

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4619463号
(P4619463)

(45) 発行日 平成23年1月26日 (2011. 1. 26)

(24) 登録日 平成22年11月5日 (2010. 11. 5)

(51) Int. Cl.

F I

H03M 7/30 (2006.01)
H03M 7/38 (2006.01)
H04N 5/00 (2011.01)
H04N 5/92 (2006.01)
H04N 7/30 (2006.01)

H03M 7/30 A
H03M 7/38
H04N 5/00 B
H04N 5/92 H
H04N 7/133 Z

請求項の数 15 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平9-35900
(22) 出願日 平成9年2月20日 (1997. 2. 20)
(65) 公開番号 特開平10-234037
(43) 公開日 平成10年9月2日 (1998. 9. 2)
審査請求日 平成15年9月3日 (2003. 9. 3)
審判番号 不服2008-20969 (P2008-20969/J1)
審判請求日 平成20年8月14日 (2008. 8. 14)

(73) 特許権者 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100082131
弁理士 稲本 義雄
(72) 発明者 三原 寛司
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
ニー株式会社内

合議体
審判長 渡邊 聡
審判官 ▲徳▼田 賢二
審判官 小池 正彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を符号化する画像符号化装置であって、
前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、
前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、
前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と
を備える画像符号化装置。

【請求項 2】

前記画像からアクティビティをブロック単位で算出するアクティビティ算出手段を更に備え、
前記符号化手段は、前記量子化インデックスが前記固定モードに設定された場合に、前記アクティビティ算出手段により算出された前記アクティビティの値に応じて、前記量子

化ステップを設定し、前記画像を符号化する

請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 4】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える画像符号化装置。

【請求項 5】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 6】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、
前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と
を備える画像符号化装置。

【請求項 7】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、

前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップと
を含む画像符号化方法。

【請求項 8】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるG O P単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、

前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各G O Pに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴うG O P単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と
を備える画像符号化装置。

【請求項 9】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるG O P単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、

前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各G O Pに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うG O P単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像

10

20

30

40

50

のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、
前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 10】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と

を備える画像符号化装置。

【請求項 11】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップと

を含む画像符号化方法。

【請求項 12】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化手段と

を備える画像符号化装置。

【請求項 13】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化ステップと

を含む画像符号化方法。

【請求項 14】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記目標符号量に所定のマージンを加えた符号量がV B Vバッファから読み出されると仮定して、前記V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

10

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と
を備える画像符号化装置。

【請求項 15】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記目標符号量に所定のマージンを加えた符号量がV B Vバッファから読み出されると仮定して、前記V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

20

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップと
を含む画像符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像符号化装置および方法に関し、特に、復号画像の画質の劣化を防止することができるようにする画像符号化装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、M P E G (Moving Picture Experts Group) 方式などに準拠して画像の圧縮、符号化を行う場合において、良好な画質の復号画像を得ることができるようにするためのアルゴリズムの1つとして、T M 5 (Test Model 5 (Test Model Editing Committee: "Test Model 5", ISO/IEC JTC/SC29/WG11/N0400 (Apr. 1993))) が知られている。T M 5 は、3つのステップから構成され、各ステップでは、次のような処理が行われる。

40

【0003】

【ステップ1】

前回エンコードした同一のピクチャタイプのフレームのコンプレキシティ (Complexity) に基づいて、今回エンコードするフレームの目標符号量を設定する。

【ステップ2】

各ピクチャタイプ別の目標符号量と発生符号量との差分を管理するための仮想バッファのデータ蓄積量をフィードバックし、そのデータ蓄積量に基づいて、実際の発生符号量が、ステップ1で設定された目標符号量に一致 (ほぼ一致) するように、次にエンコードするマクロブロックについて、仮の量子化インデックスを設定する。

【ステップ3】

50

視覚特性、即ち、復号画像の画質が良好になるように、エンコード対象のマクロブロックの複雑さに基づいて、量子化インデックスを最終的に決定する。

【 0 0 0 4 】

従って、T M 5 では、画像の複雑さに対応して変化する変数 P として、例えば、画像のアクティビティに対応するものを、発生符号量を目標符号量に一致させるための変数 Q として、例えば、仮想バッファのデータ蓄積量から決定された仮の量子化ステップに対応するものを、それぞれ用いることとすると、マクロブロックを量子化するための最終的な量子化インデックス M Q U A N T は、例えば、次式にしたがって決定される。

【 0 0 0 5 】

$M Q U A N T = f (P , Q)$

10

なお、 $f (P , Q)$ は、引数 P および Q に対応する値を、所定の範囲内の値に正規化したものを出力する関数である。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、T M 5 では、量子化インデックス P が、画像の複雑さに対応する変数 P と、発生符号量を目標符号量に一致させるための変数 Q とから決定され、その量子化インデックスに対応する量子化ステップで量子化が行われる。

【 0 0 0 7 】

このため、ある 1 フレームの画像を構成するマクロブロックの複雑さが同一であっても、発生符号量が目標符号量と一致しなくなった場合に、量子化ステップが変化することがあり、復号画像の画質が劣化する課題があった。

20

【 0 0 0 8 】

即ち、1 フレームを構成するマクロブロックの複雑さが同一である場合には、それらのマクロブロックは、すべて同一の量子化ステップで量子化するのが望ましく、この場合に、マクロブロックが、周囲と異なる量子化ステップで量子化されると、復号画像において、量子化ステップを変えて量子化したマクロブロックの部分が目立つようになる。

【 0 0 0 9 】

そして、このような、いわばブロック状のノイズは、特に、量子化ステップが小さい値の範囲を変化するとき顕著に現れる。即ち、量子化ステップが比較的大きな値である 7 や 8 の範囲を変化する場合、その変化の割合は $1 / 7$ や $1 / 8$ 程度であるが、量子化ステップが小さな値である 3 や 4 の範囲を変化する場合、その変化の割合は $1 / 3$ や $1 / 4$ のように大きくなる。従って、複雑さが同じようなマクロブロックの量子化に用いる量子化ステップが小さい範囲を変化すると、大きい量子化ステップで量子化された方のマクロブロックと、小さい量子化ステップで量子化された方のマクロブロックとの画質の差が顕著に現れることになる。

30

【 0 0 1 0 】

また、画像を M P E G 符号化などする際には、高次の D C T 係数は重要でないとの観点から、D C T 係数に対して、その量子化の際に、量子化マトリクスによる重み付け（傾斜付け）がなされる。即ち、高次の D C T 係数は、量子化マトリクスにより、低次のものよりも大きな量子化値で量子化される。従って、量子化ステップが、小さい値ではなく、比較的大きな値の範囲を変化する場合であっても、低次の D C T 係数よりも大きな量子化値で量子化される高次の D C T 係数については、量子化ステップの 1 段階の変化が、量子化に使われる量子化値に大きな影響を与え、画質が劣化することがあった。

40

【 0 0 1 1 】

そこで、量子化ステップを固定にして、画像を符号化（エンコード）する方法があるが、これでは、複雑な画像が連続した場合に、発生符号量が極端に増大し、V B V (Video Buffering Verifier) バッファがアンダーフローすることになる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、V B V バッファにより課せられる条件を満たしながら、復号画像の画質が劣化しないように、画像の符号化を行うことが

50

できるようにするものである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V パッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスを、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V パッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える。

10

本発明の第 1 の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V パッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスを、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V パッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む。

20

本発明の第 2 の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V パッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V パッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える。

30

本発明の第 2 の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V パッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V パッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む。

40

【 0 0 1 4 】

50

本発明の第3の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と、を備える画像符号化装置。

10

本発明の第3の符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

20

本発明の第4の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各GOPに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と、を備える。

30

本発明の第4の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各GOPに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、前記画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可

40

50

変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 5 の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化手段とを備える。

10

本発明の第 5 の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む。

20

本発明の第 6 の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化手段とを備える。

30

本発明の第 6 の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化ステップとを含む。

【 0 0 1 6 】

40

本発明の第 1 の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

本発明の第 2 の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで

50

符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量に基づいて、画像の各GOPに割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

【 0 0 1 8 】

本発明の第3の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量が符号化難易度として算出され、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

本発明の第4の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量が符号化難易度として算出され、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各GOPに割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

【 0 0 1 9 】

本発明の第5の画像符号化装置および方法においては、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスが、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられ、画像が符号化される。

本発明の第6の画像符号化装置および方法においては、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

【 0 0 2 2 】

【 発明の実施の形態 】

図1は、本発明の画像符号化装置の一実施の形態の構成を示している。

【 0 0 2 3 】

この画像符号化装置は、いわゆる2パスエンコーディングによって、画像をM P E G方式などにより可変レートで符号化するようになっており、例えば、D V D (Digial Versat

10

20

30

40

50

ile Disc) や、ビデオCD (Compact Disc) などのオーサリングシステムその他に適用することができるようになっている。

【0024】

符号化すべき画像データは、エンコーダ1に入力されるようになされおり、エンコーダ1は、画像データを、少なくともDCT係数などの直交変換係数に直交変換し、その直交変換係数を量子化することにより符号化するようになされている。

【0025】

即ち、1パス目では、エンコーダ1は、画像データを、固定の量子化ステップで量子化することにより符号化し、その結果得られる符号化データの発生符号量(あるいは、発生符号量に対応する情報としての、例えば、画像データの符号化難易度(difficulty)など)を、外部コンピュータ2に出力する。外部コンピュータ2は、エンコーダ1からの発生符号量に基づいて、例えば、1GOP(Group Of Picture)や1画面(1フレームまたは1フィールド)ごとの目標符号量を設定する。

