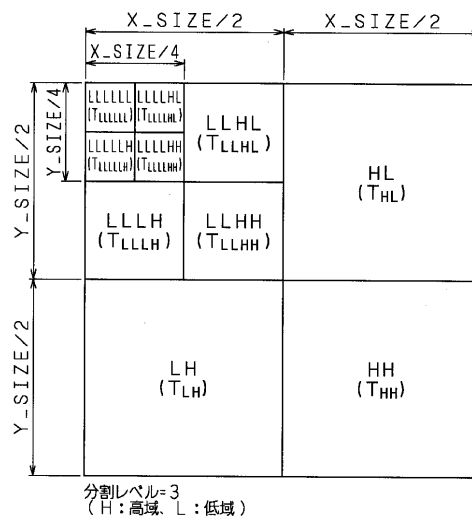
【 図 4 】



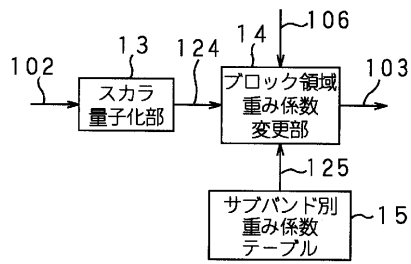
【 図 5 】



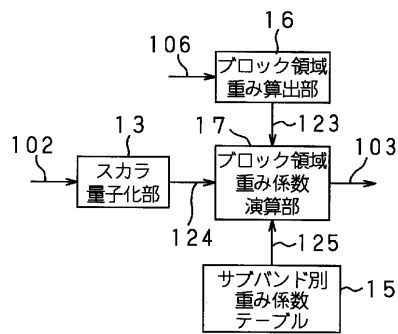
【 図 6 】



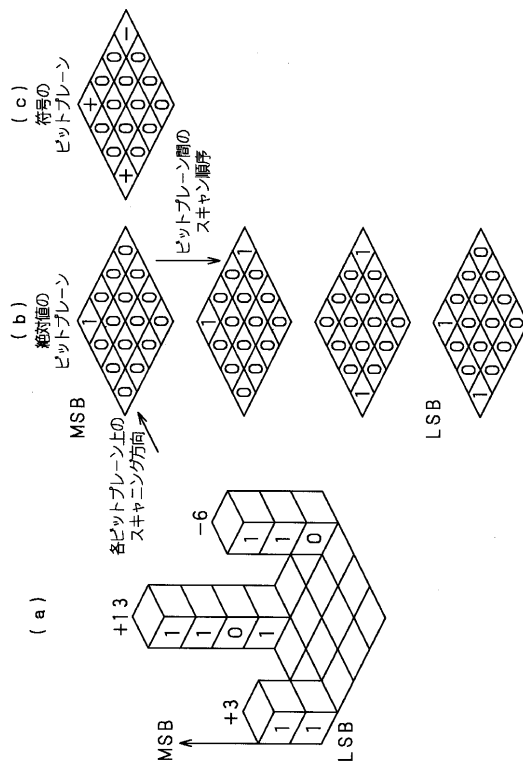
【図 7】



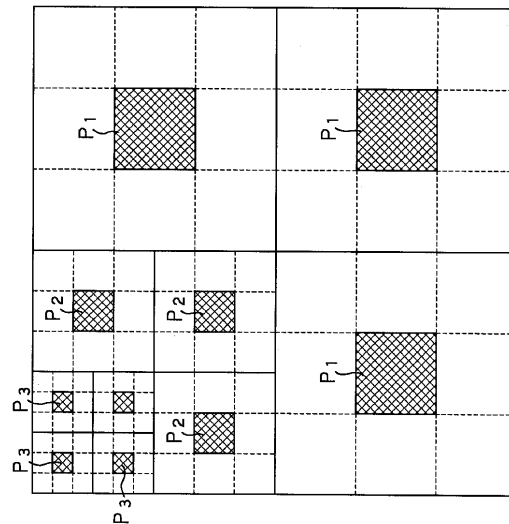
【図 8】



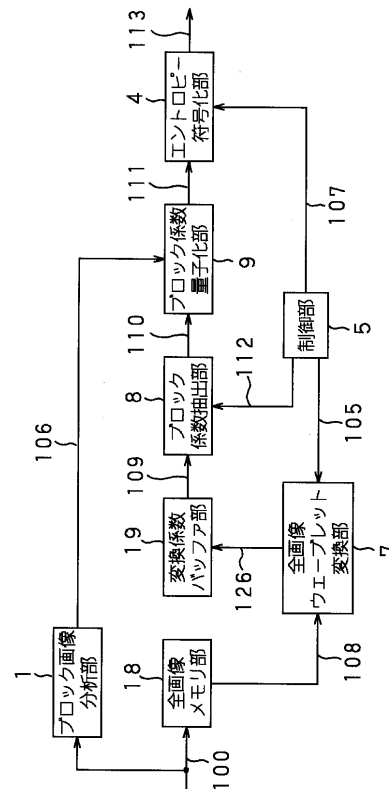
【図 10】



