

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5286581号
(P5286581)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl. F I
H04N 7/32 (2006.01) H04N 7/137 Z

請求項の数 14 (全 52 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-514773 (P2012-514773) | (73) 特許権者 | 000004226 |
| (86) (22) 出願日 | 平成23年5月2日(2011.5.2) | | 日本電信電話株式会社 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2011/060522 | | 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 |
| (87) 国際公開番号 | W02011/142291 | (74) 代理人 | 100064908 |
| (87) 国際公開日 | 平成23年11月17日(2011.11.17) | | 弁理士 志賀 正武 |
| 審査請求日 | 平成24年8月24日(2012.8.24) | (74) 代理人 | 100108453 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-109878 (P2010-109878) | | 弁理士 村山 靖彦 |
| (32) 優先日 | 平成22年5月12日(2010.5.12) | (74) 代理人 | 100141139 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | 弁理士 及川 周 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-109877 (P2010-109877) | (72) 発明者 | 北原 正樹 |
| (32) 優先日 | 平成22年5月12日(2010.5.12) | | 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | 本電信電話株式会社内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-109876 (P2010-109876) | (72) 発明者 | 清水 淳 |
| (32) 優先日 | 平成22年5月12日(2010.5.12) | | 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | 本電信電話株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動画像符号化制御方法、動画像符号化装置および動画像符号化プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項2】

デコーダにおける仮想バッファが破綻しないように発生符号量を制御して入力映像信号を符号化する動画像符号化制御方法であって、

所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである符号化順ピクチャ群の各ピクチャについて、所定の符号化パラメータに従って順次符号化するステップと、

前記ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの符号化において利用した量子化パラメータ情報をもとに当該ピクチャの量子化統計量を算出し、前記量子化統計量が所定の閾値を超えたか否かを検査するステップと、

前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えた場合に、前記符号化パラメータを符号化による発生符号量が減少するように変更し、符号化中の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから変更後の符号化パラメータを用いて再符号化するステップと

を有し、

前記順次符号化するステップでは、前記符号化順ピクチャ群の各ピクチャを、再符号化回数を示すリトライカウントに応じて設定された符号化パラメータに従って順次符号化し、

前記再符号化するステップでは、前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えた場合に、前記リトライカウントを増加させ、前記符号化パラメータを前記リトライカウントの値が大きいほど符号化による発生符号量が減少する符号化パラメータに変更する

動画像符号化制御方法。

【請求項 3】

請求項 2 記載の動画像符号化制御方法において、

前記符号化順ピクチャ群における最終ピクチャの符号化が完了するまで、符号化した各ピクチャの量子化統計量が前記所定の閾値を超えなかった場合に、前記仮想バッファの残符号量を調べ、前記残符号量が所定の残符号量閾値未満または前記リトライカウントが 0 であれば、前記リトライカウントの値を変更せず、前記残符号量が前記残符号量閾値以上かつ前記リトライカウントが 0 でなければ、前記リトライカウントを減少させるステップを有する

動画像符号化制御方法。

10

【請求項 4】

請求項 2 記載の動画像符号化制御方法において、

前記符号化順ピクチャ群における最終ピクチャの符号化が完了するまで、符号化した各ピクチャの量子化統計量が前記所定の閾値を超えなかった場合に、前記リトライカウントを減少させるステップを有する

動画像符号化制御方法。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の動画像符号化制御方法において、

前記符号化パラメータは、量子化パラメータもしくは前記入力映像信号に対するプレフィルタのフィルタ強度、またはその双方であり、前記符号化パラメータが前記量子化パラメータの場合には、前記リトライカウントの値が大きいほど、前記量子化パラメータのステップサイズが大きい符号化パラメータが設定され、前記符号化パラメータが前記プレフィルタの前記フィルタ強度の場合には、前記リトライカウントの値が大きいほど、フィルタリング処理によるぼかし度合いが大きい符号化パラメータが設定される

動画像符号化制御方法。

20

【請求項 6】

デコーダにおける仮想バッファが破綻しないように発生符号量を制御して入力映像信号を符号化する動画像符号化制御方法であって、

画面内予測符号化ピクチャを先頭とする所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである符号化順ピクチャ群の各ピクチャについて、所定の符号化パラメータに従って順次符号化するステップと、

前記ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの符号化において利用した量子化パラメータ情報をもとに当該ピクチャの量子化統計量を算出し、前記量子化統計量が所定の閾値を超えたか否かを検査するステップと、

前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えた場合に、前記符号化パラメータを符号化による発生符号量が減少するように変更し、リトライポイントとして設定された符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから変更後の符号化パラメータを用いて再符号化するステップと、

前記符号化順ピクチャ群の符号化が完了したときに、前記仮想バッファの残符号量を調べ、前記残符号量が所定の残符号量閾値以上であれば、前記リトライポイントを次の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャに設定し、前記仮想バッファの前記残符号量が前記所定の残符号量閾値未満であれば、前記リトライポイントを変更せず、前記次の符号化順ピクチャ群の前記先頭ピクチャの符号化において前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えなかったときに、前記リトライポイントを当該符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャに設定するステップとを有する

動画像符号化制御方法。

30

40

【請求項 7】

デコーダにおける仮想バッファが破綻しないように発生符号量を制御して入力映像信号を符号化する動画像符号化制御方法であって、

所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである符号化順ピ

50

クチャ群の各ピクチャについて、所定の符号化パラメータに従って順次符号化するステップと、

前記ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの符号化において利用した量子化パラメータ情報をもとに当該ピクチャの量子化統計量を算出し、前記量子化統計量が所定の閾値を超えたか否かを検査するステップと、

前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えた場合に、前記符号化パラメータを符号化による発生符号量が減少するように変更し、符号化中の符号化順ピクチャ群においてリトライポイントとして設定されたピクチャから変更後の符号化パラメータを用いて再符号化するステップと、

再符号化時に、再符号化対象のピクチャとして遡ることができる最大のピクチャ数である最大ピクチャ間距離をもとに、前記再符号化を開始するピクチャの位置を示すリトライポイントを設定するステップとを有する

動画像符号化制御方法。

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 記載の動画像符号化制御方法において、

前記符号化順ピクチャ群の再符号化において当該符号化順ピクチャ群の最終のピクチャの符号化が完了するまで、符号化した各ピクチャの量子化統計量が前記所定の閾値を超えなかった場合に、次の符号化順ピクチャ群の符号化に用いる符号化パラメータを、通常の符号化時の符号化パラメータ値に戻す

動画像符号化制御方法。

【請求項 9】

請求項 6 または請求項 7 記載の動画像符号化制御方法において、

前記符号化順ピクチャ群の再符号化において、当該符号化順ピクチャ群の最終のピクチャの符号化が完了するまで、前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えなかった場合に、前記仮想バッファの残符号量を調べ、前記残符号量が所定の残符号量閾値未満であれば、次の符号化順ピクチャ群の符号化に用いる符号化パラメータを変更せず、前記残符号量が前記所定の残符号量閾値以上であれば、前記符号化パラメータを通常の符号化時の符号化パラメータ値に戻す

動画像符号化制御方法。

【請求項 10】

請求項 6 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の動画像符号化制御方法において、

前記符号化パラメータは、量子化パラメータもしくは前記入力映像信号に対するプレフィルタのフィルタ強度、またはその双方であり、前記符号化順ピクチャ群の再符号化時に、前記符号化パラメータが前記量子化パラメータの場合には、再符号化時に前記量子化パラメータのステップサイズを大きくし、前記符号化パラメータが前記プレフィルタの前記フィルタ強度の場合には、フィルタリング処理によるぼかし度合いを大きくする符号化パラメータの変更を行う

動画像符号化制御方法。

【請求項 12】

デコーダにおける仮想バッファが破綻しないように発生符号量を制御して入力映像信号を符号化する動画像符号化装置であって、

所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである符号化順ピクチャ群の各ピクチャについて、所定の符号化パラメータに従って順次符号化する符号化部と、

前記ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの符号化において利用した量子化パラメータ情報をもとに当該ピクチャの量子化統計量を算出し、前記量子化統計量が所定の閾値を超えたか否かを検査し、前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えたことを検出した場合にリトライ情報を出力する量子化統計量計算部と、

前記リトライ情報が出力された場合に、前記符号化パラメータを符号化による発生符号量が減少するように変更し、変更された符号化パラメータを前記符号化部へ通知するパラ

10

20

30

40

50

メータ調整部とを備え、

前記符号化部は、前記リトライ情報が出力された場合に、符号化中の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから、前記パラメータ調整部が変更した符号化パラメータを用いて前記入力映像信号を再符号化し、

前記符号化部は、前記符号化順ピクチャ群の各ピクチャを、再符号化回数を示すリトライカウントに応じて設定された符号化パラメータに従って順次符号化し、

前記動画像符号化装置は、前記リトライ情報が出力された場合に、前記リトライカウントを増加させ、前記符号化順ピクチャ群における最終ピクチャの符号化が完了するまで、前記リトライ情報が出力されなかった場合に、前記リトライカウントを減少させるリトライカウント管理部を備え、

前記パラメータ調整部は、前記リトライカウントに応じて定められた、前記リトライカウントの値が大きいほど符号化による発生符号量が減少する符号化パラメータを設定し、設定された符号化パラメータを前記符号化部へ通知する

動画像符号化装置。

【請求項 13】

請求項 12 記載の動画像符号化装置において、

前記符号化順ピクチャ群における最終ピクチャまで、前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えないで符号化が完了した場合に、前記仮想バッファの残符号量が所定の残符号量閾値以上か否かによりパラメータ変更要またはパラメータ変更不要を示すパラメータ変更有無情報を出力するバッファ状態予測部を備え、

前記リトライカウント管理部は、前記バッファ状態予測部から前記パラメータ変更有無情報を入力した場合に、前記パラメータ変更有無情報がパラメータ変更不要を示すかまたは前記リトライカウントが 0 であれば、前記リトライカウントの値を変更せず、前記パラメータ変更有無情報がパラメータ変更要を示しかつ前記リトライカウントが 0 でなければ、前記リトライカウントを減少させる

動画像符号化装置。

【請求項 14】

デコーダにおける仮想バッファが破綻しないように発生符号量を制御して入力映像信号を符号化する動画像符号化装置であって、

所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである符号化順ピクチャ群の各ピクチャについて、所定の符号化パラメータに従って順次符号化する符号化部と、

前記ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの符号化において利用した量子化パラメータ情報をもとに当該ピクチャの量子化統計量を算出し、前記量子化統計量が所定の閾値を超えたか否かを検査し、前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えたことを検出した場合にリトライ情報を出力する量子化統計量計算部と、

前記リトライ情報が出力された場合に、前記符号化パラメータを符号化による発生符号量が減少するように変更し、変更された符号化パラメータを前記符号化部へ通知するパラメータ調整部と、

前記符号化順ピクチャ群の符号化が完了したときに、前記仮想バッファの残符号量を調べ、前記残符号量が所定の残符号量閾値以上であるか否かを判定するバッファ状態予測部と、

前記バッファ状態予測部の判定結果に従って、前記仮想バッファの前記残符号量が前記所定の残符号量閾値以上であれば、リトライポイントを次の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャに設定し、前記仮想バッファの前記残符号量が前記所定の残符号量閾値未満であれば、前記リトライポイントを変更せず、次の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャの符号化において前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えなかったときに、前記リトライポイントを当該符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャに設定するリトライポイント管理部とを備え、

前記符号化部は、前記リトライ情報が出力された場合に、前記リトライポイントとして

10

20

30

40

50

設定された符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから、前記パラメータ調整部が変更した符号化パラメータを用いて前記入力映像信号を再符号化する

動画像符号化装置。

【請求項 15】

デコーダにおける仮想バッファが破綻しないように発生符号量を制御して入力映像信号を符号化する動画像符号化装置であって、

所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである符号化順ピクチャ群の各ピクチャについて、所定の符号化パラメータに従って順次符号化する符号化部と、

前記ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの符号化において利用した量子化パラメータ情報をもとに当該ピクチャの量子化統計量を算出し、前記量子化統計量が所定の閾値を超えたか否かを検査し、前記量子化統計量が前記所定の閾値を超えたことを検出した場合にリトライ情報を出力する量子化統計量計算部と、

前記リトライ情報が出力された場合に、前記符号化パラメータを符号化による発生符号量が減少するように変更し、変更された符号化パラメータを前記符号化部へ通知するパラメータ調整部と、

再符号化時に、再符号化対象のピクチャとして遡ることができる最大のピクチャ数である最大ピクチャ間距離をもとに、前記再符号化を開始するピクチャの位置を示すリトライポイントを設定するリトライポイント管理部とを備え、

前記符号化部は、前記リトライ情報が出力された場合に、符号化中の符号化順ピクチャ群において前記リトライポイントとして設定されたピクチャから、前記パラメータ調整部が変更した符号化パラメータを用いて前記入力映像信号を再符号化する

動画像符号化装置。

【請求項 16】

請求項 2 から請求項 10 までのいずれか 1 項に記載の動画像符号化制御方法を、コンピュータに実行させるための動画像符号化プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、仮想デコーダにおける符号化ピクチャバッファ（CPB：Coded Picture Buffer）等の仮想バッファの破綻が生じないように、かつ画質の劣化が大きくなるように映像信号を符号化するための動画像符号化技術に関するものである。

本願は、2010年5月12日に日本へ出願された日本特願2010-109874号、日本特願2010-109875号、日本特願2010-109876号、日本特願2010-109877号、日本特願2010-109878号に対して優先権を主張し、それらの内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

映像信号の符号化では、デコーダを破綻させないように符号化を行う必要がある。H.264符号化方式では、デコーダをモデル化した仮想デコーダHRD（Hypothetical Reference Decoder）を規定している。H.264の符号化器は、仮想デコーダを破綻させないように符号化をする必要がある。本発明は、仮想デコーダのCPBの破綻、具体的にはCPBのアンダーフローを抑制しつつ、画質の劣化を軽減するための技術である。

【0003】

図1に、CPBアンダーフローの概念図を示す。固定ビットレートの場合、そのビットレートでCPBに符号化ストリームが入力される（図1の参照符号RS1）。各時刻におけるCPB内の符号化ストリームのデータ量を「残符号量」と呼ぶ。仮想デコーダは、各ピクチャに対応した符号化ストリームをCPBから引き抜く。その際には、瞬時に当該ピクチャに対応した符号量分だけCPB残符号量が減少する。図1では、固定ビットレートの場合の例を示したが、可変ビットレートの場合も同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

C P B アンダーフローとは、図 1 に示すように、仮想デコーダがピクチャの符号化ストリームを C P B から引き抜こうとしたときに、C P B 内に当該ピクチャの符号化ストリームが不足している状況をいう。H . 2 6 4 に基づく符号化では、符号化を行いながら C P B の状態を検証し、C P B アンダーフローを生じさせないストリームを作成する必要がある。前述のように、仮想デコーダの C P B は、H . 2 6 4 において規格化されており、さらなる詳細は、例えば下記の非特許文献 1 に記載されている。

【 0 0 0 5 】

なお、他の符号化標準においても C P B と同じ概念が規定されている。例えば M P E G (Moving Picture Experts Group) - 2 では、V B V (Video Buffering Verifier) があ

10

【 0 0 0 6 】

映像信号の符号化方法には、1 パス符号化とマルチパス符号化という技術がある。1 パス符号化では、一般的に入力映像のピクチャを逐次的に符号化していく。一方でマルチパス符号化では、入力映像を複数回符号化する。2 パス符号化では、1 回符号化した結果を利用して、2 回目の符号化を行う。以下、1 パス符号化の従来技術を「従来技術 a」、2 パス符号化の従来技術を「従来技術 b」として説明する。

【 0 0 0 7 】

20

< 従来技術 a >

1 パス符号化では、入力されるピクチャを逐次的に符号化するため、符号化対象ピクチャより未来のピクチャの性質が分からない。そこで、過去に符号化したピクチャの発生符号量等から未来のピクチャの複雑度を推定し、C P B アンダーフローを抑制する。例えば、特許文献 1 の技術では、各ピクチャの符号化前に、過去に符号化した結果から得られた映像の複雑度を、G O P (Group Of Pictures) の残りの映像の複雑度の推定値とする。その複雑度の推定値を前提として、C P B の残符号量から G O P の残りの映像の符号化に利用できる最大の符号量を発生させる量子化パラメータを推定し、これを符号化対象ピクチャの符号化の量子化パラメータの下限値として利用することで、C P B アンダーフローを抑制する。このため、単純なシーンから複雑なシーンに移るような場合においては、単純

30

【 0 0 0 8 】

< 従来技術 b >

2 パス符号化では、入力映像の全ピクチャを符号化し、その際に発生した各ピクチャの符号量を 2 回目の符号化で利用する。この方法では、1 パス符号化の場合と異なり、2 回目の符号化時に映像の各部分の複雑さが分かることから、画質の劣化を抑えつつ C P B アンダーフローを抑制できることを期待できる。例えば特許文献 2 の技術では、1 回目の符号化で各フレームの複雑度を求め、各フレームの割り当て符号量を求める。そして、この割り当て符号量で C P B アンダーフローが生じるか否かを検証し、C P B アンダーフローが生じる場合には割り当て符号量を修正する。このように、各フレームの複雑度が分かっているため、C P B アンダーフローを抑制しつつも画質を保つことが期待できる。しかしながら、この方法は入力映像の全フレームを 2 回符号化するため、多くの演算量を要するという問題がある。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 日本特開 2 0 0 6 - 2 9 5 5 3 5 号公報

【 特許文献 2 】 日本特開 2 0 0 3 - 0 1 8 6 0 3 号公報

50

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】角野，菊池，鈴木，“改訂三版H. 264 / AVC教科書”，インプレスR & D発行，2009，pp.189-191．

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

前述した従来技術aでは，既に符号化済みの情報のみを利用して符号化制御を行うため，CPBアンダーフロー抑制による大きな画質劣化が避けられないという問題がある。画質劣化に対する単純な回避方法としては，量子化パラメータの上限閾値を設定することも考えられる。しかし，この対処方法では，CPBアンダーフローを誘発することになる。

10

【0012】

一方で，従来技術bによれば，画質劣化を抑えつつCPBアンダーフローを抑制することができるものの，演算量が多いという問題がある。

【0013】

本発明は，上記課題の解決を図り，従来の2パス符号化（従来技術b）よりも少ない演算量で，CPBアンダーフローを抑制しつつも，従来の1パス符号化（従来技術a）で生じるような大きな画質劣化を軽減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明を説明するにあたり，「符号化順ピクチャ群」と「量子化統計量」を定義する。符号化順ピクチャ群は，所定数のピクチャで構成され，符号化順で連続するピクチャの集まりである。典型的な符号化順ピクチャ群の例はGOP (Group Of Pictures) である。