【0026】

そして、2パス目では、外部コンピュータ2は、設定した目標符号量を、エンコーダ1に供給し、エンコーダ1は、この目標符号量に、発生符号量が一致するように量子化ステップを設定しながら、画像データの符号化を行う。なお、量子化ステップは、目標符号量その他、過去の発生符号量や、VBVバッファにおけるデータの蓄積量、画像の複雑さなどにも基づいて設定される。

【0027】

2パス目の符号化によって得られた符号化データは、例えば、光ディスクや、光磁気ディスク、磁気テープその他でなる記録媒体3に記録され、あるいは、例えば、地上波、衛星回線、CATV網、インターネットその他でなる伝送路4を介して伝送される。

【0028】

次に、図2は、図1のエンコーダ1の構成例を示している。

【0029】

図2では、エンコーダ1において、画像がMPEG符号化されるようになされている。

【0030】

即ち、符号化すべき画像データは、画像並び替え回路11に供給される。画像並び替え回路11は、入力された画像データのフレーム(またはフィールド)の並びを、必要に応じて替えて、走査変換/マクロブロック化回路12に出力する。即ち、各フレームの画像データは、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャのうちのいずれかとして処理されるが、例えば、Bピクチャの処理に、それより時間的に後のIピクチャやPピクチャが必要な場合があり、このようなIピクチャやPピクチャは、Bピクチャより先に処理する必要がある。そこで、画像並び替え回路11では、時間的に後のフレームを先に処理することができるように、フレームの並びを替えるようになされている。

【0031】

なお、シーケンシャルに入力される各フレームの画像を、I、P、Bピクチャのいずれのピクチャとして処理するかは、予め定められている。

【0032】

画像並び替え回路11において並び替えられた画像データは、走査変換/マクロブロック化回路12に出力され、そこでは、画像データの走査変換およびマクロブロック化が行われ、その結果得られるマクロブロックが、演算器13、動き検出回路23、およびアクティビティ検出回路24に出力される。

【0033】

動きベクトル検出回路23は、走査変換/マクロブロック化回路12から供給されるマクロブロックの動きベクトルを検出する。

【0034】

即ち、動きベクトル検出回路23は、予め定められた所定の参照フレームを参照し、その参照フレームと、走査変換/マクロブロック化回路12からのマクロブロックとをパター

10

20

30

40

50

ンマッチング（ブロックマッチング）することにより、そのマクロブロックの動きベクトルを検出する。

【 0 0 3 5 】

ここで、MPEGにおいては、画像の予測モードには、イントラ符号化（フレーム内符号化）、前方予測符号化、後方予測符号化、両方向予測符号化（前方、後方、および両方向の3つの予測符号化は、イントラ符号化に対して、インター符号化と呼ばれる）の4種類があり、Iピクチャはイントラ符号化され、Pピクチャはイントラ符号化または前方予測符号化され、Bピクチャはイントラ符号化、前方予測符号化、後方予測符号化、または両方向予測符号化される。

【 0 0 3 6 】

即ち、動きベクトル検出回路23は、Iピクチャについては、予測モードとしてイントラ符号化モードを設定する。この場合、動きベクトル検出回路23では、動きベクトルの検出は行われない。

【 0 0 3 7 】

また、動きベクトル検出回路23は、Pピクチャについては、前方予測を行い、その動きベクトルを検出する。さらに、動きベクトル検出回路23は、前方予測を行うことにより生じる予測誤差と、符号化対象のマクロブロック（Pピクチャのマクロブロック）の、例えば分散とを比較し、マクロブロックの分散の方が予測誤差より小さい場合、予測モードとしてイントラ符号化モードを設定する。また、動きベクトル検出回路23は、前方予測を行うことにより生じる予測誤差の方が小さければ、予測モードとして前方予測符号化モードを設定し、検出した動きベクトルを、動き補償回路22に出力する。

【 0 0 3 8 】

さらに、動きベクトル検出回路23は、Bピクチャについては、前方予測、後方予測、および両方向予測を行い、それぞれの動きベクトルを検出する。そして、動きベクトル検出回路23は、前方予測、後方予測、および両方向予測についての予測誤差の中の最小のもの（以下、適宜、最小予測誤差という）を検出し、その最小予測誤差と、符号化対象のマクロブロック（Bピクチャのマクロブロック）の、例えば分散とを比較する。その比較の結果、マクロブロックの分散の方が最小予測誤差より小さい場合、動きベクトル検出回路23は、予測モードとしてイントラ符号化モードを設定する。また、動きベクトル検出回路23は、最小予測誤差の方が小さければ、予測モードとして、その最小予測誤差が得られた予測モードを設定し、対応する動きベクトルを、動き補償回路22に出力する。

【 0 0 3 9 】

動き補償回路22は、動きベクトルを受信すると、その動きベクトルにしたがって、フレームメモリ21に記憶されている、符号化され、既に局所復号化された画像データを読み出し、これを、予測画像として、演算器13および20に供給する。

【 0 0 4 0 】

演算器13は、走査変換/マクロブロック化回路12からのマクロブロックと、動き補償回路22からの予測画像との差分を演算する。この差分値は、DCT回路14（直交変換手段）に供給される。

【 0 0 4 1 】

なお、動きベクトル検出回路23において、予測モードとしてイントラ符号化モードが設定された場合、動き補償回路22は、予測画像を出力しない。この場合、演算器13（演算器20も同様）は、特に処理を行わず、走査変換/マクロブロック化回路12からのマクロブロックを、そのままDCT回路14に出力する。

【 0 0 4 2 】

DCT回路14では、演算器13の出力に対して、DCT処理が施され、その結果得られるDCT係数が、量子化回路15（量子化手段）に供給される。量子化回路15では、量子化インデックス決定回路25（設定手段）からの量子化インデックスに対応する量子化ステップ（量子化スケール）が設定され、その量子化ステップに量子化マトリクスの係数をかけたものなどで、DCT回路14からのDCT係数が量子化される。この量子化され

10

20

30

40

50

た D C T 係数（以下、適宜、量子化値という）は、V L C 器 1 6 に供給される。

【 0 0 4 3 】

V L C 器 1 6 では、量子化回路 1 5 より供給される量子化値が、例えばハフマン符号などの可変長符号に変換され、バッファ 1 7 に出力される。バッファ 1 7 は、V L C 器 1 6 からのデータを一時蓄積し、そのデータ量を平滑化して出力する。なお、バッファ 1 7 におけるデータ蓄積量は、発生符号量として、外部コンピュータ 2（図 1）と量子化インデックス決定回路 2 5 に供給されるようになされている。

【 0 0 4 4 】

一方、量子化回路 1 5 が出力する量子化値は、V L C 器 1 6 だけでなく、逆量子化回路 1 8 にも供給されるようになされている。逆量子化回路 1 8 では、量子化回路 1 5 からの量子化値が、量子化回路 1 5 で用いられた量子化ステップにしたがって逆量子化され、これにより D C T 係数に変換される。この D C T 係数は、逆 D C T 回路 1 9 に供給される。逆 D C T 回路 1 9 では、D C T 係数が逆 D C T 処理され、演算器 2 0 に供給される。

【 0 0 4 5 】

演算器 2 0 には、逆 D C T 回路 1 9 の出力の他、上述したように、動き補償回路 2 2 から、演算器 1 3 に供給されている予測画像と同一のデータが供給されており、演算器 2 0 は、逆 D C T 回路 1 9 からの信号（予測残差）と、動き補償回路 2 2 からの予測画像とを加算することで、元の画像を、局所復号する（但し、予測モードがイントラ符号化である場合には、逆 D C T 回路 1 9 の出力は、演算器 2 0 をスルーして、フレームメモリ 2 1 に供給される）。なお、この復号画像は、受信側において得られる復号画像と同一のものである。

【 0 0 4 6 】

演算器 2 0 において得られた復号画像（局所復号画像）は、フレームメモリ 2 1 に供給されて記憶され、その後、インター符号化（前方予測符号化、後方予測符号化、または両方向予測符号化）される画像に対する参照画像（参照フレーム）として用いられる。

【 0 0 4 7 】

一方、アクティビティ検出回路 2 4 では、マクロブロックの複雑さを表す指標として、例えば、そのアクティビティ（activity）が検出され、量子化インデックス決定回路 2 5 に供給される。量子化インデックス決定回路 2 5 には、外部コンピュータ 2 から目標符号量が、バッファ 1 7 から発生符号量が、アクティビティ検出回路 2 4 からアクティビティが、それぞれ供給されるようになされている。そして、量子化インデックス決定回路 2 5 は、これらの目標符号量、発生符号量、およびアクティビティに基づいて、量子化インデックスを決定し、量子化回路 1 5 に供給する。量子化インデックスは、量子化ステップと 1 対 1 に対応するもので、量子化回路 1 5 では、上述したように、量子化インデックス決定回路 2 5 からの量子化インデックスに対応する量子化ステップで、量子化が行われる。

【 0 0 4 8 】

なお、量子化インデックス決定回路 2 5 は、1 パス目は、固定の量子化インデックスを出力するようになされており、これにより、量子化回路 1 5 では、固定の量子化ステップで量子化が行われる。そして、2 パス目において、量子化インデックス決定回路 2 5 は、バッファ 1 7 からの発生符号量、アクティビティ検出回路 2 4 からのアクティビティ、さらには、外部コンピュータ 2 からの目標符号量に基づいて、適応的に量子化インデックスを設定し、これにより、量子化回路 1 5 では、そのように適応的に設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップで量子化が行われる。