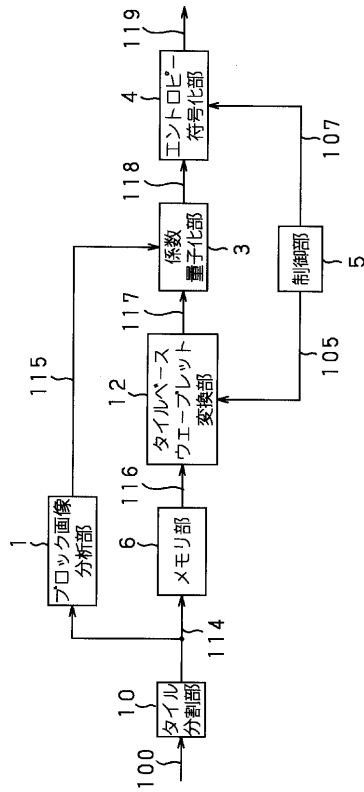
【図 9】



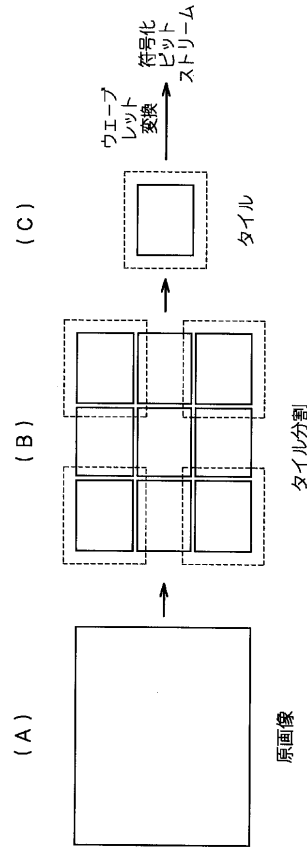
【図 11】



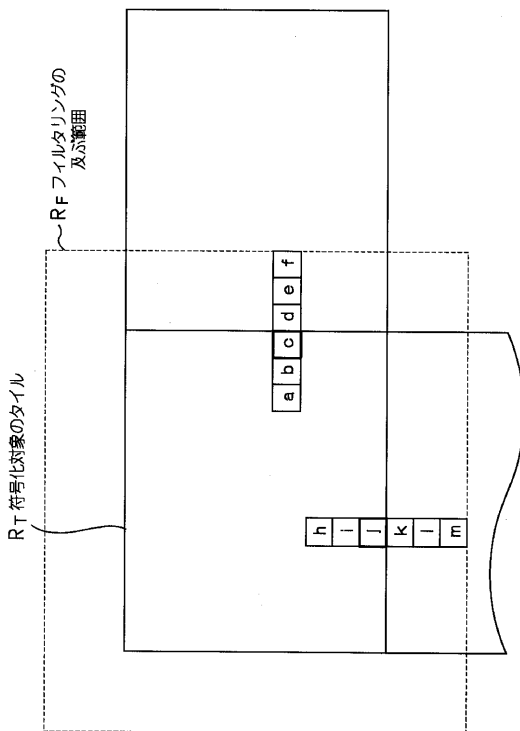
【図 12】



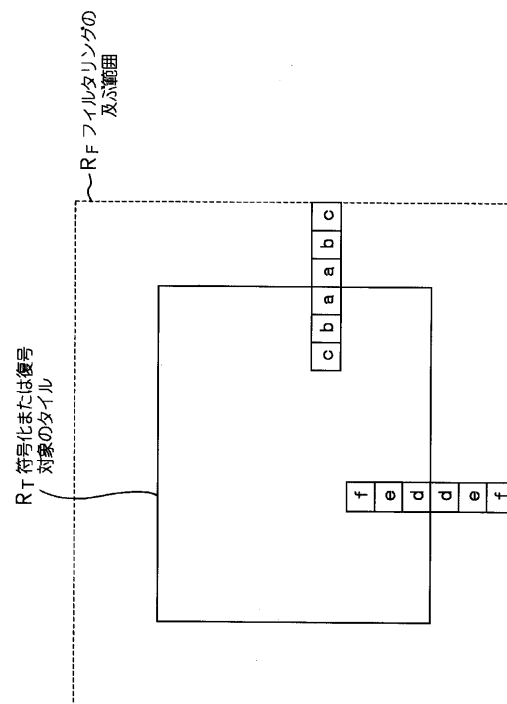
【図 13】



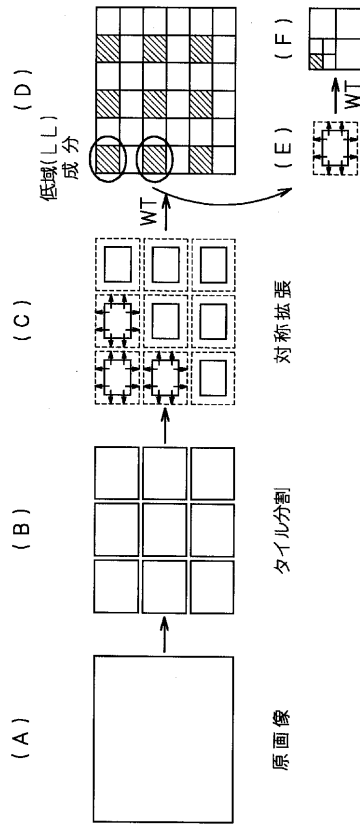
【図 14】



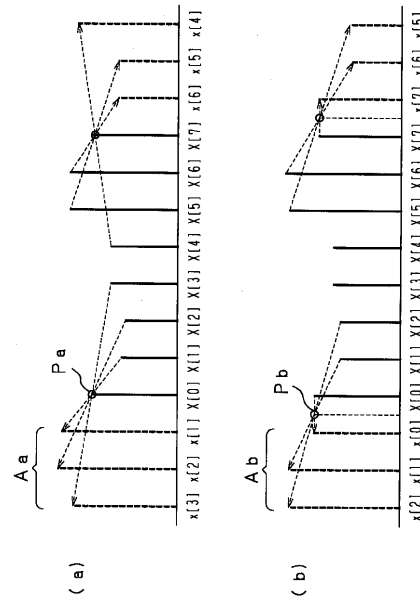
【図 15】