20

【0015】

符号化順ピクチャ群の概念図を図2A～図2Cに示す。図2A～図2Cにおいて，Iは画面内予測符号化の対象となるピクチャ（Iピクチャ），Pは順方向予測符号化の対象となるピクチャ（Pピクチャ），Bは双方向予測符号化の対象となるピクチャ（Bピクチャ）を表している。

【0016】

ピクチャの表示順が，例えば図2Aに示すように，I B P B P B...の順であったとする。本発明でいう符号化順ピクチャ群をGOPとした場合，符号化順ピクチャ群は，図2Bに示すように，I P B P ... B P（Iの直前）のピクチャ群となる。例えば，符号化順ピクチャ群を13ピクチャ構成とした場合には，図2Cに示すような符号化順で連続した13ピクチャが本発明でいう符号化順ピクチャ群となる。

30

【0017】

以上のように，入力映像のピクチャ列を，符号化順で連続し，所定の枚数で構成されるピクチャ群に分割したピクチャの集まりを符号化順ピクチャ群という。なお，ここで「ピクチャ」とは，映像がプログレッシブ形式の場合にはフレームであり，インターレース形式の場合には，1つのフィールドもしくはトップフィールドとボトムフィールドとを1つにしたフレームである。

40

【0018】

また，量子化統計量は，ピクチャの各マクロブロックの符号化に利用された量子化パラメータまたは量子化ステップから求める統計量である。例えば，ピクチャのマクロブロックの量子化パラメータもしくは量子化ステップの平均，メディアンである。

【0019】

本発明の第1の観点では，符号化順ピクチャ群を単位として，入力映像の符号化を進める。ただし，入力ピクチャを符号化するごとに，当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えるかどうかをチェックし，量子化統計量が所定の閾値を超えた場合には，符号化パラメータを発生符号量が少なくなるように変更して，符号化中の符号化順ピクチャ群を再符号化する。符号化結果の出力バッファからの出力契機は，符号化順ピクチャ群の符号

50

化が完了したときとする。

【 0 0 2 0 】

変更する符号化パラメータとしては、例えば量子化パラメータやプレフィルタ強度があり、これらの1つ以上を変更する。例えば、量子化パラメータの場合には、量子化パラメータのステップサイズをより大きくして、符号化パラメータを発生符号量が少なくなるようにする。また、入力映像に対するプレフィルタのフィルタ強度を変更する場合、ぼかし度合いをより大きく変更することにより、発生符号量を少なくすることができる。

【 0 0 2 1 】

符号化順ピクチャ群の再符号化が完了した場合、符号化パラメータを通常の符号化時の符号化パラメータ値に戻す。これにより、発生符号量が少なくなるように符号化パラメータを変更したことによる画質の劣化が、次の符号化順ピクチャ群にまで波及するのを抑止する。ここで、通常の符号化時の符号化パラメータとは、再符号化ではない状態のときに定められる符号化パラメータという意味である。

10

【 0 0 2 2 】

または、符号化順ピクチャ群の再符号化が完了した場合に、必ず符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻すのではなく、C P Bの残符号量を調べ、残符号量が所定の閾値以上のときにだけ符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻し、残符号量が少ないときには、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻さないようにしてもよい。こうすれば、再符号化が連続して生じる可能性を小さくすることができる。

【 0 0 2 3 】

さらに本発明の第1の観点において、基本的には符号化パラメータを通常の符号化時の符号化パラメータ値に戻すが、符号化順ピクチャ群の再符号化の際にも、各ピクチャの符号化ごとに、当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えるかどうかをチェックし、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合には、現在符号化中の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから符号化パラメータを変更して再符号化するようにしても良い。すなわち、量子化統計量が所定の閾値を超えるという再符号化条件が成立する限り、同じ符号化順ピクチャ群について複数回符号化を繰り返す。

20

【 0 0 2 4 】

このとき、1つの符号化順ピクチャ群の再符号化回数をリトライカウントというパラメータで管理し、再符号化が生じたらリトライカウントの値を増やし、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したときにリトライカウントの値を減らす。前述した符号化パラメータの値は、リトライカウントの大きさに応じて設定し、リトライカウントが大きいほど発生符号量が少なくなる値を用いる。符号化パラメータが量子化パラメータの場合には、リトライカウントが大きいほどステップサイズを大きくし、符号化パラメータがプレフィルタのフィルタ強度の場合には、リトライカウントが大きいほどぼかし度合いを大きくする。

30

【 0 0 2 5 】

通常、符号化対象となる映像には、複雑な部分と単純な部分がある。一般的に映像の複雑な部分ほど、符号化パラメータの変更による発生符号量の変動量が大きい。また、画質の変動量も大きい。もし、1つの符号化順ピクチャ群に対する再符号化は1回だけと定めた場合、量子化統計量が所定の閾値を超えるという再符号化条件が成立して再符号化を行っているときに、再び再符号化条件が成立しないようにするためには、再符号化時の符号化パラメータを再符号化前の符号化パラメータから大きく変更したものにすることが必要である。この場合、映像の比較的複雑な部分が再符号化の対象となったときに、大きな画質劣化が生じるおそれがある。

40

【 0 0 2 6 】

そこで、前述のように再符号化条件が成立する限り、符号化順ピクチャ群を繰り返し符号化することとし、リトライカウントを管理して、リトライカウントの大きさに応じて符号化パラメータを設定する。これにより、符号化パラメータの変化量を小さく抑えて、適切な符号化パラメータで符号化する。その結果、画質劣化をより小さくすることができる。

50

【 0 0 2 7 】

あるいは、上記同様に、1つの符号化順ピクチャ群の再符号化回数をリトライカウントというパラメータで管理し、再符号化が生じたらリトライカウントの値を増やし、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したときにリトライカウントの値を減らす。

【 0 0 2 8 】

ただし、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したときにリトライカウントの値を無条件に減らすのではなく、符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点で、C P B 残符号量が所定の閾値以上の場合にだけ、リトライカウントを減らすようにしても良い。

【 0 0 2 9 】

すなわち、再符号化時にリトライカウントを増やして符号化した後、符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点で、基本的にはリトライカウントを減らすことにより、次の符号化順ピクチャ群への画質劣化の影響を少なくする。ただし、C P B 残符号量が所定量未満であれば、リトライカウントを減らさないようにする。これにより、次の符号化順ピクチャ群の符号化においても再符号化が生じる可能性を小さくする。

【 0 0 3 0 】

本発明の第2の観点では、符号化順ピクチャ群は、画面内予測符号化ピクチャ（Iピクチャ）を先頭とする所定数のピクチャで構成され、符号化順で連続するピクチャの集まりである。

【 0 0 3 1 】

本発明の第2の観点では、符号化順ピクチャ群は必ずしもG O Pでなくてもよいが、符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャは、画面内予測符号化ピクチャ（Iピクチャ）とする。図2 Dは、符号化順ピクチャ群を2 G O P分の2 0ピクチャ構成とした場合の例を示している。

【 0 0 3 2 】

本発明の第2の観点では、符号化順ピクチャ群を単位として、入力映像の符号化を進める。ただし、入力ピクチャを符号化するごとに、当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えるかどうかをチェックし、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合には、符号化パラメータを発生符号量が少なくなるように変更して、リトライポイント（後述）として設定された符号化順ピクチャ群の位置から再符号化する。符号化結果の出力バッファからの出力契機は、符号化順ピクチャ群の符号化が完了し、再符号化しないことが確定したときとする。

【 0 0 3 3 】

変更する符号化パラメータとしては、例えば量子化パラメータやプレフィルタ強度があり、これらの1つ以上を変更する。例えば、量子化パラメータの場合には、量子化パラメータのステップサイズをより大きくして、符号化パラメータを発生符号量が少なくなるようにする。また、入力映像に対するプレフィルタのフィルタ強度を変更する場合、ぼかし度合いをより大きく変更することにより、発生符号量を少なくすることができる。

【 0 0 3 4 】

符号化順ピクチャ群の再符号化が完了した場合、符号化パラメータを通常の符号化時の符号化パラメータ値に戻す。これにより、発生符号量が少なくなるように符号化パラメータを変更したことによる画質の劣化が、次の符号化順ピクチャ群にまで波及するのを抑止する。ここで、通常の符号化時の符号化パラメータとは、再符号化ではない状態のときに定められる符号化パラメータという意味である。

【 0 0 3 5 】

または、符号化順ピクチャ群の再符号化が完了した場合に、必ず符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻すのではなく、C P Bの残符号量を調べ、残符号量が所定の閾値以上のときにだけ符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻し、残符号量が少ないときには、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻さないようにしてもよい。こうすれば、再符号化が連続して生じる可能性を小さくすることができる。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

以上の処理により，例えば符号化処理が映像の単純なシーンから複雑なシーンに移り，C P B 残符号量が足りなくて画質が悪化しても，リトライポイントとして設定された符号化順ピクチャ群の位置に戻り，C P B 残符号量がより増加するように再符号化を行うことにより，複雑なシーンでの画質劣化を軽減することができる。

【 0 0 3 7 】

前述したリトライポイントとは，あるピクチャで量子化統計量が所定の閾値を超えることにより再符号化する必要が生じた場合に，どのピクチャから再符号化を開始するのかを示す位置情報である。

【 0 0 3 8 】

リトライポイントは，基本的には現在符号化している符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャであるが，1つ前に符号化した符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャの場合もある。リトライポイントを更新する契機は，以下のとおりである。

(1) 符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点で，C P B 残符号量が所定の閾値以上あった場合，リトライポイントを次の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャ (I ピクチャ) に設定する。

(2) 符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点で，C P B 残符号量が所定の閾値より小さかった場合，リトライポイントはそのまま次の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャの符号化に進む。その符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャの符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えなかった場合，リトライポイントを現在符号化した符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャに設定する。

【 0 0 3 9 】

以上のようにリトライポイントを設定する理由について説明する。リトライポイントを常に現在符号化している符号化順ピクチャ群の先頭に設定すれば，処理構成が本発明より簡明になる。以下，この技術を「関連技術」という。関連技術の場合にも，量子化統計量が所定の閾値を超えた場合に限り，それが生じたピクチャを含む符号化順ピクチャ群だけを再符号化することで，画質劣化を軽減することができる。本発明の第2の観点は，この関連技術よりもさらに効果的に復号画像の画質劣化を軽減することを可能としている。

【 0 0 4 0 】

周知のようにIピクチャは他のピクチャタイプと比較して発生符号量が多い。したがって，ある符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点でのC P B 残符号量が少ない場合，従来から行われているようなレート制御では，発生符号量を抑えるために，次のIピクチャの符号化に利用する量子化パラメータの値を大きくする形になる。このような場合，上記関連技術では，当該Iピクチャの量子化パラメータが大きくなった影響で再符号化が生じるが，再符号化を現在符号化中の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャから開始するため，符号化は当該Iピクチャそのものだけで再符号化条件の成立を回避する必要がある。この場合，当該Iピクチャそのものの画質が大きく劣化する問題がある。さらに，Iピクチャは以降のPピクチャ，Bピクチャの符号化において参照されるため，これらのPピクチャ，Bピクチャの符号化効率も悪化する。

【 0 0 4 1 】

そこで，本発明の第2の観点では，C P B 残符号量が少ない場合，次の符号化順ピクチャ群の先頭のIピクチャで再符号化条件が成立したときには，設定されたリトライポイントにより，その1つ前の符号化順ピクチャ群に戻って，その先頭から再符号化する。したがって，符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャに大きな画質劣化が生じることを回避することができ，画質劣化を軽減できる。

【 0 0 4 2 】

本発明の第3の観点では，C P B アンダーフローを抑制するために，従来の2パス符号化のように入力映像のフレームを常に2回符号化するのではなく，原則は1パスの符号化とし，あるピクチャの符号化において，量子化統計量が所定の閾値を超えるという再符号化条件が成立した場合に限り，複数ピクチャだけ遡って再符号化することを基本とする。

【 0 0 4 3 】

本発明の第3の観点では、符号化順ピクチャ群のピクチャの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたときに、符号化順ピクチャ群内のあるピクチャまで遡って再符号化を行う。どのピクチャまで遡って再符号化を行うかは、利用可能なメモリ量によって予め決定される。ここで、再符号化時に遡れる最大のピクチャ数を「最大ピクチャ間距離」と定義して説明する。

【0044】

本発明の第3の観点における処理概要は、以下のとおりである。最初に、外部から与えられた利用可能なメモリ量の情報に基づき、再符号化時に遡れる最大のピクチャ数を求めて、最大ピクチャ間距離とし、この値を記憶する。

【0045】

これは以下の理由による。再符号化のためには、入力バッファに符号化対象のピクチャの映像信号を保存しておく必要があり、また、出力バッファには、再符号化しないことが確定して出力バッファからの符号化結果の出力が終わるまで、符号化結果の符号化ストリームを保持しておく必要がある。もし、使用可能なメモリ量が十分に存在する場合には、入力バッファと出力バッファのそれぞれに符号化順ピクチャ群のピクチャ数分のメモリ容量を持たせておくことにより、再符号化条件の成立時の再符号化を、符号化順ピクチャ群を単位として、符号化順ピクチャ群の先頭から行うことができる。

【0046】

しかし、必ずしもメモリが必要なだけ使えるとは限らないので、事前に使用可能なメモリ量から、再符号化時に遡れる最大のピクチャ数である最大ピクチャ間距離を算出しておく。

【0047】

本発明の第3の観点では、符号化順ピクチャ群を単位として、入力映像の符号化を進める。ただし、入力ピクチャを符号化するごとに、当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えるかどうかをチェックし、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合には、符号化パラメータを発生符号量が少なくなるように変更して、符号化中の符号化順ピクチャ群を再符号化する。ただし、符号化中の符号化順ピクチャ群のどのピクチャまで遡って再符号化するかについては、次の3条件を満たすピクチャとする。

- ・条件1：当該ピクチャが、符号化中の符号化順ピクチャ群に含まれること。
- ・条件2：当該ピクチャが、量子化統計量が所定の閾値を超えたピクチャを基準として、最大ピクチャ間距離に含まれること。
- ・条件3：条件1、2を満たすピクチャの中で、量子化統計量が所定の閾値を超えたピクチャから最も遠いピクチャであること。

【0048】

この再符号化を開始するピクチャをリトライポイントという。リトライポイントは、例えば最大ピクチャ間距離にある先頭のピクチャが1つ前の符号化順ピクチャ群内であれば、現在符号化中の符号化順ピクチャ群の先頭ピクチャであり、そうでなければ最大ピクチャ間距離にある先頭のピクチャ、すなわち最大ピクチャ間距離だけ離れた時間的に最も古く符号化されたピクチャとなる。

【0049】

再符号化時に変更する符号化パラメータとしては、例えば量子化パラメータやプレフィルタ強度があり、これらの1つ以上を変更する。例えば、量子化パラメータの場合には、量子化パラメータのステップサイズをより大きくして、符号化パラメータを発生符号量が少なくなるようにする。また、入力映像に対するプレフィルタのフィルタ強度を変更する場合、ぼかし度合いをより大きく変更することにより、発生符号量を少なくすることができる。

【0050】

再符号化により、現在符号化中の符号化順ピクチャ群の符号化が完了した場合、符号化パラメータを通常の符号化時の符号化パラメータ値に戻すことにより、画質の劣化が次の符号化順ピクチャ群にまで波及するのを抑止する。ここで、通常の符号化時の符号化パラ

10

20

30

40

50

メータとは、再符号化ではない状態のときに定められる符号化パラメータという意味である。

【0051】

または、符号化順ピクチャ群の再符号化が完了した場合に、必ず符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻すのではなく、CPBの残符号量を調べ、残符号量が所定の閾値以上のときにだけ符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻し、残符号量が少ないときには、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻さないようにしてもよい。こうすれば、再符号化が連続して生じる可能性を小さくすることができる。

【発明の効果】

【0052】

本発明によれば、符号化処理が映像の単純なシーンから複雑なシーンに移り、CPB残符号量が足りなくて画質が悪化しても、符号化順ピクチャ群の先頭に戻り、CPB残符号量がより増加するように再符号化を行うため、1パス符号化の従来技術aと比較して複雑なシーンでの画質劣化を軽減することができる。また、本発明は、必要なときにだけ部分的に再符号化することで画質劣化を軽減するものであるため、入力映像の全フレームを2回符号化する2パス符号化の従来技術bと比較して演算量が少ない。

10

【0053】

特に、本発明は、リトライカウントを管理することにより、再符号化時における符号化パラメータの変化量を小さく抑えて、再符号化による画質の劣化を小さくすることができる。

20

【0054】

また、再符号化後のCPB残符号量が少ない場合には、符号化パラメータを再符号化時と同じに保つので、再度の再符号化の発生を抑制することができる。

【0055】

また、本発明によれば、符号化処理が映像の単純なシーンから複雑なシーンに移り、CPB残符号量が足りなくて画質が悪化しても、リトライポイントとして設定された符号化順ピクチャ群の先頭に戻り、CPB残符号量がより増加するように再符号化を行うため、1パス符号化の従来技術aと比較して複雑なシーンでの画質劣化を軽減することができる。また、本発明は、必要なときにだけ部分的に再符号化することで画質劣化を軽減するものであるため、入力映像の全フレームを2回符号化する2パス符号化の従来技術bと比較して演算量が少ない。

30

【0056】

特に本発明は、符号化順ピクチャ群の符号化が完了してCPB残符号量が少ないような場合にも、符号化順ピクチャ群の先頭のIピクチャの画質が大きく劣化するのを防ぐことができる。

【0057】

また、本発明によれば、符号化処理が映像の単純なシーンから複雑なシーンに移り、CPB残符号量が足りなくて画質が悪化しても、符号化順ピクチャ群においてリトライポイントとして設定されたピクチャに戻って、CPB残符号量がより増加するように再符号化を行うため、1パス符号化の従来技術aと比較して複雑なシーンでの画質劣化を軽減することができる。また、本発明は、必要なときにだけ部分的に再符号化することで画質劣化を軽減するものであるため、入力映像の全フレームを2回符号化する2パス符号化の従来技術bと比較して演算量が少ない。また、再符号化に必要なメモリ量に応じて定められたリトライポイントから再符号化が行われるため、メモリの有効活用が可能になる。