【 0 0 4 9 】

次に、2 パス目において行われる、量子化インデックス決定回路 2 5 における量子化インデックスの設定処理および量子化回路 1 5 における量子化処理について、図 3 および図 4 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 5 0 】

量子化インデックス決定回路 2 5 では、まず最初に、ステップ S 1 において、量子化インデックス（仮の量子化インデックス Q _ i n d e x ）の初期値が設定される。即ち、ステ

10

20

30

40

50

ップS 1では、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャの量子化インデックス Q_I 、 Q_P 、 Q_B の初期値として、例えば、9、9、11などがそれぞれ設定される。さらに、ステップS 1では、目標符号量と発生符号量との間の誤差の累積値を保持しておくための変数 Sum_E と、符号化した画像のフレーム数をカウントするための変数 j とが、例えば0に初期化される。

【0051】

そして、外部コンピュータ2から、第 j フレームをエンコードするときの目標符号量 T_j が供給されると、量子化インデックス決定回路25では、ステップS 2において、その目標符号量 T_j が受信され、ステップS 3に進み、いま符号化対象となっているフレームのピクチャタイプが判定される。ステップS 3において、符号化対象のフレームのピクチャタイプが、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャであると判定された場合、それぞれステップS 4、S 5、またはS 6に進み、第 j フレームの画像の発生符号量を目標符号量 T_j に一致させるための第1の変数（量子化インデックス）としての Q_index に、 Q_I 、 Q_P 、または Q_B が設定され、ステップS 7に進む。

10

【0052】

ステップS 7では、マクロブロックを量子化する量子化インデックス MQ_QUANT が決定される。即ち、量子化インデックス決定回路25は、発生符号量を目標符号量 T_j に一致させるための第1の変数 Q_index と、符号化対象のマクロブロックの複雑さに対応する第2の変数としての、アクティビティ検出回路24からのアクティビティ ACT に基づいて、符号化対象のマクロブロックの量子化インデックス MQ_QUANT を設定し、量子化回路15に出力する。量子化回路15では、量子化インデックス決定回路25からの量子化インデックス MQ_QUANT に対応する値が、符号化対象のマクロブロックを量子化するのに用いる量子化ステップとして設定される。

20

【0053】

量子化ステップが設定されると、ステップS 7からS 8に進み、量子化回路15において、その量子化ステップで、符号化対象のマクロブロックが量子化され、ステップS 9に進む。ステップS 9では、1フレーム、即ち、第 j フレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したかどうか判定され、終了していないと判定された場合、ステップS 7に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0054】

即ち、マクロブロックごとの量子化インデックス MQ_QUANT は、 Q_index とマクロブロックのアクティビティ ACT とによって決定されるが、 Q_index は、1フレームを構成するマクロブロックについては同一の値が用いられる。このように、 Q_index は、1フレームの符号化中は固定値とされるため、1フレームの符号化に用いられるマクロブロックごとの量子化インデックス MQ_QUANT は、符号化対象のマクロブロックのアクティビティ ACT によってのみ変化する。つまり、ここでは、マクロブロックごとの量子化インデックス MQ_QUANT は、1フレームの符号化中においては、例えば、 $TM5$ のステップ3における場合のように、画像の複雑さに対応して変化するが、例えば、 $TM5$ のステップ2における場合のように、レートコントロール（発生符号量を目標符号量に一致させる制御）のためには変化しない。

30

40

【0055】

従って、ある1フレームの画像を構成するマクロブロックの複雑さが、例えば、同一である場合には、マクロブロックごとの量子化インデックス MQ_QUANT 、即ち、量子化ステップは変化せず、復号画像の画質の劣化を防止することができる。

【0056】

ここで、量子化ステップは、レートコントロールのためには変化しないが、マクロブロックの複雑さによっては変化する。従って、本発明においても、従来における場合と同様に、マクロブロックが、周囲と異なる量子化ステップで量子化される場合があるが、この場合の量子化ステップの変化は、マクロブロックの複雑さに対応するものであるから、その変化は、復号画像の画質を劣化させるものではなく、むしろ視覚特性を向上させるものと

50

なる。

【 0 0 5 7 】

即ち、従来においては、マクロブロックの複雑さが同一であっても、レートコントロールのために量子化ステップが変化し、そのような複雑さが同一の、隣接するマクロブロックどうしが、異なる量子化ステップで量子化されることに起因してブロック状のノイズが顕著になるような、復号画像の画質の劣化が生じることがあった。これに対して、本発明においては、1フレーム内においては、レートコントロールのためには量子化ステップは変化しないから、複雑さが同一のマクロブロックが、異なる量子化ステップで量子化されることがなくなり、その結果、復号画像の画質が劣化することを防止することができる。

【 0 0 5 8 】

そして、量子化ステップは、レートコントロールのためには変化しないが、マクロブロックの複雑さに対応しては変化するから、複雑な画像が連続しても、発生符号量が極端に増大して、V B Vバッファがアンダーフローするようなことを、基本的には防止することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

一方、ステップS 9において、1フレーム、即ち、第jフレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したと判定された場合、図4のステップS 10に進み、量子化インデックス決定回路25において、第jフレームを構成するマクロブロックを量子化するのに用いたマクロブロックごとの量子化インデックスM Q U A N Tの平均値（以下、適宜、平均量子化インデックスという）m e a n _ Qが算出される。さらに、量子化インデックス決定回路25は、ステップS 10において、平均量子化インデックスm e a n _ Qを、第jフレームの平均量子化インデックスを保持するための変数m e a n _ Q_jにセットし、ステップS 11に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップS 11では、第jフレームについて、目標符号量T_jと発生符号量S_jとの間の誤差E_jが求められ、さらに、その累積値（以下、適宜、累積誤差という）S u m _ Eが求められる。即ち、ステップS 11では、量子化インデックス決定回路25において、T_j - S_jが演算され、これが、誤差E_jとされる。さらに、ステップS 11では、量子化インデックス決定回路25において、誤差E_jが、累積誤差S u m _ Eに加算され、その加算結果が、新たに累積誤差S u m _ Eとされる。

【 0 0 6 1 】

そして、ステップS 12に進み、量子化インデックス決定回路25において、誤差E_jが正であるかどうか判定される。ステップS 12において、誤差E_jが正であると判定された場合、即ち、第jフレームの発生符号量S_jが、目標符号量T_jより少ない場合、ステップS 13に進み、量子化インデックス決定回路25において、累積誤差S u m _ Eが、所定の許容最小値M i n _ S u m _ Eより大きいかが判定される。

【 0 0 6 2 】

ここで、許容最小値M i n _ S u m _ Eは、いままでの発生符号量の総和が、目標符号量の総和を大きく上回ることを防止するためのもので、例えば、0または負の値があらかじめ設定されている。

【 0 0 6 3 】

ステップS 13において、累積誤差S u m _ Eが、許容最小値M i n _ S u m _ Eより大きいと判定された場合、即ち、第jフレームの発生符号量S_jが、その目標符号量T_jより少なく、かつ、いままでの発生符号量の累積値の、目標符号量の累積値に対する誤差が所定の許容範囲内にあり、従って、量子化ステップを小さくして、発生符号量を増加させる必要がある場合、ステップS 14乃至S 17において、どの程度、量子化ステップ（Q _ i n d e x）を小さくするかが決定される。

【 0 0 6 4 】

即ち、量子化インデックス決定回路25では、ステップS 14において、Q _ i n d e xを、1段階下げて、第j + 1フレームを量子化したときの発生符号量の予測値S' _jが、

10

20

30

40

50

例えば次式にしたがって算出される。

【0065】

$$S'_j = (S_j \times \text{mean_}Q_j) / (\text{mean_}Q - 1)$$

【0066】

なお、ここでは、第 j フレームおよび第 $j + 1$ フレームについての、いわゆるグローバルコンプレキシティ (global complexity) (1 フレームの平均量子化インデックスと発生符号量とを乗算したもの) が一定であるとして、発生符号量の予測値 S'_j を求めている。

【0067】

そして、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S15 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より多いかが判定される。ステップ S15 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より多くないと判定された場合、即ち、第 j フレームの量子化に用いた Q_index を 1 段階下げて、第 $j + 1$ フレームを量子化しても、その発生符号量が、目標符号量より小さくなると予測される場合、ステップ S16 に進み、 $\text{mean_}Q$ が 1 だけデクリメントされ、ステップ S14 に戻る。そして、ステップ S15 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より多いと判定されるまで、即ち、量子化ステップを $\text{mean_}Q - 1$ として、第 $j + 1$ フレームを量子化したときの発生符号量が、目標符号量より小さくならないと予測されるまで、 $\text{mean_}Q$ は、ステップ S16 でデクリメントされ続けていく。

【0068】

その後、ステップ S15 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より多いと判定されると、ステップ S17 に進み、第 $j + 1$ フレームの量子化に用いるべき量子化ステップ $\text{mean_}Q$ と、第 j フレームの量子化に用いた量子化ステップ $\text{mean_}Q_j$ との差分 $\text{delta}Q$ が求められる。

【0069】

ここで、後述するステップ S23 乃至 25 では、 Q_index にセットされる Q_I 、 Q_P 、または Q_B が、この $\text{delta}Q$ だけ変更されるが、 Q_I 、 Q_P 、または Q_B が、第 j フレームと第 $j + 1$ フレームとの間で急激に変化すると、それらの間で、画質が急激に変化し、ユーザに違和感を与えることがある。