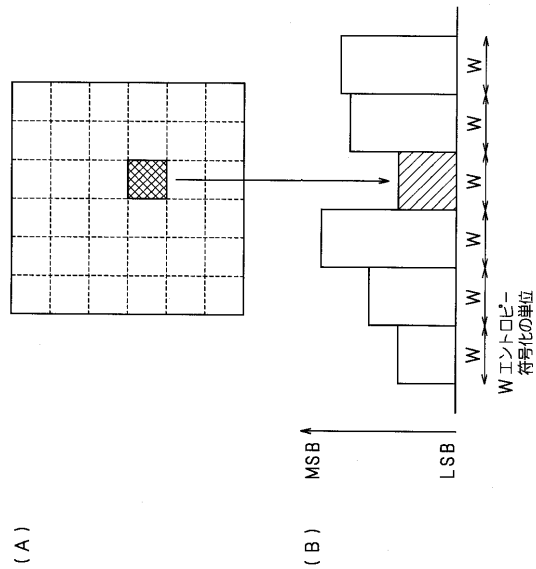
【図 16】



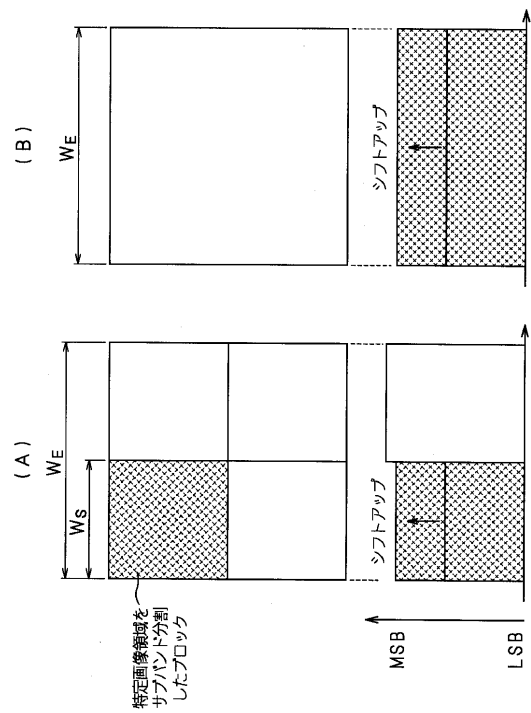
【図 17】



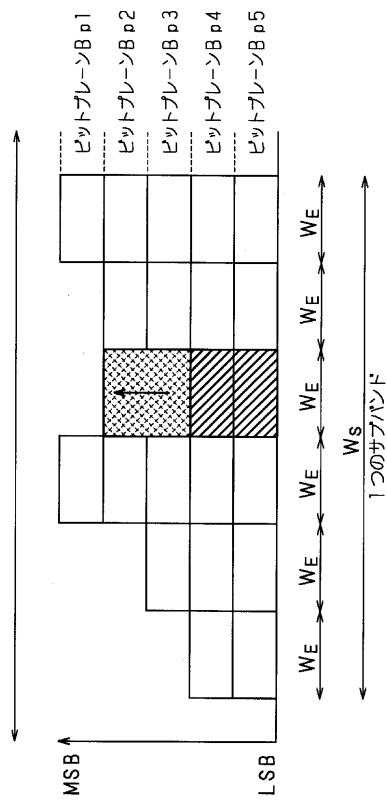
【図 18】



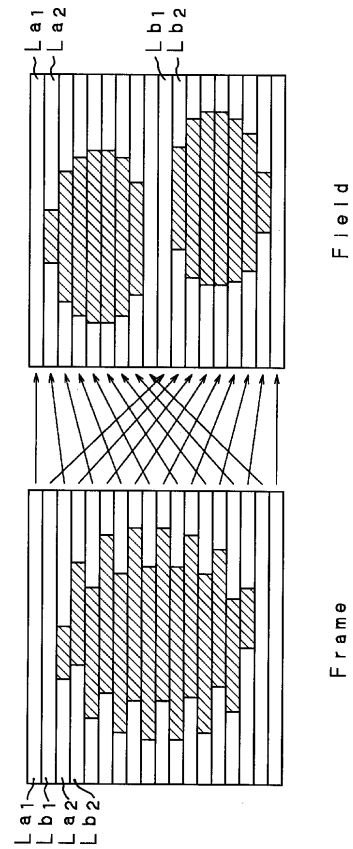
【図 19】



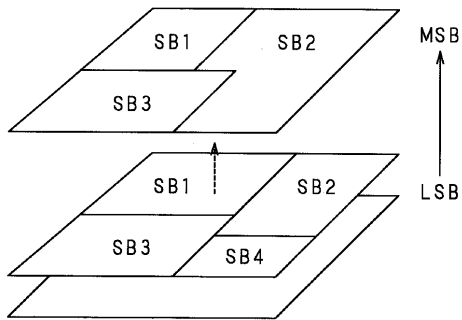
【図 20】



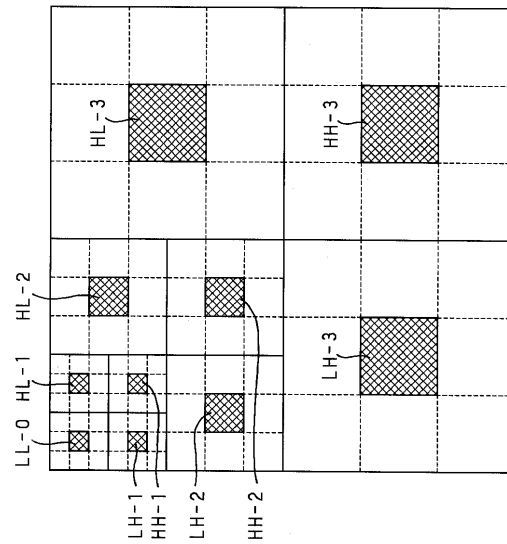
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

審査官 長谷川 素直

- (56)参考文献 特開平09-130801(JP,A)
特開平11-285006(JP,A)
特開平09-084053(JP,A)
特開平11-262004(JP,A)
特開平09-018350(JP,A)
特開平09-327018(JP,A)
特開平11-103461(JP,A)
特開平11-112987(JP,A)
特開平11-032334(JP,A)
特開2000-069292(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 7/26-7/68,

H03M 7/30,

H03M 7/40