40

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】CPBアンダーフローを説明するための図である。

【図2A】符号化順ピクチャ群の概念図である。

【図2B】符号化順ピクチャ群の概念図である。

【図2C】符号化順ピクチャ群の概念図である。

50

【図 2 D】符号化順ピクチャ群の概念図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

【図 4】本発明の第 1 実施形態に係る動画像符号化制御方法の変形例の処理フローチャートである。

【図 5】GOP の概念図である。

【図 6】本発明の第 1 実施形態に係る動画像符号化装置の構成例を示す図である。

【図 7】再符号化が行われた際の符号化パラメータの変更の概念図である。

【図 8】再符号化が行われた際の CPB 残符号量の遷移の概念図である。

【図 9】再符号化が行われた際の量子化統計量の遷移の概念図である。

10

【図 10】再符号化しても量子化統計量が所定の閾値を超えるのを回避できなかった場合の量子化統計量の遷移の概念図である。

【図 11】本発明の第 2 実施形態に係る動画像符号化制御方法の処理フローチャートである。

【図 12】本発明の第 2 実施形態に係る動画像符号化装置の構成例を示す図である。

【図 13】リトライカウント、符号化パラメータの推移の概念図である。

【図 14】本発明の第 3 実施形態に係る動画像符号化制御方法の処理フローチャートである。

【図 15】本発明の第 3 実施形態に係る動画像符号化装置の構成例を示す図である。

【図 16】本発明の第 4 実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

20

【図 17】本発明の第 4 実施形態に係る動画像符号化制御方法の変形例の処理フローチャートである。

【図 18】本発明の第 4 実施形態に係る動画像符号化装置の構成例を示す図である。

【図 19】本発明の第 5 実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

【図 20】本発明の第 5 実施形態に係る動画像符号化制御方法の変形例の処理フローチャートである。

【図 21】本発明の第 5 実施形態に係る動画像符号化装置の構成例を示す図である。

【図 22】参照画像用の必要メモリ量を説明する概念図である。

30

【図 23】リトライポイントを最大ピクチャ間距離で制限することによる入力バッファと出力バッファのメモリ削減を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0059】

[第 1 実施形態]

以下、本発明の第 1 実施形態を、図面を用いて詳細に説明する。図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

【0060】

まず、入力映像信号における符号化が終了したピクチャの次のピクチャを符号化対象として設定する（ステップ S 1）。符号化対象として設定した入力ピクチャを、H. 264 その他の所定の符号化方式により符号化する（ステップ S 2）。入力ピクチャを符号化した際の当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えているかどうかを判定し（ステップ S 3）、量子化統計量が所定の閾値を超えている場合には、処理がステップ S 7 へ進む。

40

【0061】

量子化統計量が所定の閾値を超えていなければ、最終ピクチャの符号化が完了したかどうかを判定し（ステップ S 4）、最終ピクチャまで符号化が完了したならば符号化処理を終了する。

【0062】

そうでなければ、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したかどうかを判定する（ステッ

50

プS5)。符号化順ピクチャ群の符号化が完了していなければ、処理がステップS1へ戻り、次のピクチャについて同様に符号化処理を続ける。符号化順ピクチャ群の符号化が完了した場合、符号化パラメータが符号化順ピクチャ群の再符号化（リトライ）で変更されていれば、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻し（ステップS6）、処理がステップS1へ戻って、次の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから符号化処理を行う。

【0063】

ステップS3において量子化統計量が所定の閾値を超えていることが検出された場合、現在の符号化順ピクチャ群は再符号化が行われたかどうか（リトライ済みかどうか）を判定する（ステップS7）。リトライ済みの場合、さらに再符号化を行わず、処理がステップS4へ進んでそのまま符号化処理を継続する。

10

【0064】

リトライ済みでない場合、現在の符号化順ピクチャ群の再符号化のため、現在の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャを符号化対象として設定する（ステップS8）。そして、2つの符号化パラメータ（量子化パラメータ、プレフィルタ強度）のうち1つ以上を変更し（量子化パラメータはステップサイズをより大きく変更し、フィルタ強度の場合はぼかし度合いをより大きく変更）（ステップS9）、処理がステップS2へ戻って、符号化中の符号化順ピクチャ群を再符号化する。

【0065】

すなわち、入力映像の全フレームを2回符号化する従来技術bと異なり、符号化したピクチャの量子化統計量が大き過ぎる場合に限り、符号化順ピクチャ群（例えばGOP）を2回符号化する。2回目の符号化時には、CPB残符号量がより増加する符号化パラメータを用いて、現在符号化中の符号化順ピクチャ群のみを再符号化することで、映像が単純なシーンから複雑なシーンに移るときの画質の劣化を軽減しつつ、入力映像の全てのピクチャを2回符号化する従来技術bと比較して演算量を削減できる。

20

【0066】

図4は、本実施形態の変形例に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。本実施形態は、図3に示すステップS6の処理を、図4に示すステップS61～S63の処理に置き換えて実施することもできる。ステップS6以外の処理は、図3と同様である。

【0067】

30

図3のステップS5の処理の後、符号化パラメータがリトライで変更されているかどうかを判定する（ステップS61）。符号化パラメータがリトライで変更されていない場合は、処理が図3のステップS1へ戻る。符号化パラメータがリトライで変更されていれば、次にCPB残符号量が所定の閾値以上かどうかを判定する（ステップS62）。CPB残符号量が所定の閾値未満であれば、符号化パラメータを再符号化で用いた状態のままとし、CPB残符号量が所定の閾値以上の場合にだけ符号化パラメータを元のデフォルト符号化パラメータに戻す（ステップS63）。その後、処理が、図3のステップS1へ戻り、次の符号化順ピクチャ群の符号化に移る。

【0068】

図4に示す変形例では、以上のように符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点でCPB残符号量が所定量を超えている場合にだけ、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻す。これは次の理由による。符号化順ピクチャ群の符号化が完了したとしても、CPB残符号量が少ない場合、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻すと発生符号量がより多くなるため、次の符号化順ピクチャ群の符号化で、再度、符号化したピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超える可能性が高まる。図4の処理では、CPB残符号量が少ない場合には、符号化パラメータを変更しないため、図3の処理に比べて、次の符号化順ピクチャ群の符号化における再符号化の発生が抑制され、演算量がさらに削減されることになる。

40

【0069】

以上のように本実施形態では、再符号化時に符号化パラメータを変更する。ここでは、

50

符号化時に入力映像に対してプレフィルタを適用するものとし、変更する符号化パラメータとしては、量子化パラメータとプレフィルタ強度とする。この2つの符号化パラメータの双方を変更してもよいし、いずれか一方だけを変更してもよい。

【0070】

量子化パラメータについては、通常の符号化時の量子化パラメータ値に対して、所定のオフセット値を足し、より大きい量子化パラメータで再符号化する。

【0071】

プレフィルタについては、本実施形態では、ガウシアンフィルタを利用するものとする。ガウシアンフィルタは、次式で示されるガウス分布を x 、 y についてサンプリングすることによって作成できる。

【0072】

$$g(x, y) = \{ 1 / (2 \sigma^2) \} \times \exp \{ - (x^2 + y^2) / (2 \sigma^2) \}$$

上記の式から分かるように、 σ の値が大きいほど、ぼかし度合いが大きくなる。ぼかし度合いが大きいほど、高周波数成分が減るため、符号化時の発生符号量が減ることになる。ガウシアンフィルタの詳細は、例えば以下の非特許文献2に記載されている。

〔非特許文献2〕：奥富，小沢，清水，堀，“デジタル画像処理”，財団法人画像情報教育振興協会，2006，pp.108-110。

$\sigma = 0$ の場合には、ガウシアンフィルタをかけないものとし、例えばデフォルト符号化パラメータは $\sigma_0 = 0$ 、再符号化用符号化パラメータは $\sigma_1 > 0$ とする。なお、本実施形態ではローパスフィルタの種類は問わない。また、再符号化時のぼかし度合いの強め方も予め任意に決めてよい。例えば、デフォルト符号化パラメータの σ_0 は、ピクチャごとの複雑度に応じて変更し、 σ_1 は σ_0 に所定のオフセットを足したものであるような構成でもよい。

【0073】

また、量子化統計量としては、本実施形態では、ピクチャの各マクロブロックの量子化パラメータの平均値を利用するものとする。

【0074】

符号化は、H.264の規格に従った符号化を行うものとする。また、本実施形態では、符号化順ピクチャ群はGOPとし、符号化する際のGOPの概念図を図5に示す。1つのGOPは10ピクチャで構成され、表示順で、Iピクチャを先頭にBピクチャとPピクチャとが交互に並ぶものとする。

【0075】

本実施形態の装置構成例を、図6に示す。入力バッファ10は、入力される映像信号を蓄積するとともに、符号化部20に符号化対象の映像信号を出力する。さらに、入力バッファ10は、後述の量子化統計量計算部40から、ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えたため、再符号化を行うことを示す情報（リトライ情報）を受けた場合、符号化中のGOPの先頭のピクチャから映像信号を再度、符号化部20に出力する。また、リトライ情報を受けずにGOPの符号化が完了した場合、入力バッファ10は、蓄積していた当該GOPの映像信号を破棄する。

【0076】

符号化部20は、入力バッファ10から入力された映像信号を符号化し、符号化ストリームを出力バッファ30に出力する。また、符号化部20は、入力された映像信号を符号化した際の各マクロブロックの量子化パラメータ（量子化パラメータ情報）を量子化統計量計算部40に出力する。さらに、符号化部20は、量子化統計量計算部40からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPの先頭ピクチャからの映像信号が入力バッファ10から再度入力されるとともに、パラメータ調整部50から再符号化用符号化パラメータが入力されるため、入力された再符号化用符号化パラメータを利用して再符号化を行う。

【0077】

出力バッファ30は、GOPの符号化ストリームが全て蓄積された段階で、当該GOPの符号化ストリームを出力し、一方で、量子化統計量計算部40からリトライ情報を受け

10

20

30

40

50

た場合、符号化中のGOPについて蓄積した符号化ストリームを破棄する。

【0078】

量子化統計量計算部40は、符号化部20から入力される量子化パラメータ情報を利用して、ピクチャ単位で変化する量子化統計量を求める。そして、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、量子化統計量計算部40は、リトライ情報を入力バッファ10、符号化部20、パラメータ調整部50、出力バッファ30に出力し、量子化統計量が所定の閾値を超えたことを通知する。

【0079】

パラメータ調整部50は、量子化統計量計算部40からリトライ情報を受けた場合、前述のように再符号化用符号化パラメータを符号化部20に入力する。これにより、符号化部20は、再符号化時には、同じGOPについて、発生符号量が小さくなる符号化パラメータを用いて符号化をすることになる。

【0080】

本実施形態における符号化処理の流れについて、図3のフローチャートに沿って説明する。以下の説明では、S1、S2、...といったように、文章中に図3のフローチャートとの対応を記載する。

【0081】

あるGOPの符号化を行う処理について、以下のように3つのケースに場合分けをして説明する。

- ・[ケース1]：GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることはなかった。
- ・[ケース2]：GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた。
- ・[ケース3]：GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった。

【0082】

[ケース1の処理例]

まず、GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった場合のケース1について説明する。GOPのピクチャが入力バッファ10に入力されると、入力バッファ10は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部20に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する(S1)。そして、符号化部20は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ30に符号化ストリームを出力するとともに(出力バッファ30は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部40に出力する(S2)。

【0083】

ここで、符号化においてはデフォルト符号化パラメータが利用され、デフォルト符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部21によるフィルタリング処理が適用され、本ピクチャで発生したDCT(Discrete Cosine Transform)係数は、デフォルト符号化パラメータに従った量子化パラメータで、量子化部22により量子化される。

【0084】

量子化統計量計算部40は、当該ピクチャについて、符号化部20から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この例では量子化統計量が所定の閾値を超えることがないため、量子化統計量計算部40は、リトライ情報の出力はしない(S3)。符号化対象ピクチャが入力映像信号中の最終ピクチャであれば、出力バッファ30は蓄積している符号化ストリームを出力し、符号化処理が完了する(S4)。あるいは、符号化対象ピクチャがGOPの最終ピクチャであれば、出力バッファ30は蓄積していた符号化ストリームを出力するとともに、入力バッファ10は蓄積していたピクチャを破棄し、次のGOPの最初のピクチャの符号化処理に移る(S5)。ここで、当該GOPでは再符号化が生じなかったため、符号化パラメータに変更を加えずに、次のGOPの最初

10

20

30

40

50

のピクチャの符号化処理に移る（S6）。

【0085】

[ケース2の処理例]

次に、GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた場合のケース2について説明する。GOPのピクチャが入力バッファ10に入力されると、入力バッファ10は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部20に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する（S1）。そして、符号化部20は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ30に符号化ストリームを出力するとともに（出力バッファ30は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する）、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部40に出力する（S2）。

10

【0086】

量子化統計量計算部40は、当該ピクチャについて、符号化部20から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この結果、当該ピクチャについて、量子化統計量が所定の閾値を超えることを、量子化統計量計算部40が検知した場合、量子化統計量計算部40は、符号化部20、パラメータ調整部50、入力バッファ10、出力バッファ30にリトライ情報を出力する（S3）。

【0087】

符号化中のGOPについてまだリトライが発生していない場合（S7）、入力バッファ10は、蓄積していた符号化中のGOPの先頭ピクチャを符号化部20に出力するとともに（S8）、パラメータ調整部50は、符号化部20に再符号化用符号化パラメータを出力する（S9）。さらに、出力バッファ30は、符号化中のGOPの符号化ストリームを破棄する。そして、符号化部20は、再符号化用符号化パラメータを利用して入力されたGOPの先頭のピクチャを符号化する。

20

【0088】

ここで、符号化においては再符号化用符号化パラメータが利用され、再符号化用符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度（デフォルト符号化パラメータよりぼかし度合いが大きい）で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部21によるプレフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生したDC係数は、再符号化用符号化パラメータに従った量子化パラメータ（デフォルト符号化パラメータより量子化ステップサイズが大きい）で、量子化部22により量子化される。

30

【0089】

この後、当該GOPのピクチャが順次入力バッファ10から符号化部20に入力され、符号化部20により符号化処理が行われる。そして、GOPの最終ピクチャの符号化が完了した場合（S5）、出力バッファ30から当該GOPの符号化ストリームが出力されるとともに、符号化部20は符号化パラメータをデフォルト符号化パラメータに設定し（S6）、次のGOPの符号化処理に進む。なお、入力映像の最終ピクチャの符号化が完了した場合の動作は、前述のケース1の場合と同様である。

【0090】

再符号化が行われた際の符号化パラメータの変更の概念図を図7に示す。図7の例では、2番目のGOP2の6ピクチャ目の符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えたので、発生符号量を抑制する再符号化用符号化パラメータを設定して、GOP2の先頭のIピクチャから再符号化している。その後、再符号化により量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかったので、次のGOP3の符号化では、再符号化用符号化パラメータをデフォルト符号化パラメータに戻し、符号化処理を続けている。

40

【0091】

再符号化が行われた際のCPB残符号量の遷移の概念図を図8に示す。太線で示した部分が再符号化後のCPB残符号量である。再符号化では、プレフィルタでぼかし度合いを強め、量子化パラメータもデフォルト符号化パラメータよりも大きくするため、発生符号量が抑えられ、CPB残符号量の遷移が、例えば図8に示すようになる。この結果、再符

50

号化が生じたピクチャにおいてのCPB残符号量が、再符号化時には増加し、当該ピクチャで大きな画質劣化が生じることを回避できる。

【0092】

さらに、図9に再符号化が行われた際の量子化統計量の遷移の概念図を示す。図9に示すように、再符号化時に符号化パラメータを変更するため、再符号化を開始したピクチャの量子化統計量が大きくなるものの、その影響で図8に示すようにCPB残符号量に余裕が出るため、再符号化が生じたピクチャにおいては、量子化統計量が再符号化前より小さくなる。

【0093】

[ケース3の処理例]

最後に、GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合のケース3について説明する。

【0094】

図10に、再符号化が行われ、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合の量子化統計量の遷移の概念図を示す。ケース3は、例えば図10に示すように、再符号化を開始するGOPの先頭において、すでに量子化統計量が大きい場合に生じ得る。この場合、量子化統計量計算部40によって量子化統計量が所定の閾値を超えたことが検知され、GOPの再符号化を行う動作はケース2と同様である。このGOPの再符号化中に量子化統計量が所定の閾値を超えた場合(S3, S7)、さらに再符号化を行わず、そのまま符号化処理を継続する(処理がS4へ移行)。図10において、参照符号RS10は、再符号化しても量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかったことを示している。

【0095】

なお、再符号化時に通常の符号化時よりも量子化パラメータが大きくなることにより、再符号化時に、再符号化のきっかけとなったピクチャよりも符号化順で過去のピクチャで量子化統計量が閾値を超えることも起こりえる。これが生じる可能性を低減するため、再符号化時の量子化パラメータが量子化統計量の閾値よりも大きくなる場合、再符号化時の量子化パラメータを量子化統計量の閾値と等しい値に修正してもよい。ただし、再符号化時の量子化パラメータが通常の符号化時よりも小さくならないように、通常の符号化時の量子化パラメータが量子化統計量以上の場合には、再符号化時の量子化パラメータの値を通常の符号化時の値と等しくする。

【0096】

[第2実施形態]

以下、本発明の第2実施形態を、図面を用いて詳細に説明する。図11は、本実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

【0097】

まず、入力映像信号における符号化が終了したピクチャの次のピクチャを符号化対象として設定する(ステップS101)。符号化対象として設定した入力ピクチャを、H.264その他の所定の符号化方式により符号化する(ステップS102)。入力ピクチャを符号化した際の当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えているかどうかを判定し(ステップS103)、量子化統計量が所定の閾値を超えている場合には、処理がステップS108へ進む。

【0098】

量子化統計量が所定の閾値を超えていなければ、最終ピクチャの符号化が完了したかどうかを判定し(ステップS104)、最終ピクチャまで符号化が完了したならば符号化処理を終了する。

【0099】

そうでなければ、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したかどうかを判定する(ステップS105)。符号化順ピクチャ群の符号化が完了していなければ、処理がステップS101へ戻り、次のピクチャについて同様に符号化処理を続ける。符号化順ピクチャ群の符

10

20

30

40

50

号化が完了した場合，リトライカウントが1以上であれば，リトライカウントを1だけ減らす（ステップS106）。なお，リトライカウントの初期値は0である。その後，リトライカウントに基づき，あらかじめリトライカウントに応じて定められた符号化パラメータを設定し（ステップS107），処理がステップS101へ戻って，次の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから符号化処理を行う。

【0100】

ステップS103において量子化統計量が所定の閾値を超えていることが検出された場合，現在のリトライカウントの値が，あらかじめ定められた最大値になっているかどうかを判定する（ステップS108）。リトライカウントが最大値の場合，さらに再符号化を行わず，処理がステップS104へ進んでそのまま符号化処理を継続する。

10

【0101】

リトライカウントが最大値に到達していない場合，現在の符号化順ピクチャ群の再符号化のため，現在の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャを符号化対象として設定する（ステップS109）。そして，リトライカウントを1だけ増やす（ステップS110）。その後，リトライカウントに基づき，2つの符号化パラメータ（量子化パラメータ，プレフィルタ強度）のうち1つ以上を変更し（量子化パラメータはステップサイズをより大きく変更し，フィルタ強度の場合はぼかし度合いをより大きく変更）（ステップS111），処理がステップS102へ戻って，符号化中の符号化順ピクチャ群を再符号化する。