【0070】

そこで、ステップ S17 では、そのようなことを防止するために、 $\text{delta}Q$ の最大値が制限されるようになされている。即ち、ステップ S17 では、例えば、次式にしたがって、 $\text{delta}Q$ が求められる。

【0071】

$$\text{delta}Q = \min\{\text{max_delta}, \text{mean_}Q - \text{mean_}Q_j\}$$

なお、 $\min\{\}$ は、括弧 $\{\}$ 内の最小値を表す。また、 max_delta は、 $\text{delta}Q$ の上限で、例えば、2 や 3 などが設定される。

【0072】

また、ステップ S13 において、累積誤差 $\text{Sum_}E$ が、許容最小値 $\text{Min_Sum_}E$ より大きくないと判定された場合、即ち、第 j フレームの発生符号量 S_j は、その目標符号量 T_j より少なかったが、発生符号量の累積値が、目標符号量の累積値を越えており、従って、発生符号量を増加させるべきではない場合、ステップ S14 乃至 S16 をスキップして、ステップ S17 に進み、上述したように、 $\text{delta}Q$ が求められる。即ち、この場合、 $\text{mean_}Q - \text{mean_}Q_j = 0$ が、 $\text{delta}Q$ とされる。

【0073】

一方、ステップ S12 において、誤差 E_j が正でないと判定された場合、即ち、第 j フレームの発生符号量 S_j が、目標符号量 T_j 以上の場合、ステップ S18 に進み、量子化インデックス決定回路 25 において、累積誤差 $\text{Sum_}E$ が、所定の許容最大値 $\text{Max_Sum_}E$ より小さいかが判定される。

【0074】

10

20

30

40

50

ここで、許容最大値 Max_Sum_E は、いままでの発生符号量の総和が、目標符号量の総和を大きく下回ることを防止するためのもので、例えば、正の値があらかじめ設定されている。

【0075】

ステップ S 18 において、累積誤差 Sum_E が、許容最大値 Max_Sum_E より小さいと判定された場合、即ち、第 j フレームの発生符号量 S_j が、その目標符号量 T_j 以上で、かつ、いままでの発生符号量の累積値も、目標符号量の累積値以上であり、従って、量子化ステップを大きくして、発生符号量を減少させる必要がある場合、ステップ S 19 乃至 S 21、および S 17 において、どの程度、量子化ステップ (Q_index) を大きくするかが決定される。

10

【0076】

即ち、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S 19 において、 Q_index を、1 段階上げて、第 $j + 1$ フレームを量子化したときの発生符号量の予測値 S'_j が、例えば次式にしたがって算出される。

【0077】

$$S'_j = (S_j \times mean_Q_j) / (mean_Q + 1)$$

【0078】

なお、ここでも、第 j フレームおよび第 $j + 1$ フレームについてのグローバルコンプレキシティが一定であるとして、発生符号量の予測値 S'_j を求めている。

【0079】

20

そして、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S 20 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より少ないかどうか判定される。ステップ S 20 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より少なくないと判定された場合、即ち、第 j フレームの量子化に用いた Q_index を 1 段階上げて、第 $j + 1$ フレームを量子化しても、その発生符号量が、目標符号量より大きくなると予測される場合、ステップ S 21 に進み、 $mean_Q$ が 1 だけインクリメントされ、ステップ S 19 に戻る。そして、ステップ S 20 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より少ないと判定されるまで、即ち、量子化ステップを $mean_Q + 1$ として、第 $j + 1$ フレームを量子化したときの発生符号量が、目標符号量より大きくなると予測されるまで、 $mean_Q$ は、ステップ S 21 でインクリメントされ続けていく。

30

【0080】

その後、ステップ S 21 において、発生符号量の予測値 S'_j が、目標符号量 T_j より少ないと判定されると、ステップ S 17 に進み、上述したようにして、 $deltaQ$ が求められ、ステップ S 22 に進む。

【0081】

ステップ S 22 では、図 3 のステップ S 3 における場合と同様に、第 $j + 1$ フレームのピクチャタイプが判定される。ステップ S 22 において、第 $j + 1$ フレームのピクチャタイプが、I ピクチャ、P ピクチャ、または B ピクチャであると判定された場合、それぞれステップ S 23、S 24、または S 25 に進み、 Q_I 、 Q_P 、または Q_B に、 $deltaQ$ が加算され、その加算値が、新たに Q_I 、 Q_P 、または Q_B とされて、ステップ S 26 に進む。

40

【0082】

ステップ S 26 では、画像データの終了を表すターミネートコード (terminate code) が受信されたかどうか判定され、受信されていないと判定された場合、即ち、まだ符号がすべき画像データがある場合、ステップ S 27 に進み、 j が 1 だけインクリメントされ、図 3 のステップ S 2 に戻る。また、ステップ S 26 において、ターミネートコードが受信されたと判定された場合、処理を終了する。

【0083】

なお、 $mean_Q$ のデクリメントまたはインクリメントが、ステップ S 15 または S 20 それぞれにおける判定処理によって制限されることで、基本的には、V B V バッファに

50

より課せられる条件が満たされる（V B Vバッファのアンダーフローが防止される）。

【0084】

次に、図5は、本発明の画像符号化装置の他の実施の形態の構成を示している。

【0085】

図1の実施の形態においては、2パスエンコーディングが行われるようになされていたが、図5の実施の形態では、いわゆるフィードバック型のレートコントロールにより、いわば1パスで画像の符号化が行われるようになされている。

【0086】

即ち、図6は、図5のエンコーダ31の構成例を示している。なお、図中、図2における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、エンコーダ31は、コンプレクシティ算出回路41および目標符号量算出回路42が新たに設けられている他は、基本的に、図2のエンコーダ1と同様に構成されている。

【0087】

エンコーダ31では、例えば、前述したTM5のステップ1によって目標符号量が設定されることを除けば、図2のエンコーダ1の2パス目と同様の処理が行われることにより、画像が符号化される。即ち、コンプレクシティ算出回路41では、バッファ17のデータ蓄積量、つまり、発生符号量と、量子化インデックス決定回路25が出力する量子化インデックスとから、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャそれぞれについてのコンプレクシティ（complexity）が算出され、目標符号量算出回路42に供給される。目標符号量算出回路42は、コンプレクシティ算出回路41からのコンプレクシティに基づいて、次に符号化するフレームの目標符号量を設定し、量子化インデックス決定回路25に出力する。量子化インデックス決定回路25では、目標符号量算出回路42からの目標符号量に基づき、図3および図4で説明したようにして、マクロブロックごとの量子化インデックスが設定され、量子化回路15に供給される。

【0088】

以上のように、画像を符号化した符号化データの発生符号量を所定の目標符号量に一致させるための第1の変数としての Q_index と、画像の複雑さに対応する第2の変数としてのアクティビティACTとに基づいて、マクロブロックの量子化インデックス MQ_QUANT （量子化ステップ）を設定する場合において、 Q_index を、1フレームの画像の符号化中は固定値とするようにしたので、レートコントロールのために量子化ステップが変化することに起因する復号画像の画質の劣化を防止することができる。

【0089】

さらに、目標符号量に対する発生符号量の誤差、さらには、その累積値に対応して、次のフレームの量子化ステップの設定に用いる Q_index を決めるようにしたので、画像全体に対する発生符号量を、ほぼ、所望の目標符号量とすることが可能となる。

【0090】

なお、以上のように、1フレームの画像の符号化中に Q_index を固定とする場合、1フレームの発生符号量は、目標符号量と一致しないことが多くなることが予想される。しかしながら、例えば、2パスエンコードを行う場合においては、最終的に、全体の発生符号量が、その目標符号量に一致すれば充分であり、従って、V B Vバッファにより課せられる条件を満たしていれば、1フレームの画像の符号化中に Q_index を変更して、1フレームの発生符号量を、その目標符号量と一致させる必要性は少ない。即ち、V B Vバッファにより課せられる条件を満たしていれば、1フレームの画像の符号化中に Q_index を固定としても問題はない。

【0091】

ところで、1フレームの符号化中において Q_index を固定とすると、上述したように、1フレームの発生符号量は、一般に、その目標符号量とは一致しないので、目標符号量は、例えば、発生符号量が目標符号量のある程度上回っても（例えば、発生符号量が目標符号量を20%程度上回っても）、V B Vバッファがアンダーフローしない程度のマージンをみて決定するのが望ましい。

【0092】

しかしながら、そのようにしても、1フレームの画像の符号化中にQ__indexを固定とする場合には(以下、適宜、このように1フレームの画像の符号化中にQ__indexを固定とするモードを、フレーム内固定Qモードという)、その1フレームについての目標符号量に対する発生符号量の誤差が所定の範囲内に確実に収まるという保証はない。

【0093】

即ち、フレーム内固定Qモードにおいては、例えば、目標符号量を、上述のように所定のマージンをみて決定したり、また、mean__Qのデクリメントまたはインクリメントを、図4のステップS15またはS20それぞれにおける判定処理によって制限することによって、基本的には、VBVバッファのアンダーフローを防止することができるが、確実に防止することができるという保証はない(VBVバッファがアンダーフローする確率は低い、その確率が0というわけではない)。

10

【0094】

そこで、VBVバッファがアンダーフローする確率をより0に近づけるために、フレーム内固定Qモードを用いる場合においては、目標符号量に、より大きなマージンをみて、発生符号量が予想を大きく上回ったとしても、VBVバッファがアンダーフローすることを防止する方法がある。

【0095】

しかしながら、目標符号量に、より大きなマージンをみて、不必要に少ない目標符号量を設定した場合には、量子化ステップも不必要に大きくなり、復号画像の画質が劣化する。一方、マージンを小さくみて、目標符号量を十分に少なく設定しなかった場合には、VBVバッファがアンダーフローすることになる。従って、目標符号量にマージンを見るだけでは、復号画像の高画質化(画質の劣化の防止)を図り、かつVBVバッファのアンダーフローを確実に防ぐのは困難である。

20

【0096】

そこで、復号画像の画質を向上させるとともに、VBVバッファがアンダーフローする確率をより0に近づけるために、図1のエンコーダ1(図6のエンコーダ31についても同様)には、その動作モードを、1フレームの画像の符号化中にQ__indexを固定とするフレーム内固定Qモードと、従来と同様に1フレームの画像の符号化中にQ__indexを可変とするモード(以下、適宜、フレーム内レートコントロールモードという)とを適応的に設定させて量子化を行わせる(以下、適宜、このように量子化の際の動作モードを適応的に切り換える方法を、適応切り換え法という)。

30

【0097】

即ち、目標符号量に対する発生符号量の誤差が大きくなっても、VBVバッファがアンダーフローする確率が限りなく0に近い場合においては、フレーム内固定Qモードを設定し、目標符号量に対する発生符号量の誤差が大きくなると、VBVバッファがアンダーフローする確率が高くなる場合(目標符号量と発生符号量とがほぼ一致していないと、VBVバッファがアンダーフローする場合)においては、フレーム内レートコントロールモードを設定するようにする。

【0098】

ここでは、例えば、次のような3通りの場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定し、それ以外の場合に、フレーム内固定Qモードを設定することとする。

40

【0099】

即ち、第1に、Q__indexが極端に小さい場合、第2に、フレーム単位についての発生符号量が、目標符号量を所定の割合だけ上回った場合、および第3に、例えば、GOPの期間などの所定の期間における目標符号量の総和から求められる、その所定の期間におけるビットレートが、可変レート符号化に規定されている最高レートなどの所定の閾値を所定の割合だけ上回った場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定し、それ以外の場合は、フレーム内固定Qモードを設定する。

【0100】

50

ここで、以上のような場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定するのは、次のような理由による。

【0101】

即ち、例えば、いま符号しようとしている画像が、平坦で、かつ動きのほとんどない静止画のようなものである場合において、 Q_index が、1や2などの極端に小さな値に設定されたときには、その後に、複雑な画像が入力されると、1や2などの極端に小さな値の Q_index に基づいて量子化が行われる。この場合、発生符号量が極端に増加し、複雑な画像を数フレーム（1フレームや2フレームなど）符号化しただけで、VBVバッファがアンダーフローするおそれがあるため、フレーム内レートコントロールモードを設定することにより、画像が平坦なものから複雑なものとなった場合でも、発生符号量が

10

【0102】

また、図7に細い実線で示すように、発生符号量が目標符号量に一致していれば、VBVバッファがアンダーフローしないが、同図に太い実線で示すように、あるフレームで、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ると、VBVバッファがアンダーフローする場合がある。なお、図7における太い実線は、左から4番目のPピクチャのフレームにおいて、発生符号量が目標符号量を50%上回ることにより、VBVバッファがアンダーフローした様子を示している。

【0103】

そこで、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定した場合に、VBVバッファがアンダーフローするときには、フレーム内レートコントロールモードを設定することにより、発生符号量を目標符号量にほぼ一致させるようにする。

20

【0104】

なお、発生符号量が目標符号量をどの程度の割合以上上回ったと仮定するかは、即ち、VBVバッファからのデータの読み出しが、目標符号量にどの程度のマージンを加えた符号量だけあったと仮定するかは、例えば、 Q_index などに基づいて決めるのが望ましい。これは、上述したように、 Q_index が小さい場合には、発生符号量が極端に増加することがあるためであり、従って、 Q_index が小さいほど、マージンは大きくとるのが望ましい（例えば、 Q_index が小さい場合または大きい場合には、目標符号量の100%または50%程度のマージンをそれぞれとるようにする）。

30

【0105】

次に、例えば、2パスエンコーディングなどのような可変レートでの符号化を行う場合には、符号化データのビットレートはダイナミックに変動する。そして、例えば、MPEG2などでは、可変レートでの符号化の際に、システムがとり得るビットレートの最高値が規定されている必要があり、VBVバッファのデータ蓄積量も、この最高のビットレートに基づいて計算されるようになされている。

【0106】

即ち、VBVバッファへのデータの蓄積は、例えば、最高のビットレートで行われるとして、そのデータ蓄積量が計算される。従って、符号化データのビットレートが、最高のビットレートと比較して充分低い場合、VBVバッファへの符号化データの供給量が、そこからの読み出し量に対して充分多いから、VBVバッファのデータ蓄積量は、その記憶容量に近い値を推移するので、VBVバッファの記憶容量にほぼ等しいような符号化データが突然生じるような特異な場合を除いて、VBVバッファがアンダーフローすることはない。一方、符号化データのビットレートが、最高のビットレートに等しいか、それに近い場合、VBVバッファへの符号化データの供給量が、そこからの読み出し量と等しいか、幾分多い程度であるから、例えば、発生符号量が目標符号量を幾分か上回るフレームが連続したりすると、目標符号量に対する発生符号量の誤差が累積し、VBVバッファのデータ蓄積量が減少していく結果、VBVバッファがアンダーフローする危険性が高くなる。

40

【0107】

そこで、例えば、GOPの期間における目標符号量の総和から、そのGOPにおけるピッ

50

トレート（平均のビットレートなど）を求め、図 8 に示すように、そのビットレートが、最高のビットレートを所定の割合（図 8 においては 75% にしてある）以上上回った場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定して、発生符号量を目標符号量にほぼ一致させるようにする。

【0108】

なお、フレーム内レートコントロールモードのみのよる場合には、前述したような復号画像の画質の劣化が生じるが、フレーム内固定 Q モードとフレーム内レートコントロールモードとを、上述のように適応的に切り換える適応切り換え法による場合には、フレーム内固定 Q モードのみによる場合とほぼ同様の画質の復号画像を得ることができる。これは、次のような理由による。

10

【0109】

即ち、適応切り換え法による場合において、フレーム内レートコントロールモードは、上述の第 1 乃至第 3 の場合に設定されるが、この 3 つの場合は、大きくは、 Q_index が極端に小さい場合と、発生符号量が極端に多い場合とに分けることができる。そして、 Q_index が極端に小さい場合というのは、基本的に、平坦な画像（簡単な画像）の符号化が行われる場合であり、平坦な画像に関しては、その復号画像の画質について、元々大きな問題は生じない。また、発生符号量が極端に多い場合というのは、基本的に、複雑な画像の符号化が行われる場合であり、複雑な画像に関しては、 Q_index が 1 フレームの符号化中に変化しても、隣接するマクロブロックにおける Q_index の違いは、その復号画像の画質にはほとんど影響しない。従って、適応切り換え法によれば、フレーム内固定 Q モードのみを用いる場合とほぼ同様の画質の復号画像を得ることができる。

20

【0110】

また、適応切り換え法では、VBV バッファのアンダーフローをより確実に防止するために、フレーム内レートコントロールモードが設定されるが、VBV バッファのオーバーフローは特に考慮する必要はない。これは、VBV バッファがオーバーフローしそうなときは、VBV バッファへのデータの供給、即ち、記録媒体 3 からの符号化データの読み出しや、伝送路 4 を介しての符号化データの送信を一時停止すれば済むからである。

【0111】

次に、以上のような適応切り換え法により量子化を行う場合の、図 2 の量子化回路 15 および量子化インデックス決定回路 25 の処理について、図 9 乃至図 11 のフローチャートを参照して説明する。

30

【0112】

この場合、量子化インデックス決定回路 25 では、図 9 のステップ S31 乃至 S36 において、図 3 のステップ S1 乃至 S6 における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。

【0113】

そして、ステップ S34 の処理後は、即ち、符号化対象のフレームのピクチャタイプが I ピクチャであり、 Q_index に Q_1 が設定された場合には、ステップ S37 に進み、量子化インデックス決定回路 25 は、外部コンピュータ 2 から GOP_rate を受信し、ステップ S38 に進む。

40

【0114】

即ち、例えば、いま、GOP に 1 フレームだけ I ピクチャが含まれているとすると（通常は、そのようになっている）、その I ピクチャは、GOP を構成するフレームの中で最初に符号化される。適応切り換え法による場合、外部コンピュータ 2 は、GOP の符号化が開始されるタイミングで、その GOP を構成するフレームそれぞれの目標符号量の総和を求め、さらに、その総和から、その GOP 全体にわたっての平均的なビットレート GOP_rate を算出し、量子化インデックス決定回路 25 に供給するようになされており、ステップ S37 では、このようにして外部コンピュータ 2 から供給される GOP の平均的なビットレート GOP_rate が受信され、ステップ S38 に進む。

【0115】

50

また、ステップS 3 5 およびS 3 6 の処理後も、ステップS 3 8 に進み、外部コンピュータ2 から受信した最新のGOP__rate が、エンコーダ1 のビットレートとして規定されている最高値（以下、適宜、最高レートという）MAX の、例えば7 5 % などより高いかどうか、量子化インデックス決定回路2 5 によって判定される。ステップS 3 8 において、GOP__rate が0 . 7 5 MAX より大きいと判定された場合、即ち、上述の第3 の場合に該当する場合、ステップS 4 7 に進み、量子化インデックス決定回路2 5 は、フレーム内レートコントロールモードを設定し、そのモードに対応する量子化処理を行う。そして、その処理の終了後は、ステップS 4 8 に進む。