【0102】

本実施形態は，入力映像の全フレームを2回符号化する従来技術bと異なり，基本的には1回の符号化処理とし，再符号化条件が成立した場合に限り，符号化順ピクチャ群（例えばGOP）の各ピクチャを再符号化条件が成立しなくなるまで発生符号量を段階的に抑えて繰り返し符号化する。2回目以降の符号化時には，リトライカウントに応じて定められた発生符号量を抑制する符号化パラメータで符号化を行う。したがって，入力映像の全てのピクチャを2度符号化する従来技術bと比較して演算量を削減できるとともに，再符号化による画質の劣化も小さくすることができる。

20

【0103】

以上のように本実施形態では，再符号化時に符号化パラメータをリトライカウントに応じて変更する。ここでは，符号化時に入力映像に対してプレフィルタを適用するものとし，変更する符号化パラメータとしては，量子化パラメータとプレフィルタ強度とする。この2つの符号化パラメータの双方を変更してもよいし，いずれか一方だけを変更してもよい。

30

【0104】

量子化パラメータについては，通常の符号化時に定められる量子化パラメータ値に対して，リトライカウントに応じて段階的に大きくなる所定のオフセット値を足し，より大きい量子化パラメータで再符号化する。

【0105】

プレフィルタについては，本実施形態では，ガウシアンフィルタを利用するものとする。ガウシアンフィルタは，次式で示されるガウス分布をx，yについてサンプリングすることによって作成できる。

40

【0106】

$$g(x, y) = \{ 1 / (2^{\sigma^2}) \} \times \exp \{ - (x^2 + y^2) / (2^{\sigma^2}) \}$$

上記の式から分かるように，σの値が大きいほど，ぼかし度合いが大きくなる。ぼかし度合いが大きいほど，高周波数成分が減るため，符号化時の発生符号量が減ることになる。ガウシアンフィルタの詳細は，例えば上述した非特許文献2に記載されている。

σ=0の場合には，ガウシアンフィルタをかけないものとし，例えばデフォルト符号化パラメータはσ₀=0，再符号化用符号化パラメータは，リトライカウントの値をcとすると，σ_cとする。σ_cは，cの値が大きいほど大きな値とする。0 < σ₁ < σ₂ < ...である。なお，本実施形態ではローパスフィルタの種類は問わない。また，例えばデフォルト符号化パラメータのσ₀は，ピクチャごとの複雑度に応じて変更し，σ_cはσ_{c-1}に

50

所定のオフセットを足したものであるような構成でもよい。

【0107】

また、量子化統計量としては、本実施形態では、ピクチャの各マクロブロックの量子化パラメータの平均値を利用するものとする。

【0108】

以下で説明する実施形態では、符号化方式として、H.264の規格に従った符号化を行うものとする。また、符号化順ピクチャ群はGOPとする。符号化する際のGOPの概念図は図5に示した通りである。1つのGOPは10ピクチャで構成され、表示順で、Iピクチャを先頭にBピクチャとPピクチャとが交互に並ぶものとする。

【0109】

本実施形態の装置構成例を、図12に示す。入力バッファ110は、入力される映像信号を蓄積するとともに、符号化部120に符号化対象の映像信号を出力する。さらに、入力バッファ110は、後述の量子化統計量計算部140から、ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えたため、再符号化を行うことを示す情報（リトライ情報）を受けた場合、符号化中のGOPの先頭のピクチャから映像信号を再度、符号化部120に出力する。また、リトライ情報を受けずにGOPの符号化が完了した場合、入力バッファ110は、蓄積していた当該GOPの映像信号を破棄する。

【0110】

符号化部120は、入力バッファ110から入力された映像信号を符号化し、符号化ストリームを出力バッファ130に出力する。また、符号化部120は、入力された映像信号を符号化した際の各マクロブロックの量子化パラメータ（量子化パラメータ情報）を量子化統計量計算部140に出力する。さらに、符号化部120は、量子化統計量計算部140からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPの先頭ピクチャからの映像信号が入力バッファ110から再度入力されるとともに、パラメータ調整部160から再符号化用符号化パラメータが入力されるため、入力された再符号化用符号化パラメータを利用して再符号化を行う。

【0111】

出力バッファ130は、GOPの符号化ストリームが全て蓄積された段階で、当該GOPの符号化ストリームを出力し、一方で、量子化統計量計算部140からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPについて蓄積した符号化ストリームを破棄する。

【0112】

量子化統計量計算部140は、符号化部120から入力される量子化パラメータ情報を利用して、ピクチャ単位で変化する量子化統計量を求める。そして、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、量子化統計量計算部140は、リトライ情報を入力バッファ110、符号化部120、リトライカウント管理部150、出力バッファ130に出力し、量子化統計量が所定の閾値を超えたことを通知する。

【0113】

リトライカウント管理部150は、量子化統計量計算部140からリトライ情報を受けた場合、現在のリトライカウントの値に1を加算し、更新後のリトライカウントをパラメータ調整部160に通知する。また、量子化統計量計算部140からリトライ情報を受けずに、現在符号化中のGOPの符号化が完了した場合、リトライカウントの値が1以上であれば、リトライカウント管理部150は、リトライカウントの値から1を減算し、更新後のリトライカウントをパラメータ調整部160に通知する。GOPの符号化が完了したときに、リトライカウントの値が0であれば、リトライカウント管理部150は、リトライカウント=0をパラメータ調整部160に通知する。

【0114】

パラメータ調整部160は、リトライカウント管理部150からリトライカウントを受けると、リトライカウントに応じて定められた符号化パラメータを符号化部120に入力する。これにより、符号化部120は、同じGOPについて再符号化の繰り返し回数が増えるほど、発生符号量が小さくなる符号化パラメータを用いて符号化をすることになる

10

20

30

40

50

【 0 1 1 5 】

以上のように、本実施形態では、再符号化が発生すると値が増加し、GOPの符号化が完了した時点で値が減らされるリトライカウントという概念を導入し、リトライカウント管理部150にてリトライカウントを管理する。このリトライカウントには、例えば上限値が「3」というように、所定の上限値があり、上限値に達するまで同じGOPの再符号化を行ってよいものとする。符号化時における量子化パラメータのオフセット値、プレフィルタのフィルタ強度はリトライカウントの値に応じて変化する。

【 0 1 1 6 】

リトライカウントが0のときには、デフォルト符号化パラメータが利用される。リトライカウントが0以外の場合には、例えばリトライカウントの上限値が3の場合、リトライカウントの1, 2, 3のそれぞれに対応した再符号化用符号化パラメータを、符号化パラメータテーブルとしてあらかじめ用意しておいて、その符号化パラメータテーブルから得た符号化パラメータを再符号化に利用してもよい。

【 0 1 1 7 】

本実施形態における符号化処理の流れについて、図11のフローチャートに沿って説明する。以下の説明では、S101, S102, ...といったように、文章中に図11のフローチャートとの対応を記載する。

【 0 1 1 8 】

あるGOPの符号化を行う処理について、以下のように3つのケースに場合分けをして説明する。

- ・ [ケース 1] : GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった。
- ・ [ケース 2] : GOPの符号化において複数回量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた。
- ・ [ケース 3] : GOPの符号化において複数回量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった。

【 0 1 1 9 】

[ケース 1 の処理例]

まず、GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった場合のケース1について説明する。GOPのピクチャが入力バッファ110に入力されると、入力バッファ110は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部120に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する(S101)。そして、符号化部120は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ130に符号化ストリームを出力するとともに(出力バッファ130は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部140に出力する(S102)。

【 0 1 2 0 】

ここで、例えばリトライカウントが初期値の0であるとする、符号化においてはデフォルト符号化パラメータが利用され、デフォルト符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部121によるフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生したDCT係数は、デフォルト符号化パラメータに従った量子化パラメータで、量子化部122により量子化される。リトライカウントが1以上の場合には、それぞれリトライカウントに応じて定められたフィルタ強度および量子化パラメータによるプレフィルタ、量子化処理で符号化が行われる。

【 0 1 2 1 】

量子化統計量計算部140は、当該ピクチャについて、符号化部120から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この例では量子化統計量が所定の閾値を超えることがないため、量子化統計量計算部140は、リトライ情報の出力はしない(S103)。符号化対象ピクチャが入力映像信号中の最終ピクチャであれば、出力バッファ130は蓄積している符号化ストリームを出力し、符号化処理が完了する(S1

10

20

30

40

50

04)。あるいは、符号化対象ピクチャがGOPの最終ピクチャであれば、出力バッファ130は蓄積していた符号化ストリームを出力するとともに、入力バッファ110は蓄積していたピクチャを破棄し、次のGOPの最初のピクチャの符号化処理に移る(S105~S107)。

【0122】

このケース1のように、各ピクチャの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えずにGOPの符号化が完了した場合、リトライカウントが0のときを除き、リトライカウント管理部150が現在のリトライカウントから値を1減らす(S106)。現在符号化が完了したGOPより前のGOPで再符号化が生じている場合に、リトライカウントが0でないことがある。リトライカウント管理部150は変更後のリトライカウントをパラメータ調整部160に通知し、パラメータ調整部160は、通知されたリトライカウントに対応した符号化パラメータを符号化部120に設定し、次のGOPの先頭ピクチャの符号化が開始される。

10

【0123】

[ケース2の処理例]

次に、GOPの符号化において複数回、量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた場合のケース2について説明する。ここでは、GOPの符号化を開始する時点でのリトライカウントが1であるとし、同じGOPで2回再符号化が行われた場合を説明する。

【0124】

GOPのピクチャが入力バッファ110に入力されると、入力バッファ110は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部120に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する(S101)。そして、符号化部120は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ130に符号化ストリームを出力するとともに(出力バッファ130は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部140に出力する(S102)。ここで、符号化においては、リトライカウント=1に対応した符号化パラメータが利用される。

20

【0125】

量子化統計量計算部140は、当該ピクチャについて、符号化部120から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この結果、当該ピクチャについて、量子化統計量が所定の閾値を超えることを、量子化統計量計算部140が検知した場合、量子化統計量計算部140は、符号化部120、リトライカウント管理部150、入力バッファ110、出力バッファ130にリトライ情報を出力する(S103)。

30

【0126】

現在のリトライカウントは1であり、上限値の3には達していないので(S108)、入力バッファ110は、蓄積していた符号化中のGOPの先頭ピクチャを符号化部120に出力する(S109)。一方で、リトライカウント管理部150でリトライカウントが1増加され、値が2となったリトライカウントがパラメータ調整部160に出力される(S110)。

【0127】

パラメータ調整部160では、リトライカウントが2のときの符号化パラメータを符号化パラメータテーブルから読み出し、その符号化パラメータを符号化部120に設定する(S111)。出力バッファ130は、符号化中のGOPの符号化ストリームを破棄する。

40

【0128】

符号化部120では、量子化統計量が所定の閾値を超えない限り、順次、GOPのピクチャが入力バッファ110から入力されて符号化が進められる。この符号化の際に、同じGOPで再度、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、前述した処理と同様な処理によって、リトライカウントが1増加し、3になる。これにより、符号化パラメータがリトライカウント=3に対応するものに変更された上で、同じGOPについて再度、先頭ピクチャ

50

ャから符号化が順次行われる。

【 0 1 2 9 】

このGOPの符号化において、これ以上、量子化統計量が所定の閾値を超えなかった場合、リトライカウント管理部150によってリトライカウントが1減らされ、リトライカウントが2となって、次のGOPの符号化が進められる。このときの入力バッファ110および出力バッファ130の動作は、前述した例と同様である。

【 0 1 3 0 】

このケース2の例におけるリトライカウント、符号化パラメータの推移の概念図を、図13に示す。図13の例では、リトライカウントが1の状態では、2番目のGOP2を符号化しているときに、6ピクチャ目の符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えたので、リトライカウントを2にし、再度、リトライカウント=2に対応する符号化パラメータでGOP2の先頭の1ピクチャから再符号化している。この再符号化でも、8番目のピクチャで量子化統計量が所定の閾値を超えてしまい、さらにリトライカウント=3に対応する発生符号量が少ない符号化パラメータで再符号化する。再度の再符号化では、量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかったため、GOP2の符号化完了時にリトライカウントから1を減じ、リトライカウントが2の符号化パラメータを用いて、次のGOP3の符号化に処理が移行している。

【 0 1 3 1 】

再符号化が行われた際のCPB残符号量の遷移の概念図は、図8に示した通りである。太線で示した部分が再符号化後のCPB残符号量である。再符号化では、プレフィルタでぼかし度合いを強め、量子化パラメータもデフォルト符号化パラメータよりも大きくするため、発生符号量が抑えられ、CPB残符号量の遷移が、例えば図8に示すようになる。この結果、再符号化が生じたピクチャにおいてのCPB残符号量が、再符号化時には増加し、当該ピクチャで大きな画質劣化が生じることを回避できる。

【 0 1 3 2 】

さらに、再符号化が行われた際の量子化統計量の遷移の概念図は、図9に示した通りである。図9に示すように、再符号化時に符号化パラメータを変更するため、再符号化を開始したピクチャの量子化統計量が大きくなるものの、その影響で図8に示すようにCPB残符号量に余裕が出るため、再符号化が生じたピクチャにおいては、量子化統計量が再符号化前より小さくなる。

【 0 1 3 3 】

[ケース3の処理例]

最後に、同じGOPの符号化において複数回量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合のケース3について説明する。

【 0 1 3 4 】

あるGOPを符号化中に、ケース2の場合と同様に、リトライカウントが3に達したとする。さらに、同じGOPの符号化において、量子化統計量計算部140により量子化統計量が所定の閾値を超えたことが検知された場合(S103)、リトライカウント管理部150でリトライカウントが上限値に達していることが検知され(S108)、再符号化が行われずに符号化処理が進められる。

【 0 1 3 5 】

再符号化が行われ、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合の量子化統計量の遷移の概念図は、図10に示した通りである。ケース3は、例えば図10に示すように、再符号化を開始するGOPの先頭において、すでに量子化統計量が大きい場合に生じ得る。

【 0 1 3 6 】

なお、再符号化時に通常の符号化時よりも量子化パラメータが大きくなることにより、再符号化時に、再符号化のきっかけとなったピクチャよりも符号化順で過去のピクチャで量子化統計量が閾値を超えることも起こりえる。これが生じる可能性を低減するため、リ

10

20

30

40

50

トライカウントの各値に対応する量子化パラメータのオフセット値を次のように決めてもよい。

【 0 1 3 7 】

リトライカウントの最大値（前述の実施形態では 3）に対応する量子化パラメータのオフセット値（これは予め決められた所定の値）を通常の符号化時の量子化パラメータに足し、その値が量子化統計量の閾値を超える場合、当該閾値と値が等しくなるようにリトライカウントの最大値に対応する量子化パラメータのオフセット値を修正する。そして、当該オフセット値をもとに他のリトライカウントの値に対応するオフセット値を決める（例えば、前述の実施形態の場合であれば、リトライカウントの最大値に対応するオフセット値を A としたとき、リトライカウント 0, 1, 2 のオフセット値を、それぞれ 0, $A/3$, $2 \times (A/3)$ のように等分してもよい）。ただし、再符号化時の量子化パラメータが通常の符号化時よりも小さくならないように、通常の符号化時の量子化パラメータが量子化統計量以上の場合には、リトライカウントの全ての値に対応するオフセット値を 0 とする。また、リトライカウントの最大値に対応する、予め決められた量子化パラメータのオフセット値を通常の符号化時の量子化パラメータに足した値が量子化統計量の閾値を超えない場合には、当該オフセット値をもとに他のリトライカウントの値に対応するオフセット値を決めればよい。

10

[第 3 実施形態]

【 0 1 3 8 】

以下、本発明の第 3 実施形態を、図面を用いて詳細に説明する。図 1 4 は、本実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

20

【 0 1 3 9 】

まず、入力映像信号における符号化が終了したピクチャの次のピクチャを符号化対象として設定する（ステップ S 2 0 1）。符号化対象として設定した入力ピクチャを、H. 264 その他の所定の符号化方式により符号化する（ステップ S 2 0 2）。入力ピクチャを符号化した際の当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えているかどうかを判定し（ステップ S 2 0 3）、量子化統計量が所定の閾値を超えている場合には、処理がステップ S 2 0 8 へ進む。

【 0 1 4 0 】

量子化統計量が所定の閾値を超えていなければ、最終ピクチャの符号化が完了したかどうかを判定し（ステップ S 2 0 4）、最終ピクチャまで符号化が完了したならば符号化処理を終了する。

30

【 0 1 4 1 】

そうでなければ、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したかどうかを判定する（ステップ S 2 0 5）。符号化順ピクチャ群の符号化が完了していなければ、処理がステップ S 2 0 1 へ戻り、次のピクチャについて同様に符号化処理を続ける。

【 0 1 4 2 】

符号化順ピクチャ群の符号化が完了した場合、以下の条件が満たされるかを判定し、条件が満たされ場合にだけ、リトライカウントを 1 減らす（ステップ S 2 0 6）。

- ・条件 1：リトライカウントが 1 以上であること。
- ・条件 2：C P B 残符号量が所定の閾値以上であること。

40

リトライカウントが 0 の場合、または C P B 残符号量が所定の閾値より少ない場合には、リトライカウントは減らさずに、元のままとする。

【 0 1 4 3 】

その後、リトライカウントに基づき、あらかじめリトライカウントに応じて定められた符号化パラメータを設定し（ステップ S 2 0 7）、処理がステップ S 2 0 1 へ戻って、次の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから符号化処理を行う。

【 0 1 4 4 】

ステップ S 2 0 3 において量子化統計量が所定の閾値を超えていることが検出された場合、現在のリトライカウントの値が、あらかじめ定められた最大値になっているかどうか

50

を判定する（ステップS208）。リトライカウントが最大値の場合、さらに再符号化を行わず、処理がステップS204へ進んでそのまま符号化処理を継続する。

【0145】

リトライカウントが最大値に到達していない場合、現在の符号化順ピクチャ群の再符号化のため、現在の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャを符号化対象として設定する（ステップS209）。そして、リトライカウントを1だけ増やす（ステップS210）。その後、リトライカウントに基づき、2つの符号化パラメータ（量子化パラメータ、プレフィルタ強度）のうち1つ以上を変更し（量子化パラメータはステップサイズをより大きく変更し、フィルタ強度の場合はぼかし度合いをより大きく変更）（ステップS211）、処理がステップS202へ戻って、符号化中の符号化順ピクチャ群を再符号化する。