【0 1 1 6】

ここで、本実施の形態では、符号化データのビットレートを、GOP 単位で計算するようにしているため、そのビットレートGOP__rate が0 . 7 5 MAX より高い場合には、そのGOP を構成するすべてのフレームについて、フレーム内レートコントロールモードが設定される。従って、例えば、符号化データのビットレートを、フレーム単位で計算し、即ち、ビットレートのフレーム単位の平均値を計算し、その平均値がどの程度かを判定するようにすれば、GOP を構成するあるフレームについて、フレーム内レートコントロールモードが設定されても、他のフレームについては、フレーム内固定Q モードが設定され得るようにすることができる。

【0 1 1 7】

一方、ステップS 3 8 において、GOP__rate が0 . 7 5 MAX より大きくないと判定された場合、ステップS 3 9 に進み、Q__index が、例えば4 などの極端に小さな値より小さいかどうか、量子化インデックス決定回路2 5 によって判定される。ステップS 3 9 において、Q__index が4 より小さいと判定された場合、即ち、Q__index が1 乃至3 のうちのいずれかであり、上述の第1 の場合に該当する場合、ステップS 4 7 に進み、フレーム内レートコントロールモードが設定される。また、ステップS 3 9 において、Q__index が4 より小さくないと判定された場合、以下の処理において、Q__index の値が判定され、その判定結果に基づいて、VBVバッファからのデータの読み出し量として仮定する符号量としての、目標符号量とマージンとの加算値の、そのマージンが決定される。

【0 1 1 8】

即ち、ステップS 3 9 において、Q__index が4 より小さくないと判定された場合、ステップS 4 0 に進み、Q__index が比較的小さな値としての、例えば7 より小さいかどうか判定される。ステップS 4 0 において、Q__index が7 より小さいと判定された場合、即ち、Q__index が、比較的小さい、4 乃至6 のうちのいずれかの値である場合、ステップS 4 1 に進み、マージンMargin としての、比較的大きな値としての、例えば $2T_j$ （目標符号量の2 0 0 %）が設定され、ステップS 4 5 に進む。また、ステップS 4 0 において、Q__index が7 より小さくないと判定された場合、ステップS 4 2 に進み、Q__index が中程度の値としての、例えば2 6 より小さいかどうか判定される。

【0 1 1 9】

ステップS 4 2 において、Q__index が2 6 より小さいと判定された場合、即ち、Q__index が、中程度の値としての7 乃至2 5 のうちのいずれかの値である場合、ステップS 4 3 に進み、マージンMargin としての、中程度の値としての、例えば T_j （目標符号量の1 0 0 %）が設定され、ステップS 4 5 に進む。また、ステップS 4 2 において、Q__index が2 6 より小さくないと判定された場合、即ち、Q__index が2 6 以上の大きな値である場合、ステップS 4 4 に進み、マージンMargin としての、小さな値としての、例えば $0.5T_j$ （目標符号量の5 0 %）が設定され、ステップS 4 5 に進む。

【0 1 2 0】

ここで、MPEG では、Q__index としてとり得る値が1 乃至3 1 に規定されており、従って、Q__index が2 6 以上の大きな値である場合というのは、Q__index

10

20

30

40

50

が、26乃至31のうちのいずれかであることを意味する。

【0121】

ステップS45では、符号化対象となっている第jフレームの発生符号量 S_j が、その目標符号量 T_j にマージン $Margin$ を加算した符号量 $T_j + Margin$ であったと仮定した場合に、VBVバッファがアンダーフローするかどうか判定される。ステップS45において、発生符号量 S_j が、符号量 $T_j + Margin$ であったと仮定した際に、VBVバッファがアンダーフローすると判定された場合、即ち、式 $(VBVバッファのデータ蓄積量) - (符号量T_j + Margin) < 0$ が成立する場合、ステップS47に進み、フレーム内レートコントロールモードが設定される。

【0122】

一方、ステップS45において、発生符号量 S_j が、符号量 $T_j + Margin$ であったと仮定しても、VBVバッファがアンダーフローしないと判定された場合、即ち、上述の第1乃至第3のいずれの場合にも該当しない場合、ステップS46に進み、量子化インデックス決定回路25は、フレーム内固定Qモードを設定し、そのモードに対応する量子化処理を行う。そして、その処理の終了後は、ステップS48に進み、図4のステップS26における場合と同様に、ターミネートコードが受信されたかどうか判定され、受信されていないと判定された場合、ステップS49に進み、jが1だけインクリメントされ、ステップS32に戻る。また、ステップS48において、ターミネートコードが受信されたと判定された場合、処理を終了する。

【0123】

次に、図10のフローチャートは、図9のステップS46におけるフレーム内固定Qモードの処理の詳細を示している。

【0124】

この場合、ステップS51乃至S69において、図3のステップS7乃至S9、図4のステップS10乃至S25における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。

【0125】

そして、ステップS67乃至S69において、図4のステップS23乃至S25における場合とそれぞれ同様に、新たな Q_I 、 Q_P 、または Q_B が設定された後は、ステップS70乃至S72にそれぞれ進み、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャを量子化するのに設定した動作モードを記憶するための変数 $prev_I_mode$ 、 $prev_P_mode$ 、または $prev_B_mode$ に、フレーム内固定Qモードを表す $FIXQ$ がセットされ、リターンする。

【0126】

次に、図11のフローチャートは、図9のステップS47におけるフレーム内レートコントロールモードの処理の詳細を示している。

【0127】

フレーム内レートコントロールモードでは、例えば、TM5と同様に、1フレームの符号化中に Q_index を可変にして量子化ステップが設定されて量子化が行われる。

【0128】

即ち、まず最初に、ステップS81において、符号化対象のフレームのピクチャタイプが、量子化インデックス決定回路25によって判定される。ステップS81において、ピクチャタイプが、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャであると判定された場合、それぞれステップS82、S83、またはS84に進み、前回のIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャの量子化の際に設定された動作モードが判定される。

【0129】

即ち、ステップS82乃至S84それぞれでは、 $prev_I_mode$ 、 $prev_P_mode$ 、または $prev_B_mode$ に、 $FIXQ$ がセットされているかどうか判定される。ステップS82乃至S84それぞれにおいて、 $prev_I_mode$ 、 $prev_P_mode$ 、または $prev_B_mode$ に、 $FIXQ$ がセットされていると判定された場合、即ち、前回のIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャがフレーム

10

20

30

40

50

内固定Qモードで量子化されている場合、ステップS 8 5乃至S 8 7にそれぞれ進み、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャについてのTM 5のステップ2で用いられる仮想バッファ d_I 、 d_P 、または d_B が初期化される。

【0130】

ここで、仮想バッファ d_I 、 d_P 、 d_B の初期化は、例えば、次式にしたがって行われる。

【0131】

$d_I = Q_I \times r / 31$, $d_P = Q_P \times r / 31$, $d_B = Q_B \times r / 31$

但し、上式における分母の31は、 Q_index の最大値である。また、 r は、 $2 \times Bit_rate / Picture_rate$ で表され、 Bit_rate または $Picture_rate$ は、それぞれビットレートまたはピクチャレートを表す。

10

【0132】

ステップS 8 5乃至S 8 7それぞれにおいて、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャについての仮想バッファ d_I 、 d_P 、または d_B の初期化が行われた後は、いずれもステップS 8 8に進む。

【0133】

また、ステップS 8 2乃至S 8 4それぞれにおいて、 $prev_I_mode$ 、 $prev_P_mode$ 、または $prev_B_mode$ に、FIX Qがセットされていないと判定された場合、それぞれステップS 8 5乃至S 8 7をスキップして、いずれもステップS 8 8に進み、マクロブロックを量子化する量子化ステップMQ UANTが決定される。即ち、量子化インデックス決定回路25は、発生符号量を目標符号量 T_j に一致させるための第1の変数 Q_index と、符号化対象のマクロブロックの複雑さに対応する第2の変数としての、アクティビティ検出回路24からのアクティビティACTに基づいて、符号化対象のマクロブロックの量子化インデックスMQ UANTを設定し、量子化回路15に出力する。量子化回路15では、量子化インデックス決定回路25からの量子化インデックスMQ UANTに対応する値が、符号化対象のマクロブロックを量子化するのに用いる量子化ステップとして設定される。

20

【0134】

量子化ステップが設定されると、ステップS 8 8からS 8 9に進み、量子化回路15において、その量子化ステップで、符号化対象のマクロブロックが量子化され、ステップS 90に進む。ステップS 90では、1フレーム、即ち、第jフレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したかどうか判定され、終了していないと判定された場合、ステップS 91に進み、第jフレームを構成するマクロブロックのうちの、既に量子化の終了しているマクロブロックまでの目標符号量と発生符号量との差に対応して、仮想バッファ d_I 、 d_P 、または d_B のデータ蓄積量が更新され、ステップS 8 8に戻り、以下、まだ量子化の行われていないマクロブロックを対象に、同様の処理が繰り返される。

30

【0135】

即ち、フレーム内レートコントロールモードでは、仮想バッファ d_I 、 d_P 、または d_B のデータ蓄積量に基づいて、発生符号量 S_j が目標符号量 T_j と一致するように Q_index が適宜変更され(TM 5のステップ2に相当)、そのように適宜変更される Q_index と、符号化対象のマクロブロックの複雑さに対応して変化するアクティビティACTとから、最終的なマクロブロックごとの量子化インデックスMQ UANTが決定される(TM 5のステップ3に相当)。従って、ここでは、マクロブロックごとの量子化インデックスMQ UANT、即ち、量子化ステップは、画像の複雑さに対応しても変化するし、レートコントロールのためにも変化するので、発生符号量 S_j が目標符号量 T_j と一致するようになり、V B Vバッファのアンダーフローを確実に防止することができる。

40

【0136】

一方、ステップS 90において、第jフレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したと判定された場合、ステップS 92に進み、第jフレームを構成するマクロブロックのうち、最後のマクロブロックを量子化するのに用いた Q_index が、それを保持するための変数 $last_Q_j$ にセットされる。

50

【0137】

なお、 $last_Q_j$ には、 Q_index そのものではなく、その Q_index とアクティビティACTとから求められた量子化インデックスをセットすることも可能である。但し、 $last_Q_j$ は、後述するステップS95乃至97それぞれにおいて、 Q_I 、 Q_P 、または Q_B にセットされ、次に符号化を行うフレームの最初のマクロブロックを量子化するときの Q_index として用いられるため、 Q_index そのものをセットするのが好ましい。

【0138】

また、ここでは、 $last_Q_j$ に、最後のマクロブロックについての Q_index をセットするようにしたが、その他、例えば、1フレームのマクロブロックすべてについての Q_index の平均値などをセットするようにしても良い。

10

【0139】

ステップS92の処理後は、ステップS93に進み、図4のステップS11における場合と同様に、 E_j および Sum_E が求められ、ステップS93に進む。ステップS93では、次のフレーム、即ち、第 $j+1$ フレームのピクチャタイプが判定される。ステップS93において、第 $j+1$ フレームのピクチャタイプが、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャであると判定された場合、それぞれステップS95、S96、またはS97に進み、 Q_I 、 Q_P 、または Q_B に、ステップS92で得られた $last_Q_j$ がセットされ、ステップS98、S99、またはS100にそれぞれ進む。

【0140】

20

ステップS98乃至S100それぞれでは、第 j フレームの画像であるIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャを量子化するのに設定した動作モードを記憶するための変数 $prev_I_mode$ 、 $prev_P_mode$ 、または $prev_B_mode$ に、フレーム内レートコントロールモードを表すRCがセットされ、リターンする。

【0141】

以上のように、フレーム内固定Qモードとフレーム内レートコントロールモードとを適応的に設定するようにしたので、復号画像の画質の向上を図るとともに、VBVバッファのアンダーフローをより確実に防止することが可能となる。

【0142】

なお、以上の適応切り換え法による量子化は、図5に示したフィードバック型のレートコントロールにより1パスで画像の符号化を行う装置にも適用することができる。

30

【0143】

以上、本発明を、可変レートで符号化を行う画像符号化装置に適用した場合について説明したが、本発明は、固定レートで符号化を行う場合にも適用可能である。

【0144】

なお、本発明は、上述したように、2パスエンコーディングを行う場合、および1回で符号化を行う場合のいずれの場合にも適用可能であるが、2パスエンコーディングに適用する場合が、特に、その効果が大きい。

【0145】

さらに、図1の実施の形態では、外部コンピュータ2からエンコーダ1に目標符号量を送信し、エンコーダ1において量子化インデックスを決定するようにしたが、量子化インデックスは、外部コンピュータ2において決定し、エンコーダ1に送信するようにすることも可能である。

40

【0146】

また、本実施の形態では、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャについての Q_I 、 Q_P 、 Q_B をそれぞれ独立に決定するようにしたが、Iピクチャ、Pピクチャについての Q_I 、 Q_P は共通（同一の値）にすることができる。即ち、 Q_I と Q_P は、同一の値とした方が、画質が良くなることが知られている。また、Iピクチャは、通常、1GOPに1つしかなく、従って、 Q_I の決定（更新後）後、その Q_I は、次のGOPのIピクチャまで用いられない。さらに、 Q_I と Q_P とを同一の値にすれば、IピクチャとPピクチャそれぞれについて場

50

合分けをして、 Q_I 、 Q_P を更新する必要がなくなり、処理の高速化を図ることが可能となる。以上の理由から、 Q_I と Q_P は、同一の値とするのが望ましい。

【0147】

さらに、本実施の形態においては、量子化回路15において、DCT回路14が出力するDCT係数を量子化するようにしたが、本発明は、DCT係数以外の直交変換係数を量子化する場合にも適用可能である。

【0148】

【発明の効果】

本発明の第1の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出し、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、フレーム単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

10

本発明の第2の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量に基づいて、画像の各GOPに割り当てる目標符号量を算出し、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、GOP単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

20

本発明の第3の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出し、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出し、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、フレーム単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

30

従って、符号画像の画質を向上させるとともに、発生符号量を目標符号量に一致させることが可能となる。

【0149】

本発明の第4の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量を符号化難易度として算出し、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各GOPに割り当てる目標符号量を算出し、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、GOP単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

40

本発明の第5の画像符号化装置および方法によれば、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフ

50

ローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、ブロック単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

本発明の第6の画像符号化装置および方法によれば、画像の所定期間における目標符号量の総和から算出されたビットレートが、可変レート符号化に規定されている最高レートを所定の割合以上上回った場合、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、画像の所定期間における所定目標符号量の総和から算出されたビットレートが、可変レート符号化に規定されている最高レートを所定の割合以上上回っていない場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、ブロック単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

10

従って、符号画像の画質を向上させるとともに、発生符号量を目標符号量に一致させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像符号化装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1のエンコーダ1の構成例を示すブロック図である。

【図3】図2の量子化回路15および量子化インデックス決定回路25の処理を説明するためのフローチャートである。

20

【図4】図3のフローチャートに続くフローチャートである。

【図5】本発明の画像符号化装置の他の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図6】図5のエンコーダ31の構成例を示すブロック図である。

【図7】発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回った場合に、V B Vバッファがアンダーフローすることを説明するための図である。

【図8】1 GOPのビットレートの平均値の時間変化を示す図である。

【図9】適応切り換え法による量子化を行う場合の量子化回路15および量子化インデックス決定回路25の処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】図9のステップS46におけるフレーム内固定Qモードの処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

30

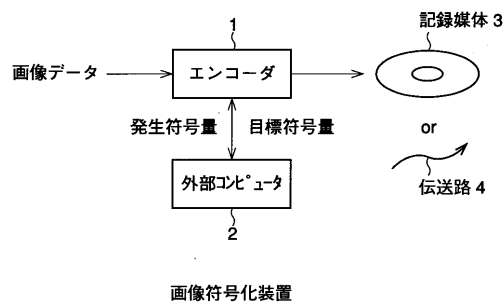
【図11】図9のステップS47におけるフレーム内レートコントロールモードの処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

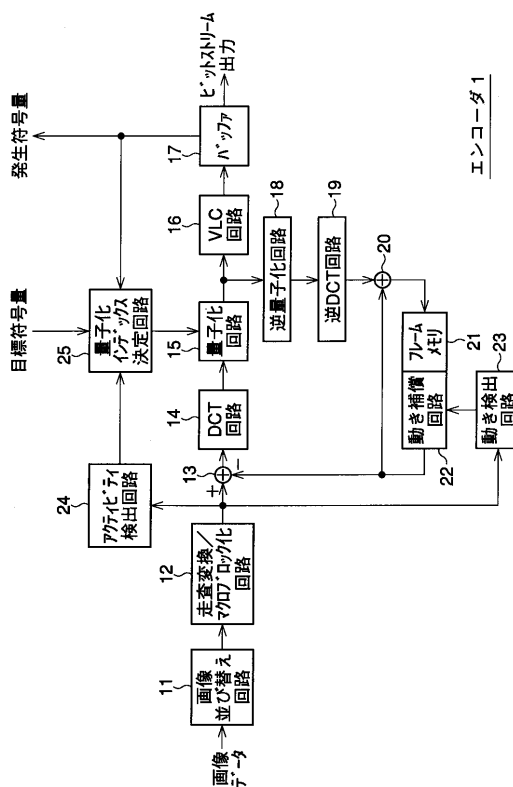
1 エンコーダ, 2 外部コンピュータ, 3 記録媒体, 4 伝送路, 11 画像並び替え回路, 12 走査変換/マクロブロック化回路, 13 演算器, 14 DCT回路(直交変換手段), 15 量子化回路(量子化手段), 16 VLC回路, 17 バッファ, 18 逆量子化回路, 19 逆DCT回路, 20 演算器, 21 フレームメモリ, 22 動き補償回路, 23 動き検出回路, 24 アクティビティ検出回路, 25 量子化インデックス決定回路(設定手段), 31 エンコーダ, 41 コンプレキシティ算出回路, 42 目標符号量算出回路