10

【0146】

本実施形態は、入力映像の全フレームを2回符号化する従来技術bと異なり、基本的には1回の符号化処理とし、再符号化条件が成立した場合に限り、符号化順ピクチャ群（例えばGOP）の各ピクチャを再符号化条件が成立しなくなるまで発生符号量を段階的に抑えて繰り返し符号化する。2回目以降の符号化時には、リトライカウントに応じて定められた発生符号量を抑制する符号化パラメータで符号化を行う。したがって、入力映像の全てのピクチャを2度符号化する従来技術bと比較して演算量を削減できるとともに、再符号化による画質の劣化も小さくすることができる。

【0147】

以上のように本実施形態では、再符号化時に符号化パラメータをリトライカウントに応じて変更する。ここでは、符号化時に入力映像に対してプレフィルタを適用するものとし、変更する符号化パラメータとしては、量子化パラメータとプレフィルタ強度とする。この2つの符号化パラメータの双方を変更してもよいし、いずれか一方だけを変更してもよい。

20

【0148】

量子化パラメータについては、通常の符号化時に定められる量子化パラメータ値に対して、リトライカウントに応じて段階的に大きくなる所定のオフセット値を足し、より大きい量子化パラメータで再符号化する。

【0149】

プレフィルタについては、本実施形態では、ガウシアンフィルタを利用するものとする。ガウシアンフィルタは、次式で示されるガウス分布を x 、 y についてサンプリングすることによって作成できる。

30

【0150】

$$g(x, y) = \{ 1 / (2 \quad ^2) \} \times \exp \{ - (x^2 + y^2) / (2 \quad ^2) \}$$

上記の式から分かるように、 σ の値が大きいほど、ぼかし度合いが大きくなる。ぼかし度合いが大きいほど、高周波数成分が減るため、符号化時の発生符号量が減ることになる。ガウシアンフィルタの詳細は、例えば上述した非特許文献2に記載されている。

$\sigma = 0$ の場合には、ガウシアンフィルタをかけないものとし、例えばデフォルト符号化パラメータは $\sigma_0 = 0$ 、再符号化用符号化パラメータは、リトライカウントの値を c とすると、 σ_c とする。 σ_c は、 c の値が大きいほど大きな値とする。 $0 < \sigma_1 < \sigma_2 < \dots$ である。なお、本実施形態ではローパスフィルタの種類は問わない。また、例えばデフォルト符号化パラメータの σ_0 は、ピクチャごとの複雑度に応じて変更し、 σ_c は σ_{c-1} に所定のオフセットを足したものであるような構成でもよい。

40

【0151】

また、量子化統計量としては、本実施形態では、ピクチャの各マクロブロックの量子化パラメータの平均値を利用するものとする。

【0152】

以下で説明する実施形態では、符号化方式として、H.264の規格に従った符号化を行うものとする。また、符号化順ピクチャ群はGOPとする。符号化する際のGOPの概念図は図5に示した通りである。1つのGOPは10ピクチャで構成され、表示順で、I

50

ピクチャを先頭にBピクチャとPピクチャとが交互に並ぶものとする。

【0153】

本実施形態の装置構成例を、図15に示す。入力バッファ210は、入力される映像信号を蓄積するとともに、符号化部220に符号化対象の映像信号を出力する。さらに、入力バッファ210は、後述の量子化統計量計算部240から、ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えたため、再符号化を行うことを示す情報(リトライ情報)を受けた場合、符号化中のGOPの先頭のピクチャから映像信号を再度、符号化部220に出力する。また、リトライ情報を受けずにGOPの符号化が完了した場合、入力バッファ210は、蓄積していた当該GOPの映像信号を破棄する。

【0154】

符号化部220は、入力バッファ210から入力された映像信号を符号化し、符号化ストリームを出力バッファ230に出力する。また、符号化部220は、入力された映像信号を符号化した際の各マクロブロックの量子化パラメータ(量子化パラメータ情報)を量子化統計量計算部240に出力する。また、符号化部220は、GOPの符号化が完了した時点で、CPB残符号量情報をCPB状態予測部260に通知する。

【0155】

さらに、符号化部220は、量子化統計量計算部240からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPの先頭ピクチャからの映像信号が入力バッファ210から再度入力されるとともに、パラメータ調整部270から再符号化用符号化パラメータが入力されるため、入力された再符号化用符号化パラメータを利用して再符号化を行う。

【0156】

出力バッファ230は、GOPの符号化ストリームが全て蓄積された段階で、当該GOPの符号化ストリームを出力し、一方で、量子化統計量計算部240からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPについて蓄積した符号化ストリームを破棄する。

【0157】

量子化統計量計算部240は、符号化部220から入力される量子化パラメータ情報を利用して、ピクチャ単位で変化する量子化統計量を求める。そして、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、量子化統計量計算部240は、リトライ情報を入力バッファ210、符号化部220、リトライカウント管理部250、出力バッファ230に出力し、量子化統計量が所定の閾値を超えたことを通知する。

【0158】

リトライカウント管理部250は、量子化統計量計算部240からリトライ情報を受けた場合、現在のリトライカウントの値に1を加算し、更新後のリトライカウントをパラメータ調整部270に通知する。また、量子化統計量計算部240からリトライ情報を受けずに、現在符号化中のGOPの符号化が完了した場合、リトライカウントの値が1以上であれば、リトライカウント管理部250は、リトライカウントの値から1を減算し、更新後のリトライカウントをパラメータ調整部270に通知する。ただし、CPB状態予測部260から通知されたパラメータ変更有無情報が「パラメータ変更無し」を示していれば、リトライカウント管理部250は、リトライカウントが1以上であっても、リトライカウントから1を減算しない。また、リトライカウントが0の場合にも、リトライカウント管理部250は、リトライカウントから1を減算しないで、現在のリトライカウントの値をパラメータ調整部270に通知する。

【0159】

CPB状態予測部260は、GOPの符号化が完了した時点で符号化部220から通知されたCPB残符号量情報をもとに、CPB残符号量が所定の閾値以上か否かを判定し、CPB残符号量が閾値以上の場合、パラメータ変更有無情報として符号化パラメータを変更することをリトライカウント管理部250に通知する。一方、CPB残符号量が閾値より少ない場合、CPB状態予測部260は、パラメータ変更有無情報として、符号化パラメータを変更しないことをリトライカウント管理部250に通知する。

【0160】

10

20

30

40

50

パラメータ調整部 270 は、リトライカウント管理部 250 からリトライカウントを受けると、リトライカウントに応じて定められた符号化パラメータを符号化部 220 に入力する。これにより、符号化部 220 は、同じ GOP について再符号化の繰り返し回数が多くなるほど、発生符号量が小さくなる符号化パラメータを用いて符号化をすることになる。

【0161】

以上のように、本実施形態では、再符号化が発生すると値が増加し、GOP の符号化が完了した時点で値が減らされるリトライカウントという概念を導入し、リトライカウント管理部 250 にてリトライカウントを管理する。このリトライカウントには、例えば上限値が「3」というように、所定の上限値があり、上限値に達するまで同じ GOP の再符号化を行ってよいものとする。符号化時における量子化パラメータのオフセット値、プレフィルタのフィルタ強度はリトライカウントの値に応じて変化する。

10

【0162】

リトライカウントが 0 のときには、デフォルト符号化パラメータが利用される。リトライカウントが 0 以外の場合には、例えばリトライカウントの上限値が 3 の場合、リトライカウントの 1, 2, 3 のそれぞれに対応した再符号化用符号化パラメータを、符号化パラメータテーブルとしてあらかじめ用意しておいて、その符号化パラメータテーブルから得た符号化パラメータを再符号化に利用してもよい。

【0163】

本実施形態における符号化処理の流れについて、図 14 のフローチャートに沿って説明する。以下の説明では、S201, S202, ... といったように、文章中に図 14 のフローチャートとの対応を記載する。

20

【0164】

ある GOP の符号化を行う処理について、以下のように 3 つのケースに場合分けをして説明する。

- ・ [ケース 1] : GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった。
- ・ [ケース 2] : GOP の符号化において複数回量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた。
- ・ [ケース 3] : GOP の符号化において複数回量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった。

30

【0165】

[ケース 1 の処理例]

まず、GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった場合のケース 1 について説明する。GOP のピクチャが入力バッファ 210 に入力されると、入力バッファ 210 は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部 220 に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する (S201)。そして、符号化部 220 は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ 230 に符号化ストリームを出力するとともに (出力バッファ 230 は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部 240 に出力する (S202)。

40

【0166】

ここで、例えばリトライカウントが初期値の 0 であるとする、符号化においてはデフォルト符号化パラメータが利用され、デフォルト符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部 221 によるフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生した DCT 係数は、デフォルト符号化パラメータに従った量子化パラメータで、量子化部 222 により量子化される。リトライカウントが 1 以上の場合には、それぞれリトライカウントに応じて定められたフィルタ強度および量子化パラメータによるプレフィルタ、量子化処理で符号化が行われる。

【0167】

量子化統計量計算部 240 は、当該ピクチャについて、符号化部 220 から入力された

50

量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この例では量子化統計量が所定の閾値を超えることがないため、量子化統計量計算部 240 は、リトライ情報の出力はしない (S203)。符号化対象ピクチャが入力映像信号中の最終ピクチャであれば、出力バッファ 230 は蓄積している符号化ストリームを出力し、符号化処理が完了する (S204)。あるいは、符号化対象ピクチャが GOP の最終ピクチャであれば、出力バッファ 230 は蓄積していた符号化ストリームを出力するとともに、入力バッファ 210 は蓄積していたピクチャを破棄し、次の GOP の最初のピクチャの符号化処理に移る (S205 ~ S207)。

【0168】

このケース 1 のように、量子化統計量が所定の閾値を超えずに、GOP の符号化が完了した場合、符号化部 220 は、GOP の符号化が完了した時点で、CPB 残符号量情報を CPB 状態予測部 260 に通知する。CPB 状態予測部 260 は、CPB 残符号量が所定の閾値以上か否かを判定し、CPB 残符号量が閾値以上の場合、パラメータ変更有無情報として符号化パラメータを変更することをリトライカウント管理部 250 に通知する。一方、CPB 残符号量が閾値よりも少ない場合、パラメータ変更有無情報として符号化パラメータを変更しないことをリトライカウント管理部 250 に通知する。リトライカウント管理部 250 は、パラメータ変更有無情報が符号化パラメータを変更することを示す場合に限り、現在のリトライカウントから値を 1 減らす (S206)。

【0169】

すなわち、現在符号化が完了した GOP より前の GOP で再符号化が生じている場合に、リトライカウントが 0 でないことがある。そのとき、リトライカウント管理部 250 は、CPB 状態予測部 260 からのパラメータ変更有無情報の通知に従って、リトライカウントを変更し、変更後のリトライカウントをパラメータ調整部 270 に通知する。パラメータ調整部 270 は、通知されたリトライカウントに対応した符号化パラメータを符号化部 220 に設定し、次の GOP の先頭ピクチャの符号化が開始される。

【0170】

[ケース 2 の処理例]

次に、GOP の符号化において複数回、量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた場合のケース 2 について説明する。ここでは、GOP の符号化を開始する時点でのリトライカウントが 1 であるとし、同じ GOP で 2 回再符号化が行われた場合を説明する。

【0171】

GOP のピクチャが入力バッファ 210 に入力されると、入力バッファ 210 は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部 220 に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する (S201)。そして、符号化部 220 は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ 230 に符号化ストリームを出力するとともに (出力バッファ 230 は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部 240 に出力する (S202)。ここで、符号化においては、リトライカウント = 1 に対応した符号化パラメータが利用される。

【0172】

量子化統計量計算部 240 は、当該ピクチャについて、符号化部 220 から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この結果、当該ピクチャについて、量子化統計量が所定の閾値を超えることを、量子化統計量計算部 240 が検知した場合、量子化統計量計算部 240 は、符号化部 220、リトライカウント管理部 250、入力バッファ 210、出力バッファ 230 にリトライ情報を出力する (S203)。

【0173】

現在のリトライカウントは 1 であり、上限値の 3 には達していないので (S208)、入力バッファ 210 は、蓄積していた符号化中の GOP の先頭ピクチャを符号化部 220 に出力する (S209)。一方で、リトライカウント管理部 250 でリトライカウントが 1 増加され、値が 2 となったリトライカウントがパラメータ調整部 270 に出力される (

10

20

30

40

50

S 2 1 0)。

【 0 1 7 4 】

パラメータ調整部 2 7 0 では、リトライカウントが 2 のときの符号化パラメータを符号化パラメータテーブルから読み出し、その符号化パラメータを符号化部 2 2 0 に設定する (S 2 1 1)。出力バッファ 2 3 0 は、符号化中の GOP の符号化ストリームを破棄する。

【 0 1 7 5 】

符号化部 2 2 0 では、量子化統計量が所定の閾値を超えない限り、順次、GOP のピクチャが入力バッファ 2 1 0 から入力されて符号化が進められる。この符号化の際に、同じ GOP で再度、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、前述した処理と同様な処理によって、リトライカウントが 1 増加し、3 になる。これにより、符号化パラメータがリトライカウント = 3 に対応するものに変更された上で、同じ GOP について再度、先頭ピクチャから符号化が順次行われる。

10

【 0 1 7 6 】

この GOP の符号化において、これ以上、量子化統計量が所定の閾値を超えなかった場合、符号化部 2 2 0 は、CPB 残符号量情報を CPB 状態予測部 2 6 0 に通知する。CPB 状態予測部 2 6 0 は、CPB 残符号量が所定の閾値以上の場合、パラメータ変更有無情報を「変更あり」とし、それ以外の場合にはパラメータ変更有無情報を「変更なし」として、リトライカウント管理部 2 5 0 に通知する。

【 0 1 7 7 】

通知されたパラメータ変更有無情報が「変更あり」の場合、リトライカウント管理部 2 5 0 によってリトライカウントが 1 減らされ、リトライカウントが 2 となって、次の GOP の符号化が進められる。このときの入力バッファ 2 1 0 および出力バッファ 2 3 0 の動作は、前述した例と同様である。パラメータ変更有無情報が「変更なし」の場合には、リトライカウントが 3 のままで、次の GOP の符号化が進められる。

20

【 0 1 7 8 】

このケース 2 の例におけるリトライカウント、符号化パラメータの推移の概念図は、図 1 3 に示した通りである。図 1 3 の例では、リトライカウントが 1 の状態で、2 番目の GOP 2 を符号化しているときに、6 ピクチャ目の符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えたので、リトライカウントを 2 にし、再度、リトライカウント = 2 に対応する符号化パラメータで GOP 2 の先頭の I ピクチャから再符号化している。この再符号化でも、8 番目のピクチャで量子化統計量が所定の閾値を超え、さらにリトライカウント = 3 に対応する発生符号量が少ない符号化パラメータで再符号化が行われている。

30

【 0 1 7 9 】

再度の再符号化では量子化統計量が所定の閾値を超えなかったので、CPB 残符号量が所定の閾値以上かを判定する。ここでは、CPB 残符号量が所定の閾値以上であったので、GOP 2 の符号化完了時にリトライカウントから 1 を減じ、リトライカウントが 2 の符号化パラメータを用いて、次の GOP 3 の符号化に処理が移行している。

【 0 1 8 0 】

再符号化が行われた際の CPB 残符号量の遷移の概念図は、図 8 に示した通りである。太線で示した部分が再符号化後の CPB 残符号量である。再符号化では、プレフィルタでぼかし度合いを強め、量子化パラメータもデフォルト符号化パラメータよりも大きくするため、発生符号量が抑えられ、CPB 残符号量の遷移が、例えば図 8 に示すようになる。この結果、再符号化が生じたピクチャにおいての CPB 残符号量が、再符号化時には増加し、当該ピクチャで大きな画質劣化が生じることを回避できる。

40

【 0 1 8 1 】

さらに、再符号化が行われた際の量子化統計量の遷移の概念図は、図 9 に示した通りである。図 9 に示すように、再符号化時に符号化パラメータを変更するため、再符号化を開始したピクチャの量子化統計量が大きくなるものの、その影響で図 8 に示すように CPB 残符号量に余裕が出るため、再符号化が生じたピクチャにおいては、量子化統計量が再符

50

号化前より小さくなる。

【0182】

[ケース3の処理例]

最後に、同じGOPの符号化において複数回量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合のケース3について説明する。

【0183】

あるGOPを符号化中に、ケース2の場合と同様に、リトライカウントが3に達したとする。さらに、同じGOPの符号化において、量子化統計量計算部240により量子化統計量が所定の閾値を超えたことが検知された場合(S203)、リトライカウント管理部250でリトライカウントが上限値に達していることが検知され(S208)、再符号化が行われずに符号化処理が進められる。

10

【0184】

再符号化が行われ、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合の量子化統計量の遷移の概念図は、図10に示した通りである。ケース3は、例えば図10に示すように、再符号化を開始するGOPの先頭において、すでに量子化統計量が大きい場合に生じ得る。

【0185】

なお、再符号化時に通常の符号化時よりも量子化パラメータが大きくなることにより、再符号化時に、再符号化のきっかけとなったピクチャよりも符号化順で過去のピクチャで量子化統計量が閾値を超えることも起こりえる。これが生じる可能性を低減するため、リトライカウントの各値に対応する量子化パラメータのオフセット値を次のように決めてもよい。

20

【0186】

リトライカウントの最大値(前述の実施形態では3)に対応する量子化パラメータのオフセット値(これは予め決められた所定の値)を通常の符号化時の量子化パラメータに足し、その値が量子化統計量の閾値を超える場合、当該閾値と値が等しくなるようにリトライカウントの最大値に対応する量子化パラメータのオフセット値を修正する。そして、当該オフセット値をもとに他のリトライカウントの値に対応するオフセット値を決める(例えば、前述の実施形態の場合であれば、リトライカウントの最大値に対応するオフセット値をAとしたとき、リトライカウント0, 1, 2のオフセット値を、それぞれ0, $A/3$, $2 \times (A/3)$ のように等分してもよい)。ただし、再符号化時の量子化パラメータが通常の符号化時よりも小さくならないように、通常の符号化時の量子化パラメータが量子化統計量以上の場合には、リトライカウントの全ての値に対応するオフセット値を0とする。また、リトライカウントの最大値に対応する、予め決められた量子化パラメータのオフセット値を通常の符号化時の量子化パラメータに足した値が量子化統計量の閾値を超えない場合には、当該オフセット値をもとに他のリトライカウントの値に対応するオフセット値を決めればよい。

30

【0187】

[第4実施形態]

以下、本発明の第4実施形態を、図面を用いて詳細に説明する。図16は、本実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