40

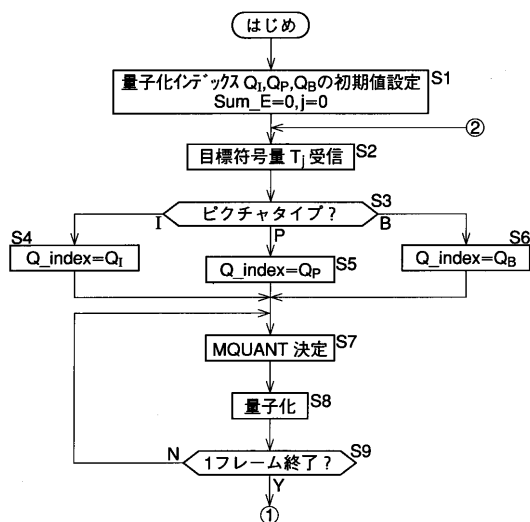
【图 1】



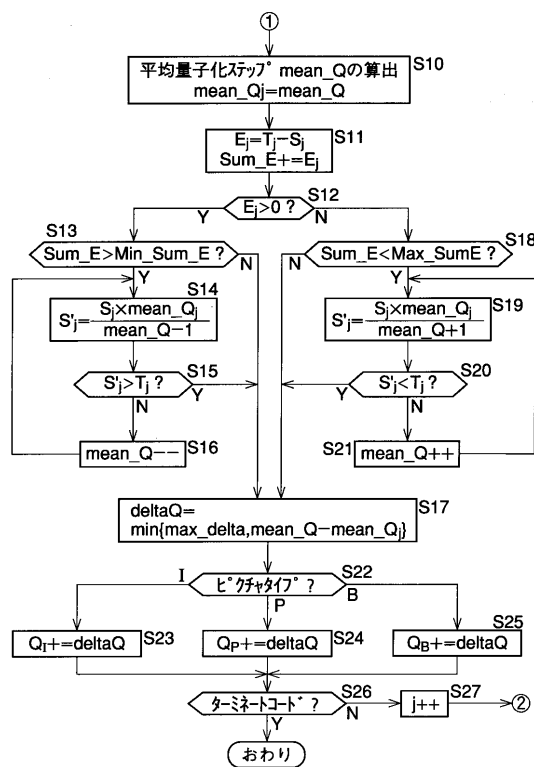
【圖 2】



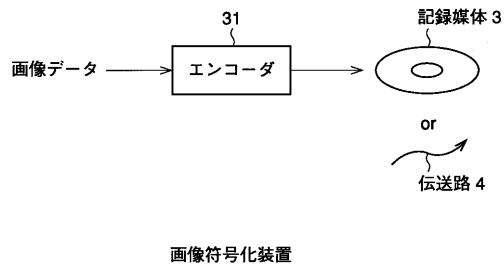
【 図 3 】



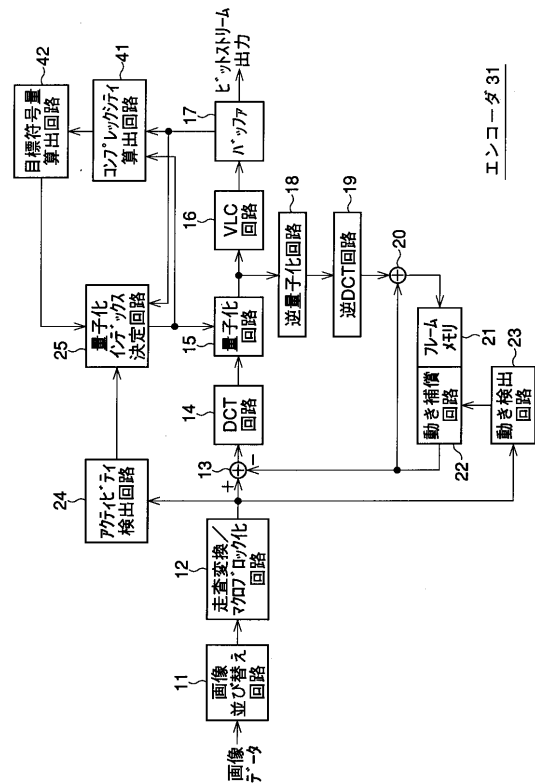
【 図 4 】



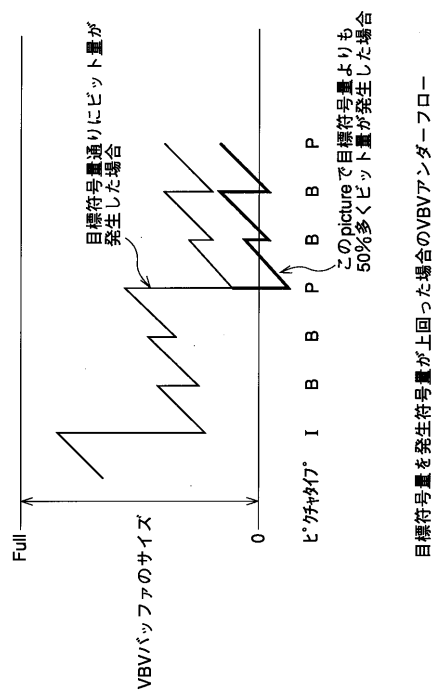
【図5】



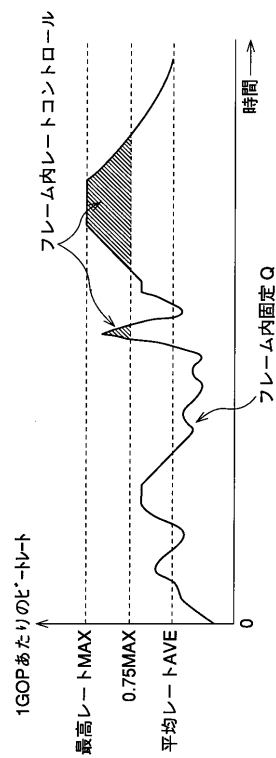
【図6】



【図7】

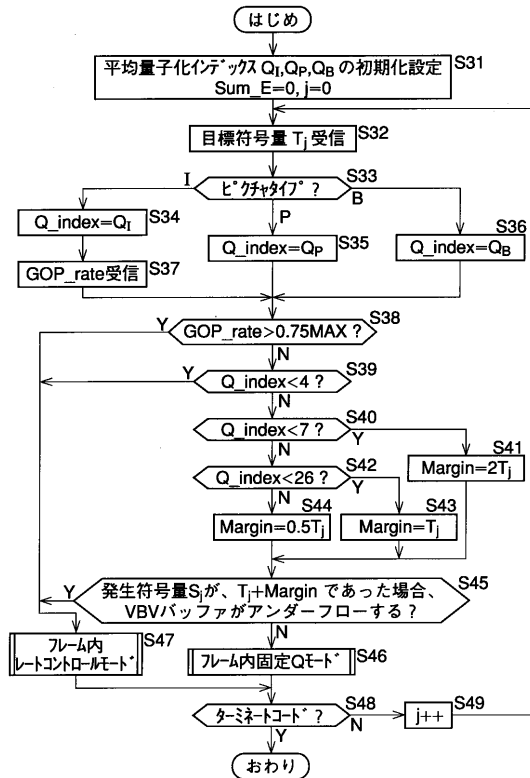


【図8】

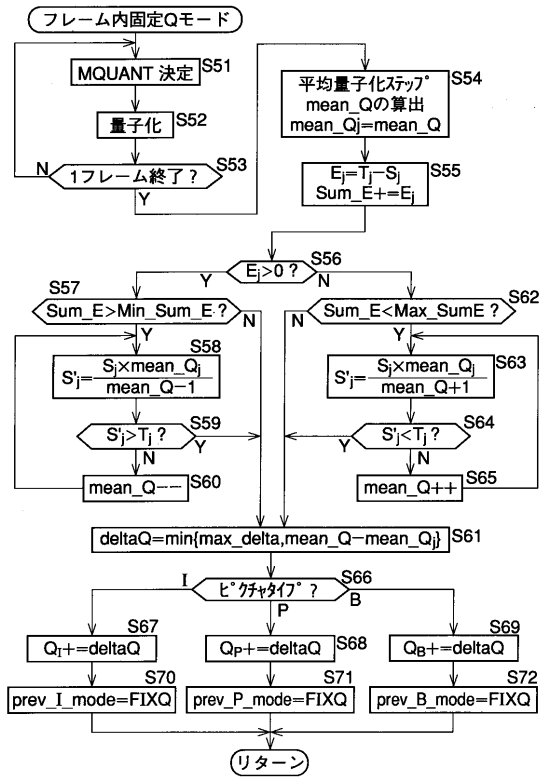


可変レートにおけるフレーム内レートコントロールモードの切り替え例

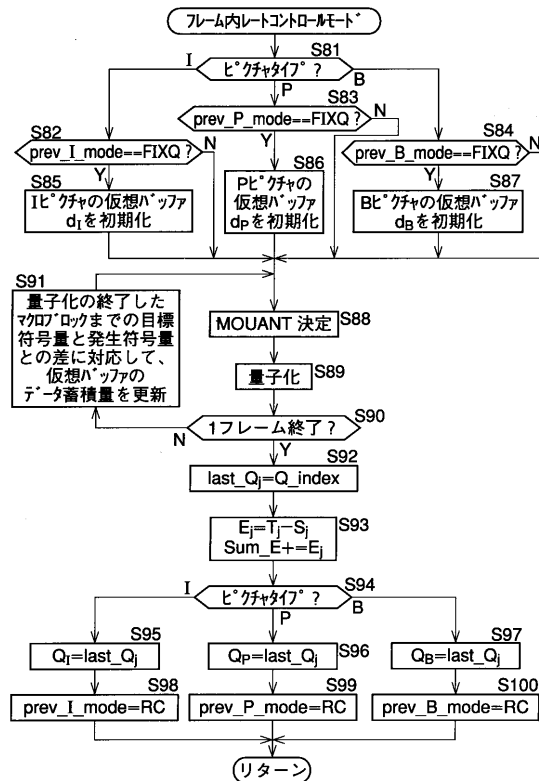
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 8 - 2 3 7 6 5 7 (J P , A)
国際公開第 9 4 / 2 4 8 2 2 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H04N 7/24 - 7/68