40

【0188】

まず、入力映像信号における符号化が終了したピクチャの次のピクチャを符号化対象として設定する(ステップS301)。符号化対象として設定した入力ピクチャを、H.264その他の所定の符号化方式により符号化する(ステップS302)。入力ピクチャを符号化した際の当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えているかどうかを判定し(ステップS303)、量子化統計量が所定の閾値を超えている場合には、処理がステップS311へ進む。

【0189】

50

量子化統計量が所定の閾値を超えていなければ、最終ピクチャの符号化が完了したかどうかを判定し（ステップS304）、最終ピクチャまで符号化が完了したならば符号化処理を終了する。

【0190】

そうでなければ、符号化したピクチャは符号化順ピクチャ群の先頭のIピクチャかどうかを判定する（ステップS305）。現在符号化したピクチャが符号化順ピクチャ群の先頭のIピクチャの場合、そのIピクチャをリトライポイントとして設定する（ステップS306）。これは、後述するステップS309において、CPB残符号量が所定の閾値未満の場合に、リトライポイントが1つ前の符号化順ピクチャ群の先頭に設定されたままであるので、次のIピクチャで再符号化条件（量子化統計量が所定の閾値を超える）が成立しないことを確認してからリトライポイントを更新するための処理である。なお、ステップS310においてリトライポイントが設定されている場合には、同じ位置にリトライポイントを再設定することになるが、処理上、不都合は生じない。その後、処理がステップS301へ戻って、次のピクチャの符号化を進める。

10

【0191】

符号化したピクチャが符号化順ピクチャ群の先頭でない場合、次に、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したかどうかを判定する（ステップS307）。符号化順ピクチャ群の符号化が完了していなければ、処理がステップS301へ戻り、次のピクチャについて同様に符号化処理を続ける。符号化順ピクチャ群の符号化が完了した場合、符号化パラメータが符号化順ピクチャ群の再符号化（リトライ）で変更されていれば、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻す（ステップS308）。

20

【0192】

また、符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点で、CPB残符号量が所定の閾値以上かどうかを判定する（ステップS309）。CPB残符号量が所定の閾値以上であれば、リトライポイントを、次の符号化順ピクチャ群の先頭のIピクチャに設定する（ステップS310）。その後、処理がステップS301へ戻って、次の符号化順ピクチャ群の先頭から順番に符号化を行う。

【0193】

CPB残符号量が所定の閾値未満の場合には、リトライポイントを更新しないで、処理がステップS301へ戻り、次の符号化順ピクチャ群の符号化へ進む。

30

【0194】

ステップS303において量子化統計量が所定の閾値を超えていることが検出された場合、現在の符号化順ピクチャ群は再符号化が行われたかどうか（リトライ済みかどうか）を判定する（ステップS311）。リトライ済みの場合、さらに再符号化を行わず、処理がステップS304へ進んでそのまま符号化処理を継続する。

【0195】

リトライ済みでない場合、現在の符号化順ピクチャ群の再符号化のため、リトライポイントのピクチャを符号化対象として設定する（ステップS312）。そして、2つの符号化パラメータ（量子化パラメータ、プレフィルタ強度）のうち1つ以上を変更し（量子化パラメータはステップサイズをより大きく変更し、フィルタ強度の場合はぼかし度合いをより大きく変更）（ステップS313）、処理がステップS302へ戻って、符号化中の符号化順ピクチャ群を再符号化する。

40

【0196】

すなわち、入力映像の全フレームを2回符号化する従来技術bと異なり、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合に限り、符号化順ピクチャ群（例えばGOP）を2回符号化する。2回目の符号化時には、発生符号量を抑制する符号化パラメータで符号化を行う。再符号化条件が成立した場合に限り、それが成立した符号化順ピクチャ群のみを再符号化することで（なお、例外的に1つ前の符号化順ピクチャ群から再符号化することもある）、CPBアンダーフローを抑制しつつ画質劣化を軽減する。したがって、入力映像の全てのピクチャを2度符号化する従来技術bと比較して演算量を削減できる。

50

【 0 1 9 7 】

図 1 7 は、本実施形態の変形例に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。本実施形態は、図 1 6 に示すステップ S 3 0 8 の処理を、図 1 7 に示すステップ S 3 8 1 ~ S 3 8 3 の処理に置き換えて実施することもできる。ステップ S 3 0 8 以外の処理は、図 1 6 とほぼ同様である。

【 0 1 9 8 】

図 1 6 のステップ S 3 0 7 の処理の後、符号化パラメータがリトライで変更されているかどうかを判定する（ステップ S 3 8 1）。符号化パラメータがリトライで変更されていなければ、処理がステップ S 3 0 9 へ進む。符号化パラメータがリトライで変更されていれば、次に C P B 残符号量が所定の第一の閾値以上かどうかを判定する（ステップ S 3 8 2）。C P B 残符号量が所定の閾値未満であれば、符号化パラメータを再符号化で用いた状態のままとし、C P B 残符号量が所定の閾値以上の場合にだけ符号化パラメータを元のデフォルト符号化パラメータに戻す（ステップ S 3 8 3）。その後、処理がステップ S 3 0 9 へ進み、C P B 残符号量が所定の第二の閾値以上かどうかを判定するが、この処理およびステップ S 3 1 0 の処理は、図 1 6 に示すステップ S 3 0 9、S 3 1 0 の処理と同様である。なお、第一の閾値と第二の閾値とは、同じ値であっても異なる値であってもどちらでもよい。

【 0 1 9 9 】

図 1 7 に示す変形例では、以上のように符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点で C P B 残符号量が所定量を超えている場合にだけ、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻す。これは次の理由による。符号化順ピクチャ群の符号化が完了したとしても、C P B 残符号量が少ない場合、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻すと発生符号量がより多くなるため、次の符号化順ピクチャ群のピクチャの符号化で再符号化条件が成立する可能性が高まる。図 1 7 の処理では、C P B 残符号量が少ない場合には、符号化パラメータを変更しないため、図 1 6 の処理に比べて、次の符号化順ピクチャ群の符号化における再符号化の発生が抑制され、演算量がさらに削減されることになる。

【 0 2 0 0 】

以上のように本実施形態では、再符号化時に符号化パラメータを変更する。ここでは、符号化時に入力映像に対してプレフィルタを適用するものとし、変更する符号化パラメータとしては、量子化パラメータとプレフィルタ強度とする。この 2 つの符号化パラメータの双方を変更してもよいし、いずれか一方だけを変更してもよい。

【 0 2 0 1 】

量子化パラメータについては、通常の符号化時の量子化パラメータ値に対して、所定のオフセット値を足し、より大きい量子化パラメータで再符号化する。

【 0 2 0 2 】

プレフィルタについては、本実施形態では、ガウシアンフィルタを利用するものとする。ガウシアンフィルタは、次式で示されるガウス分布を x 、 y についてサンプリングすることによって作成できる。

【 0 2 0 3 】

$$g(x, y) = \{ 1 / (2 \sigma^2) \} \times \exp \{ - (x^2 + y^2) / (2 \sigma^2) \}$$

上記の式から分かるように、 σ の値が大きいほど、ぼかし度合いが大きくなる。ぼかし度合いが大きいほど、高周波数成分が減るため、符号化時の発生符号量が減ることになる。ガウシアンフィルタの詳細は、例えば上述した非特許文献 2 に記載されている。

$\sigma = 0$ の場合には、ガウシアンフィルタをかけないものとし、例えばデフォルト符号化パラメータは $\sigma_0 = 0$ 、再符号化用符号化パラメータは $\sigma_1 > 0$ とする。なお、本実施形態ではローパスフィルタの種類は問わない。また、再符号化時のぼかし度合いの強め方も予め任意に定めてよい。例えば、デフォルト符号化パラメータの σ_0 は、ピクチャごとの複雑度に応じて変更し、 σ_1 は σ_0 に所定のオフセットを足したものであるような構成でもよい。

【 0 2 0 4 】

10

20

30

40

50

また、量子化統計量としては、本実施形態では、ピクチャの各マクロブロックの量子化パラメータの平均値を利用するものとする。

【0205】

符号化は、H.264の規格に従った符号化を行うものとする。また、本実施形態では、符号化順ピクチャ群はGOPとする。符号化する際のGOPの概念図は図5に示した通りである。1つのGOPは10ピクチャで構成され、表示順で、Iピクチャを先頭にBピクチャとPピクチャとが交互に並ぶものとする。

【0206】

本実施形態の装置構成例を、図18に示す。入力バッファ310は、入力される映像信号を蓄積するとともに、符号化部320に符号化対象の映像信号を出力する。さらに、入力バッファ310は、後述の量子化統計量計算部340から、ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えたため、再符号化を行うことを示す情報（リトライ情報）を受けた場合、リトライポイントとして設定されたGOPの先頭ピクチャから映像信号を再度、符号化部320に出力する。また、リトライポイント管理部360からリトライポイント情報を入力した場合に、入力バッファ310は、リトライポイントより前の蓄積していたGOPの映像信号を破棄する。

10

【0207】

符号化部320は、入力バッファ310から入力された映像信号を符号化し、符号化ストリームを出力バッファ330に出力する。また、符号化部320は、入力された映像信号を符号化した際に発生した量子化パラメータ（量子化パラメータ情報）を量子化統計量計算部340に出力する。さらに、符号化部320は、量子化統計量計算部340からリトライ情報を受けた場合、リトライポイントが示すGOPの先頭ピクチャからの映像信号が入力バッファ310から再度入力されるとともに、パラメータ調整部370から再符号化用符号化パラメータが入力されるため、入力された再符号化用符号化パラメータを利用して再符号化を行う。また、符号化部320は、GOPの符号化が完了した時点におけるCPB残符号量の情報を、CPB状態予測部350に出力する。

20

【0208】

出力バッファ330は、リトライポイント管理部360からのリトライポイント情報に基づき、出力することが確定した符号化ストリーム、すなわち再符号化の必要がないことが確定した符号化結果の符号化ストリームを出力する。一方で、出力バッファ330は、量子化統計量計算部340からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPについて蓄積した符号化ストリームを破棄する。

30

【0209】

量子化統計量計算部340は、符号化部320から入力される量子化パラメータ情報を利用して、ピクチャ単位で変化する量子化統計量を求める。そして、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、量子化統計量計算部340は、リトライ情報を入力バッファ310、符号化部320、パラメータ調整部370、出力バッファ330に出力し、量子化統計量が所定の閾値を超えたことを通知する。

【0210】

CPB状態予測部350は、CPB残符号量が所定の閾値以上か否かの判定を行い、CPB残符号量が閾値以上の場合には、リトライポイント管理部360に、次のGOPのリトライポイントは当該GOPの先頭のIピクチャであることを示す情報を、リトライポイント変更有無情報として通知する。逆に、CPB残符号量が閾値より小さい場合には、CPB状態予測部350は、次のGOPの先頭ピクチャのリトライポイントは当該GOPの直前のGOPの先頭ピクチャ（Iピクチャ）であることを示す情報を、リトライポイント変更有無情報としてリトライポイント管理部360に通知する。

40

【0211】

リトライポイント管理部360は、これから符号化するGOPの先頭ピクチャにおいて、リトライポイントが直前のGOPの先頭ピクチャであることをリトライ変更有無情報が示す場合に、そのリトライポイントを入力バッファ310に通知するとともに、先頭のピ

50

クチャの符号化において再符号化が生じなかった場合に、次のピクチャの符号化からリトライポイントを現在符号化しているGOPの先頭ピクチャとすることを、入力バッファ310に通知する。また、リトライポイントがこれから符号化するGOPの先頭ピクチャであることをリトライ変更有無情報が示す場合に、リトライポイント管理部360は、そのリトライポイントを入力バッファ310と出力バッファ330に通知する。ここでは、これらの通知情報をリトライポイント情報という。前述のように、入力バッファ310は、再符号化時にはリトライポイント情報に基づくピクチャから符号化部320に映像信号を入力し、出力バッファ330は、リトライポイント情報に基づき出力することが確定した符号化ストリームのみを出力する。

【0212】

パラメータ調整部370は、量子化統計量計算部340からリトライ情報を受けた場合、前述のように再符号化用符号化パラメータを符号化部320に入力する。これにより、符号化部320は、再符号化時には、同じGOPについて、発生符号量が小さくなる符号化パラメータを用いて符号化をすることになる。

【0213】

本実施形態における符号化処理の流れについて、図16のフローチャートに沿って説明する。以下の説明では、S301、S302、...といったように、文章中に図16のフローチャートとの対応を記載する。

【0214】

あるGOPの符号化を行う処理について、最初のGOPをGOP1、次のGOPをGOP2として、以下のように4つのケースに場合分けをして説明する。

- ・[ケース1]：GOP1の符号化において、量子化統計量が所定の閾値を超えるという再符号化条件が成立することなくGOP1の符号化が完了し、次のGOP2の先頭ピクチャの符号化においても再符号化条件が成立しなかった。
- ・[ケース2]：GOP1の符号化が完了し、次のGOP2の先頭ピクチャの符号化において再符号化条件が成立し、再符号化が必要になった。
- ・[ケース3]：GOP2の中間のピクチャの符号化において再符号化条件が成立し、再符号化が必要になった。
- ・[ケース4]：GOP2の中間のピクチャの符号化において再符号化条件が成立し、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった。

【0215】

[ケース1の処理例]

まず、GOP1の符号化において、量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった場合（再符号化条件が成立しなかった場合）のケース1について説明する。GOP1のピクチャが入力バッファ310に入力されると、入力バッファ310は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部320に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する（S301）。そして、符号化部320は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ330に符号化ストリームを出力するとともに（出力バッファ330は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する）、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部340に出力する（S302）。

【0216】

ここで、符号化においてはデフォルト符号化パラメータが利用され、デフォルト符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部321によるフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生したDC T係数は、デフォルト符号化パラメータに従った量子化パラメータで、量子化部322により量子化される。

【0217】

量子化統計量計算部340は、当該ピクチャについて、符号化部320から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この例では量子化統計量が所定の閾値を超えることがないため、量子化統計量計算部340は、リトライ情報の出力はし

10

20

30

40

50

ない（S303）。符号化対象ピクチャが入力映像信号中の最終ピクチャであれば、出力バッファ330は蓄積している符号化ストリームを出力し、符号化処理が完了する（S304）。

【0218】

符号化対象ピクチャがGOP1の先頭ピクチャであれば（S305）、リトライポイント管理部360は、GOP1の先頭ピクチャ（Iピクチャ）をリトライポイントとして設定し（S306）、続いて符号化部320は、次のピクチャの符号化を進める。

【0219】

あるいは、符号化対象ピクチャがGOPの最終ピクチャであれば（S307）、パラメータ調整部370は、再符号化で再符号化用符号化パラメータが利用されていた場合に、符号化パラメータをデフォルト符号化パラメータに変更する（S308）。

10

【0220】

その一方で、符号化部320がCPB残符号量情報をCPB状態予測部350に出力し、CPB状態予測部350は、CPB残符号量が所定の閾値以上かを判定する（S309）。CPB状態予測部350は、その判定結果を、前述のリトライポイント変更有無情報として、リトライポイント管理部360に通知する。リトライポイント管理部360は、リトライポイント変更有無情報がリトライポイントを変更しないこと（CPB残符号量が閾値未満）を示す場合、入力バッファ310にリトライポイントがGOP1の先頭ピクチャであることをリトライポイント情報として通知する。

【0221】

20

その後、処理は、GOP2の先頭のIピクチャの符号化処理に進み（S302）、そのIピクチャの符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えなかった場合（S303）、リトライポイント管理部360は、入力バッファ310および出力バッファ330にリトライポイントがGOP2の先頭ピクチャであることを通知する（S306）。すなわち、それ以降のGOP2のピクチャにおいて再符号化が生じた場合、GOP2の先頭ピクチャから再符号化が行われる。

【0222】

前述したGOP1の符号化が完了した時点で、CPB残符号量が十分にある場合には、リトライポイントを変更することを示すリトライポイント変更有無情報がCPB状態予測部350からリトライポイント管理部360へ出力され、リトライポイント管理部360は、入力バッファ310にリトライポイントはGOP2の先頭ピクチャであることをリトライポイント情報として通知する（S310）。この場合、次にGOP2のどのピクチャにおいて、量子化統計量が所定の閾値を超えても、GOP2の先頭ピクチャから再符号化が行われる。

30

【0223】

[ケース2の処理例]

次に、GOP2の先頭ピクチャの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたが、その後再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた場合のケース2について説明する。ケース1と同様に、GOP1の符号化が完了した時点でのリトライポイント変更有無情報が、CPB残符号量が少ないためにリトライポイントを変更しないことを示す場合、リトライポイント管理部360は、入力バッファ310にリトライポイントはGOP1の先頭のIピクチャであることを通知する。

40

【0224】

処理が、GOP2の先頭のIピクチャの符号化処理に進み、当該ピクチャで量子化統計量計算部340により量子化統計量が所定の閾値を超えたことが検出された場合（S303）、量子化統計量計算部340からのリトライ情報に基づき、入力バッファ310は、GOP1の先頭ピクチャから順次、符号化部320にピクチャを入力させ、符号化部320で再符号化が行われる。このときの符号化パラメータは、パラメータ調整部370から設定された再符号化用符号化パラメータが用いられる（S313）。この再符号化では、プレフィルタ部321により、再符号化用符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度

50

(デフォルト符号化パラメータよりぼかし度合いが大きい)で、符号化対象ピクチャにプレフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生したDC T係数は、再符号化用符号化パラメータに従った量子化パラメータ(デフォルト符号化パラメータより量子化ステップサイズが大きい)で、量子化部322により量子化される。

【0225】

このGOP1の再符号化により、GOP1の最終ピクチャまでの符号化が完了した場合、そのときのCPB残符号量によって、リトライポイントがGOP1の先頭ピクチャまたはGOP2の先頭ピクチャに設定され、続いてGOP2の先頭ピクチャの符号化処理が進められる。

【0226】

[ケース3の処理例]

前のケース2では、GOP2の先頭ピクチャの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたため、再符号化が必要になった例を説明した。一方、GOP2の先頭ピクチャ以外のピクチャで量子化統計量が所定の閾値を超えた場合には、同様に再符号化用符号化パラメータを用いて、GOP2の先頭ピクチャから再符号化が行われることになる。

【0227】

GOP2の中間のピクチャで再符号化が行われた際の符号化パラメータの変更の概念図は、図7に示した通りである。図7の例では、GOP2の6ピクチャ目の符号化で、量子化統計量が所定の閾値を超えたので、発生符号量を抑制する再符号化用符号化パラメータを設定して、GOP2の先頭のIピクチャから再符号化している。再符号化により量子化統計量が所定の閾値を超えなくなったので、次のGOP3の符号化では、再符号化用符号化パラメータをデフォルト符号化パラメータに戻し、符号化処理を続ける。

【0228】

再符号化が行われた際のCPB残符号量の遷移の概念図は、図8に示した通りである。太線で示した部分が再符号化後のCPB残符号量である。再符号化では、プレフィルタでぼかし度合いを強め、量子化パラメータもデフォルト符号化パラメータよりも大きくするため、発生符号量が抑えられ、CPB残符号量の遷移が、例えば図8に示すようになる。この結果、再符号化が生じたピクチャにおいてのCPB残符号量が、再符号化時には増加し、当該ピクチャで大きな画質劣化が生じることを回避できる。

【0229】

さらに、再符号化が行われた際の量子化統計量の遷移の概念図は、図9に示した通りである。図9に示すように、再符号化時に符号化パラメータを変更するため、再符号化を開始したピクチャの量子化統計量が大きくなるものの、その影響で図8に示すようにCPB残符号量に余裕が出るため、再符号化が生じたピクチャにおいては、量子化統計量が再符号化前より小さくなる。

【0230】

[ケース4の処理例]

最後に、GOP2の中間のピクチャの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合のケース4について説明する。

【0231】

再符号化が行われ、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合の量子化統計量の遷移の概念図は、図10に示した通りである。ケース4は、例えば図10に示すように、再符号化を開始するGOPの先頭において、すでに量子化統計量が大きい場合に生じ得る。この場合、量子化統計量計算部340によって量子化統計量が所定の閾値を超えたことが検知され、GOP2の再符号化を行う動作はケース3と同様である。このGOP2の再符号化中に量子化統計量が所定の閾値を超えた場合(S303, S311)、さらに再符号化を行わず、そのまま符号化処理を継続する(S304へ移行)。

【0232】

なお、再符号化時に通常の符号化時よりも量子化パラメータが大きくなることにより、

10

20

30

40

50

再符号化時に、再符号化のきっかけとなったピクチャよりも符号化順で過去のピクチャで量子化統計量が閾値を超えることも起こりえる。これが生じる可能性を低減するため、再符号化時の量子化パラメータが量子化統計量の閾値よりも大きくなる場合、再符号化時の量子化パラメータを量子化統計量の閾値と等しい値に修正してもよい。ただし、再符号化時の量子化パラメータが通常の符号化時よりも小さくならないように、通常の符号化時の量子化パラメータが量子化統計量以上の場合には、再符号化時の量子化パラメータの値を通常の符号化時の値と等しくする。

〔第5実施形態〕

【0233】

以下、本発明の第5実施形態を、図面を用いて詳細に説明する。図19は、本実施形態に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。

10

【0234】

符号化順でM枚目のピクチャとN枚目(N > M)のピクチャに関して、N - Mをピクチャ間距離という。最初に、外部から与えられた利用可能なメモリ量の情報に基づき、再符号化時にメモリ制限内で最大で遡ることができるピクチャ間距離である最大ピクチャ間距離を求め、記憶する(S400)。

【0235】

次に、入力映像信号における符号化が終了したピクチャの次のピクチャ(符号化開始時には入力映像信号の先頭ピクチャ)を符号化対象として設定する(ステップS401)。符号化対象として設定した入力ピクチャを、H.264その他の所定の符号化方式により符号化する(ステップS402)。入力ピクチャを符号化した際の当該ピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超えているかどうかを判定し(ステップS403)、量子化統計量が所定の閾値を超えている場合には、処理がステップS407へ進む。

20

【0236】

量子化統計量が所定の閾値を超えていなければ、最終ピクチャの符号化が完了したかどうかを判定し(ステップS404)、最終ピクチャまで符号化が完了したならば符号化処理を終了する。

【0237】

そうでなければ、符号化順ピクチャ群の符号化が完了したかどうかを判定する(ステップS405)。符号化順ピクチャ群の符号化が完了していなければ、処理がステップS401へ戻り、次のピクチャについて同様に符号化処理を続ける。符号化順ピクチャ群の符号化が完了した場合、符号化パラメータが符号化順ピクチャ群の再符号化(リトライ)で変更されていれば、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻し(ステップS406)、処理がステップS401へ戻って、次の符号化順ピクチャ群の先頭のピクチャから符号化処理を行う。

30

【0238】

ステップS403において量子化統計量が所定の閾値を超えていることが検出された場合、現在の符号化順ピクチャ群は再符号化が行われたかどうか(リトライ済みかどうか)を判定する(ステップS407)。リトライ済みの場合、さらに再符号化を行わず、処理がステップS404へ進んでそのまま符号化処理を継続する。

40

【0239】

リトライ済みでない場合、現在の符号化順ピクチャ群内のピクチャの再符号化のため、リトライポイントを設定する。すなわち、ステップS400で算出した最大ピクチャ間距離の範囲内の符号化中の符号化順ピクチャ群に含まれる最も離れたピクチャを、符号化対象として設定する(ステップS408)。そして、2つの符号化パラメータ(量子化パラメータ、プレフィルタ強度)のうち1つ以上を変更し(量子化パラメータはステップサイズをより大きく変更し、フィルタ強度の場合はぼかし度合いをより大きく変更)(ステップS409)、処理がステップS402へ戻って、リトライポイントとして設定した符号化順ピクチャ群のピクチャから再符号化する。

【0240】

50

以上の再符号化処理によれば、入力映像の全フレームを2回符号化する従来技術bと異なり、符号化したピクチャの量子化統計量が大き過ぎる場合に限り、符号化順ピクチャ群（例えばGOP）内の複数ピクチャを2回符号化する。2回目の符号化時には、CPB残符号量がより増加する符号化パラメータを用いて、現在符号化中の符号化順ピクチャ群内の複数ピクチャのみを再符号化する。これにより、映像が単純なシーンから複雑なシーンに移るときの画質の劣化を軽減しつつ、入力映像の全てのピクチャを2回符号化する従来技術bと比較して演算量を削減できる。また、入力バッファおよび出力バッファとして必要となるメモリも、所定数のピクチャに相当する分だけでよく、メモリの削減を図ることができる。

【0241】

図20は、本実施形態の変形例に係る動画像符号化制御方法を示す処理フローチャートである。本実施形態は、図19に示すステップS406の処理を、図20に示すステップS461～S463の処理に置き換えて実施することもできる。ステップS406以外の処理は、図19と同様である。

【0242】

図19のステップS405の処理の後、符号化パラメータがリトライで変更されているかどうかを判定する（ステップS461）。符号化パラメータがリトライで変更されていなければ、処理が図19のステップS401へ戻る。符号化パラメータがリトライで変更されていれば、次にCPB残符号量が所定の閾値以上かどうかを判定する（ステップS462）。CPB残符号量が所定の閾値未満であれば、符号化パラメータを再符号化で用いた状態のままとし、CPB残符号量が所定の閾値以上の場合にだけ符号化パラメータを元のデフォルト符号化パラメータに戻す（ステップS463）。その後、処理が図19のステップS401へ戻り、次の符号化順ピクチャ群の符号化に移る。

【0243】

図20に示す変形例では、符号化順ピクチャ群の符号化が完了した時点でCPB残符号量が所定量を超えている場合にだけ、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻す。これは次の理由による。符号化順ピクチャ群の符号化が完了したとしても、CPB残符号量が少ない場合、符号化パラメータを通常の符号化時の値に戻すと発生符号量がより多くなるため、次の符号化順ピクチャ群の符号化で、再度、符号化したピクチャの量子化統計量が所定の閾値を超える可能性が高まる。図20の処理では、CPB残符号量が少ない場合には、符号化パラメータを変更しないため、図19の処理に比べて、次の符号化順ピクチャ群の符号化における再符号化の発生が抑制され、演算量がさらに削減されることになる。

【0244】

以上のように本実施形態では、再符号化時に符号化パラメータを変更する。ここでは、符号化時に入力映像に対してプレフィルタを適用するものとし、変更する符号化パラメータとしては、量子化パラメータとプレフィルタ強度とする。この2つの符号化パラメータの双方を変更してもよいし、いずれか一方だけを変更してもよい。

【0245】

量子化パラメータについては、通常の符号化時の量子化パラメータ値に対して、所定のオフセット値を足し、より大きい量子化パラメータで再符号化する。

【0246】

プレフィルタについては、本実施形態では、ガウシアンフィルタを利用するものとする。ガウシアンフィルタは、次式で示されるガウス分布を x 、 y についてサンプリングすることによって作成できる。

【0247】

$$g(x, y) = \{ 1 / (2 \quad ^2) \} \times \exp \{ - (x^2 + y^2) / (2 \quad ^2) \}$$

上記の式から分かるように、 \quad の値が大きいほど、ぼかし度合いが大きくなる。ぼかし度合いが大きいほど、高周波数成分が減るため、符号化時の発生符号量が減ることになる。ガウシアンフィルタの詳細は、例えば上述した非特許文献2に記載されている。

10

20

30

40

50

= 0 の場合には、ガウシアンフィルタをかけないものとし、例えばデフォルト符号化パラメータは $\sigma = 0$ 、再符号化用符号化パラメータは $\sigma_1 > 0$ とする。なお、本実施形態ではローパスフィルタの種類は問わない。また、再符号化時のぼかし度合いの強め方も予め任意に定めてよい。例えば、デフォルト符号化パラメータの σ は、ピクチャごとの複雑度に応じて変更し、 σ_1 は σ に所定のオフセットを足したものであるような構成でもよい。

【0248】

また、量子化統計量としては、本実施形態では、ピクチャの各マクロブロックの量子化パラメータの平均値を利用するものとする。

【0249】

符号化は、H.264の規格に従った符号化を行うものとする。また、本実施形態では、符号化順ピクチャ群はGOPとする。符号化する際のGOPの概念図は図5に示した通りである。1つのGOPは10ピクチャで構成され、表示順で、Iピクチャを先頭にBピクチャとPピクチャとが交互に並ぶものとする。

【0250】

本実施形態の装置構成例を、図21に示す。最大ピクチャ間距離決定部500は、外部から使用可能メモリ量を通知され（使用可能メモリ量情報）、これに基づき再符号化時に最大で遊べる最大ピクチャ間距離を求める。本実施形態では、再符号化に備えるために、入力バッファ410に符号化中のGOPの入力映像信号を蓄積し、出力バッファ430に符号化中のGOPの符号化ストリームを蓄積しておく。最大ピクチャ間距離決定部500は、GOP長を最大ピクチャ間距離とした場合から始め、最大ピクチャ間距離の値を減らしながら、入力バッファ410および出力バッファ430の最悪のケースでの必要メモリ量および他の利用メモリ量の総和が、使用可能メモリ量以下になるピクチャ間距離を求め、最大ピクチャ間距離を決定する。

【0251】

ここで、最大ピクチャ間距離を求める際の必要メモリ量の計算例を示す。まず、入力バッファ410の必要メモリ量は、次のようになる。

【0252】

入力バッファの必要メモリ量 = (最大ピクチャ間距離 + 1) × (1ピクチャのデータ量)

一方で、出力バッファ430の必要メモリ量は、CPBの大きさ、およびビットレートの制限下で、CPBアンダーフローを生じさせずに発生し得る最大の符号量とする。具体的には、GOPの符号開始直前においてCPB残符号量がCPBの大きさと等しい状態で、CPBにビットレートに従って入力されるデータを全て使い切った場合（GOP符号化後にCPB残符号量が0）が、発生し得る最大の符号量となる。ビット数での計算式としては、出力バッファの必要メモリ量は、次式のようになる。

【0253】

出力バッファの必要メモリ量 = (ビットレート / 1秒あたりのピクチャ数) × (最大ピクチャ間距離 + 1) + (ビット数でのCPBの大きさ)

さらに、次のようなデータのデータ量も計算する必要がある場合がある。H.264の場合、再符号化に備えてGOPの符号化中に作成された復号画像を、参照画像として残しておく必要がある（残しておかない場合、再符号化時にリトライポイントから符号化する際の参照画像がない状態となる）。GOP内のピクチャは当該GOP以前のピクチャを参照しないため、参照画像としてDPB (Decoded Picture Buffer) に格納するのは、IおよびPピクチャの前提の場合、次のようにメモリを確保しておけば、あらゆる状況においてメモリが足りることになる。

【0254】

GOPの最後のピクチャにおいて再符号化が生じた場合に、再符号化を開始するピクチャ（最大ピクチャ間距離のピクチャ）よりも、符号化順において過去である符号化順ピクチャ群内のIおよびPピクチャの数の分だけメモリを持っていけばよい。

10

20

30

40

50

【0255】

図22に、この必要メモリ量を説明する概念図を示す。例えば、図22に示すようにGOPが10ピクチャ構成で、最大ピクチャ間距離が6であるとする。入力バッファ410に保持すべきピクチャ数は最大で7となる。一方、図22の例の場合、再符号化のためには、先頭のIピクチャと次のPピクチャの復号画像についても、参照画像としてメモリに保持しておく必要がある。最大ピクチャ間距離がGOP長と等しい場合と比較すると、図22のような場合に先頭のIピクチャと2番目のPピクチャの2ピクチャ(図22の参照符号RS22)分のDPBを追加で保持する必要があるが、入力バッファ410に保持すべきピクチャ数は3つ減る。すなわち、最大ピクチャ間距離が小さいほど参照画像のメモリ量が増えるが、入力バッファ410に格納すべきピクチャ数の減少量のほうが多いため、最大ピクチャ間距離を小さくすると必要メモリ量が減ることがわかる。

10

【0256】

また、H.264では、参照画像の動きベクトルを参照する必要があるため、当該動きベクトルのためのメモリが必要な場合がある。その他、エンコーダの構成等に依存して必要なメモリを計算する。これらの総和が使用可能メモリ量以下にあるピクチャ間距離を求めて最大ピクチャ間距離を決定することになる。

【0257】

なお、本発明の実施にあたって、最大ピクチャ間距離決定部500に、外部から使用可能メモリ量を通知して最大ピクチャ間距離を計算するのではなく、外部で最大ピクチャ間距離を計算して、最大ピクチャ間距離決定部500に与えるようにしてもよい。

20

【0258】

最大ピクチャ間距離決定部500は、決定した最大ピクチャ間距離情報をリトライポイント管理部460に通知する。

【0259】

入力バッファ410は、入力される映像信号を蓄積するとともに、符号化部420に符号化対象の映像信号を出力する。さらに、入力バッファ410は、後述の量子化統計量計算部440から、量子化統計量が所定の閾値を超えたことにより再符号化を行うことを示す情報(リトライ情報)を受けた場合、リトライポイント管理部460から通知されたリトライポイントのピクチャから映像信号を再度、符号化部420に出力する。また、入力バッファ410は、リトライポイント管理部460からリトライポイント情報を通知されると、蓄積していたリトライポイント以前のピクチャに対応する映像信号のデータを破棄する。

30

【0260】

符号化部420は、入力バッファ410から入力された映像信号を符号化し、符号化ストリームを出力バッファ430に出力する。また、符号化部420は、ピクチャの符号化が完了したときに、入力された映像信号を符号化した際に発生した量子化パラメータ(量子化パラメータ情報)を量子化統計量計算部440に出力するとともに、リトライポイント管理部460にピクチャの符号化が完了したことを示す情報(符号化完了ピクチャ情報)を出力する。さらに、符号化部420は、量子化統計量計算部440からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPにおけるリトライポイントのピクチャからの映像信号が入力バッファ410から再度入力されるとともに、パラメータ調整部450から再符号化用符号化パラメータが入力されるため、入力された再符号化用符号化パラメータを利用して再符号化を行う。

40

【0261】

出力バッファ430は、GOPの符号化結果である符号化ストリームを蓄積するとともに、リトライポイント管理部460からリトライポイント情報を通知されると、それまでに蓄積していたリトライポイント以前のピクチャに対応する符号化ストリームを出力し、そのデータを出力バッファ430から取り除く。また、量子化統計量計算部440からリトライ情報を受けた場合、符号化中のGOPについて蓄積した符号化ストリームを破棄する。

50

【 0 2 6 2 】

量子化統計量計算部 4 4 0 は、符号化部 4 2 0 から入力される量子化パラメータ情報を利用して、ピクチャ単位で変化する量子化統計量を求める。そして、量子化統計量が所定の閾値を超えた場合、量子化統計量計算部 4 4 0 は、リトライ情報を入力バッファ 4 1 0、符号化部 4 2 0、パラメータ調整部 4 5 0、出力バッファ 4 3 0 に出力し、量子化統計量が所定の閾値を超えたことを通知する。

【 0 2 6 3 】

パラメータ調整部 4 5 0 は、量子化統計量計算部 4 4 0 からリトライ情報を受けた場合、前述のように再符号化用符号化パラメータを符号化部 4 2 0 に入力する。これにより、符号化部 4 2 0 は、再符号化時には、同じ GOP について、発生符号量が小さくなる符号化パラメータを用いて符号化をすることになる。

10

【 0 2 6 4 】

リトライポイント管理部 4 6 0 は、符号化完了ピクチャ情報および最大ピクチャ間距離情報に基づき、次のピクチャの符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えた場合に、どこがリトライポイントになるかを示すリトライポイント情報を、入力バッファ 4 1 0、出力バッファ 4 3 0 に通知する。

【 0 2 6 5 】

本実施形態における符号化処理の流れについて、図 1 9 のフローチャートに沿って説明する。以下の説明では、S 4 0 1、S 4 0 2、...といったように、文章中に図 1 9 のフローチャートとの対応を記載する。

20

【 0 2 6 6 】

ある GOP の符号化を行う処理について、以下のように 3 つのケースに場合分けをして説明する。

- ・ [ケース 1] : GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった。
- ・ [ケース 2] : GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた。
- ・ [ケース 3] : GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった。

【 0 2 6 7 】

[ケース 1 の処理例]

まず、GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えることがなかった場合のケース 1 について説明する。GOP のピクチャが入力バッファ 4 1 0 に入力されると、入力バッファ 4 1 0 は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部 4 2 0 に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する (S 4 0 1)。そして、符号化部 4 2 0 は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ 4 3 0 に符号化ストリームを出力するとともに (出力バッファ 4 3 0 は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部 4 4 0 に出力する。また、符号化部 4 2 0 は、リトライポイント管理部 4 6 0 に、符号化完了ピクチャ情報を出力する (S 4 0 2)。

30

【 0 2 6 8 】

ここで、符号化においてはデフォルト符号化パラメータが利用され、デフォルト符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部 4 2 1 によるフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生した D C T 係数は、デフォルト符号化パラメータに従った量子化パラメータで、量子化部 4 2 2 により量子化される。

40

【 0 2 6 9 】

量子化統計量計算部 4 4 0 は、当該ピクチャについて、符号化部 4 2 0 から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この例では量子化統計量が所定の閾値を超えることがないため、量子化統計量計算部 4 4 0 は、リトライ情報の出力はしない (S 4 0 3)。符号化対象ピクチャが入力映像信号中の最終ピクチャであれば、出力

50

バッファ 430 は蓄積している符号化ストリームを出力し、符号化処理が完了する (S 404)。あるいは、符号化対象ピクチャが GOP の最終ピクチャであれば、出力バッファ 430 は蓄積していた符号化ストリームを出力するとともに、入力バッファ 410 は蓄積していたピクチャを破棄し、処理が、次の GOP の最初のピクチャの符号化処理に移る (S 405)。ここで、当該 GOP では再符号化が生じなかったため、符号化パラメータに変更を加えずに、次の GOP の最初のピクチャの符号化処理に移る (S 406)。

【0270】

[ケース 2 の処理例]

次に、GOP の符号化において量子化統計量が所定の閾値を超えたが、再符号化で量子化統計量が閾値を超えるのを回避できた場合のケース 2 について説明する。GOP のピクチャが入力バッファ 410 に入力されると、入力バッファ 410 は当該ピクチャを蓄積するとともに、符号化部 420 に当該ピクチャを符号化対象ピクチャとして入力する (S 401)。そして、符号化部 420 は当該ピクチャを符号化し、出力バッファ 430 に符号化ストリームを出力するとともに (出力バッファ 430 は当該符号化ストリームを出力せず、蓄積する)、当該ピクチャに関する量子化パラメータ情報を量子化統計量計算部 440 に出力する (S 402)。ここで、符号化においてはデフォルト符号化パラメータが利用される。

10

【0271】

量子化統計量計算部 440 は、当該ピクチャについて、符号化部 420 から入力された量子化パラメータ情報をもとに量子化統計量を計算する。この結果、当該ピクチャについて、量子化統計量が所定の閾値を超えることを、量子化統計量計算部 440 が検知した場合、量子化統計量計算部 440 は、符号化部 420、パラメータ調整部 450、入力バッファ 410、出力バッファ 430 にリトライ情報を出力する (S 403)。

20

【0272】

符号化中の GOP についてまだリトライが発生していない場合 (S 407)、入力バッファ 410 は、蓄積していた符号化中の GOP におけるリトライポイントが示す位置のピクチャを符号化部 420 に出力するとともに (S 408)、パラメータ調整部 450 は、符号化部 420 に再符号化用符号化パラメータを出力する (S 409)。さらに、出力バッファ 430 は、符号化中の GOP の符号化ストリームを破棄する。そして、符号化部 420 は、再符号化用符号化パラメータを利用して入力されたリトライポイント以降のピクチャを符号化する。

30

【0273】

ここで、符号化においては再符号化用符号化パラメータが利用され、再符号化用符号化パラメータに対応したプレフィルタ強度 (デフォルト符号化パラメータよりぼかし度合いが大きい) で符号化対象ピクチャに、プレフィルタ部 421 によるプレフィルタリング処理が適用される。また、本ピクチャで発生した DCT 係数は、再符号化用符号化パラメータに従った量子化パラメータ (デフォルト符号化パラメータより量子化ステップサイズが大きい) で、量子化部 422 により量子化される。

【0274】

この後、量子化統計量が所定の閾値を超えない限り、当該 GOP のピクチャが順次入力バッファ 410 から符号化部 420 に入力され、符号化部 420 により符号化処理が行われる。そして、GOP の最終ピクチャの符号化が完了した場合 (S 405)、出力バッファ 430 から当該 GOP の符号化ストリームが出力されるとともに、符号化部 420 は符号化パラメータをデフォルト符号化パラメータに設定し (S 406)、処理が、次の GOP の符号化処理に進む。なお、入力映像の最終ピクチャの符号化が完了した場合の動作は前述のケース 1 の場合と同様に動作する。

40

【0275】

再符号化が行われた際の符号化パラメータの変更の概念図は、図 7 に示した通りである。図 7 の例では、2 番目の GOP 2 の 6 ピクチャ目の符号化で量子化統計量が所定の閾値を超えたので、発生符号量を抑制する再符号化用符号化パラメータを設定して、最大ピク

50

チャ間距離の範囲内のGOP2の先頭のIピクチャから再符号化している。再符号化により量子化統計量が所定の閾値を超えることがなくなったので、次のGOP3の符号化では、再符号化用符号化パラメータをデフォルト符号化パラメータに戻し、符号化処理を続けている。

【0276】

再符号化が行われた際のCPB残符号量の遷移の概念図は、図8に示した通りである。太線で示した部分が再符号化後のCPB残符号量である。再符号化では、プレフィルタでぼかし度合いを強め、量子化パラメータもデフォルト符号化パラメータよりも大きくするため、発生符号量が抑えられ、CPB残符号量の遷移が、例えば図8に示すようになる。この結果、再符号化が生じたピクチャにおいてのCPB残符号量が、再符号化時には増加し、当該ピクチャで大きな画質劣化が生じることを回避できる。

10

【0277】

再符号化が行われた際の量子化統計量の遷移の概念図は、図9に示した通りである。図9に示すように、再符号化時に符号化パラメータを変更するため、再符号化を開始したピクチャの量子化統計量が大きくなるものの、その影響で図8に示すようにCPB残符号量に余裕が出るため、再符号化が生じたピクチャにおいては、量子化統計量が再符号化前より小さくなる。

【0278】

図23は、リトライポイントを最大ピクチャ間距離で制限することによる入力バッファと出力バッファのメモリ削減を説明する図である。本実施形態によりリトライポイントを設定する場合を「ケースA」として説明する。例えば、本実施形態とは異なり、量子化統計量が所定の閾値を超えたときに再符号化を開始するピクチャを、常に符号化順ピクチャ群（例えばGOP）の先頭ピクチャとすることも考えられる。これを「ケースB」という。ケースAとケースBとを比較すると、例えばケースAでは、現在符号化しているピクチャが、図23に示すようにGOP2の9番目のBピクチャであり、最大ピクチャ間距離が「5」であったとすると、リトライポイントはGOP2の4番目のピクチャ（Pピクチャ）となり、それ以前のGOP2の先頭から3ピクチャは、再符号化に用いない。このため、これらのピクチャに対応した入力バッファ410および出力バッファ430のデータは、保持しておく必要がなくなり、破棄可能である（図23の参照符号RS23）。これに対して、ケースBのような場合には、GOP2の先頭ピクチャの符号化が開始されてからGOP2の最終ピクチャの符号化が完了するまで、入力バッファ410および出力バッファ430に、これらのピクチャに対応するデータを保持しておく必要があるため、必要となるメモリ量が増加する。本実施形態（ケースA）では、最大ピクチャ間距離を算出してリトライポイントを設定するため、ケースBよりもメモリ量を削減することができる。

20

30

【0279】

[ケース3の処理例]

最後に、GOPの符号化において量子化統計量が所定の閾値を超え、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合のケース3について説明する。

【0280】

再符号化が行われ、再符号化でも量子化統計量が閾値を超えるのを回避できなかった場合の量子化統計量の遷移の概念図は、図10に示した通りである。ケース3は、例えば図10に示すように、再符号化を開始するGOPの先頭において、すでに量子化統計量が大きい場合に生じ得る。この場合、量子化統計量計算部440によって量子化統計量が所定の閾値を超えたことが検知され、GOPの再符号化を行う動作はケース2と同様である。このGOPの再符号化中に量子化統計量が所定の閾値を超えた場合（S403，S407）、さらに再符号化を行わず、そのまま符号化処理を継続する（処理が、S404へ移行）。

40

【0281】

なお、再符号化時に通常の符号化時よりも量子化パラメータが大きくなることにより、再符号化時に、再符号化のきっかけとなったピクチャよりも符号化順で過去のピクチャで

50

量子化統計量が閾値を超えることも起こりえる。これが生じる可能性を低減するため、再符号化時の量子化パラメータが量子化統計量の閾値よりも大きくなる場合、再符号化時の量子化パラメータを量子化統計量の閾値と等しい値に修正してもよい。ただし、再符号化時の量子化パラメータが通常の符号化時よりも小さくならないように、通常の符号化時の量子化パラメータが量子化統計量以上の場合には、再符号化時の量子化パラメータの値を通常の符号化時の値と等しくする。

【 0 2 8 2 】

以上説明した動画像符号化制御の処理は、コンピュータとソフトウェアプログラムとによっても実現することができ、そのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

10

【 0 2 8 3 】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこれら実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等（構成の付加、省略、置換、およびその他の変更）も含まれる。本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付の請求の範囲によってのみ限定される。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 8 4 】

本発明は、例えば、映像信号を符号化するための動画像符号化技術に利用可能である。本発明によれば、仮想デコーダにおける符号化ピクチャバッファ等の仮想バッファの破綻が生じないように、かつ画質の劣化が大きくなるように映像信号を符号化できる。

20

【符号の説明】

【 0 2 8 5 】

- 1 0 入力バッファ
- 2 0 符号化部
- 2 1 プレフィルタ部
- 2 2 量子化部
- 3 0 出力バッファ
- 4 0 量子化統計量計算部
- 5 0 パラメータ調整部
- 1 1 0 入力バッファ
- 1 2 0 符号化部
- 1 2 1 プレフィルタ部
- 1 2 2 量子化部
- 1 3 0 出力バッファ
- 1 4 0 量子化統計量計算部
- 1 5 0 リトライカウント管理部
- 1 6 0 パラメータ調整部
- 2 1 0 入力バッファ
- 2 2 0 符号化部
- 2 2 1 プレフィルタ部
- 2 2 2 量子化部
- 2 3 0 出力バッファ
- 2 4 0 量子化統計量計算部
- 2 5 0 リトライカウント管理部
- 2 6 0 C P B 状態予測部
- 2 7 0 パラメータ調整部
- 3 1 0 入力バッファ
- 3 2 0 符号化部
- 3 2 1 プレフィルタ部
- 3 2 2 量子化部

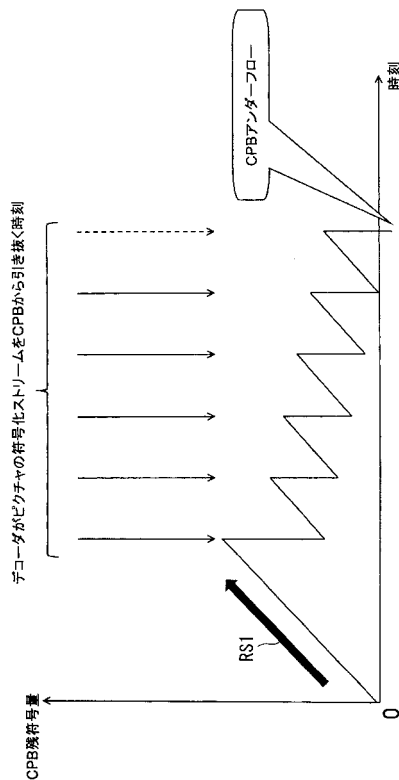
30

40

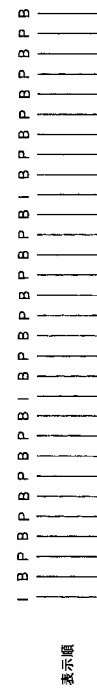
50

- 3 3 0 出力バッファ
- 3 4 0 量子化統計量計算部
- 3 5 0 C P B 状態予測部
- 3 6 0 リトライポイント管理部
- 3 7 0 パラメータ調整部
- 4 1 0 入力バッファ
- 4 2 0 符号化部
- 4 2 1 プレフィルタ部
- 4 2 2 量子化部
- 4 3 0 出力バッファ
- 4 4 0 量子化統計量計算部
- 4 5 0 パラメータ調整部
- 4 6 0 リトライポイント管理部
- 5 0 0 最大ピクチャ間距離決定部

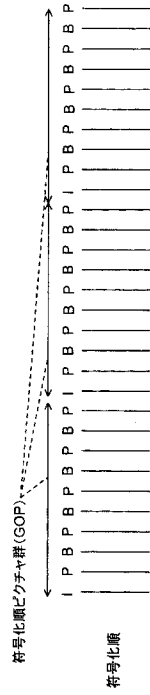
【図 1】



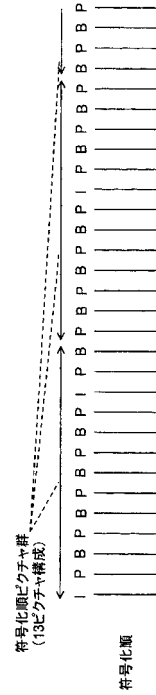
【図 2 A】



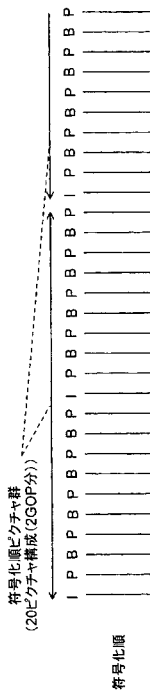
【図 2 B】



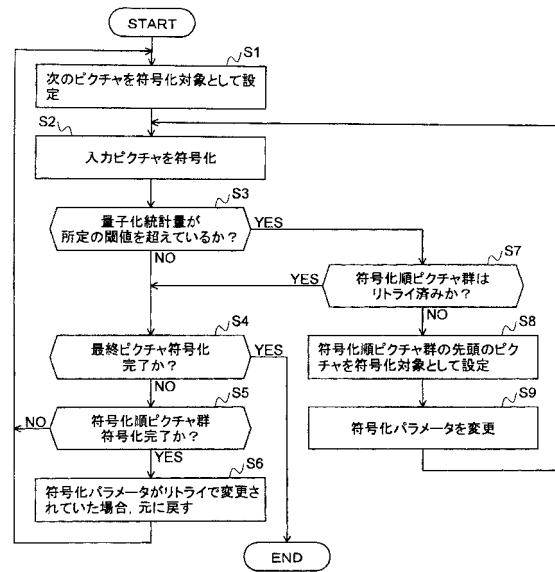
【図 2 C】



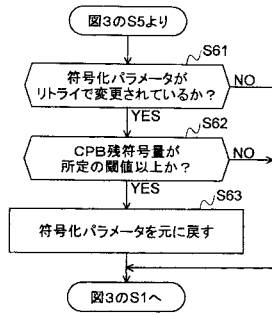
【図 2 D】



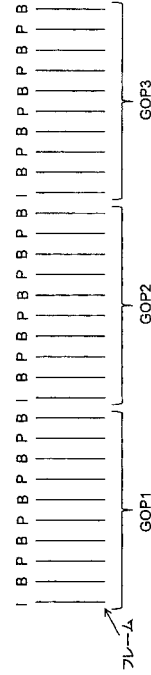
【図 3】



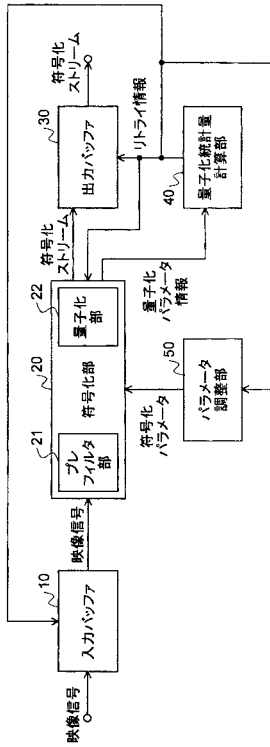
【 図 4 】



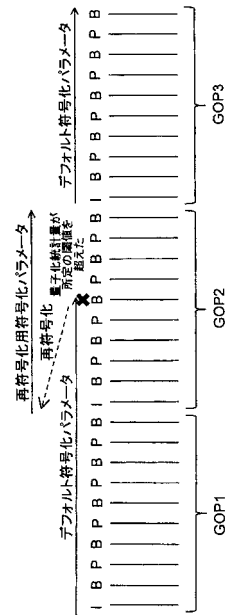
【 図 5 】



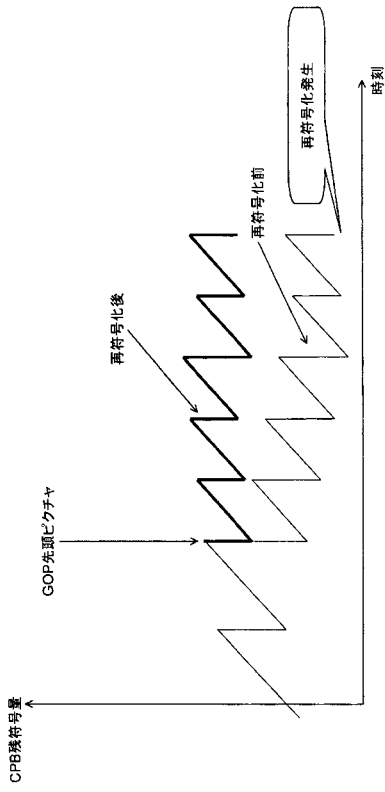
【 図 6 】



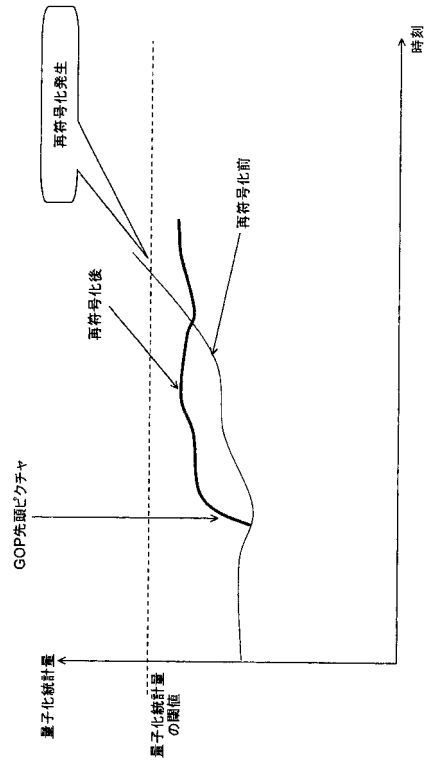
【 図 7 】



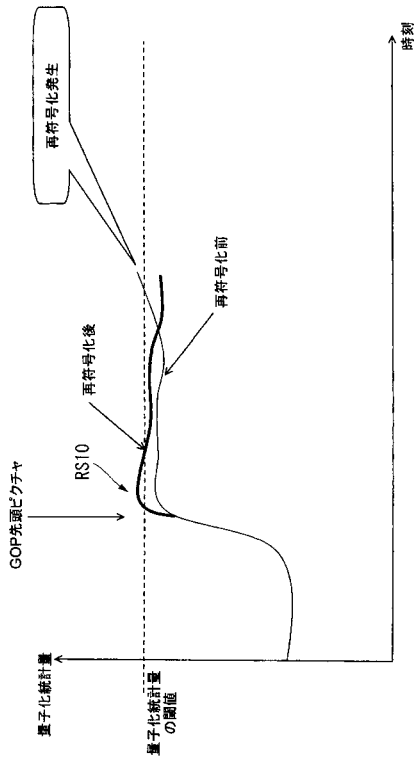
【図8】



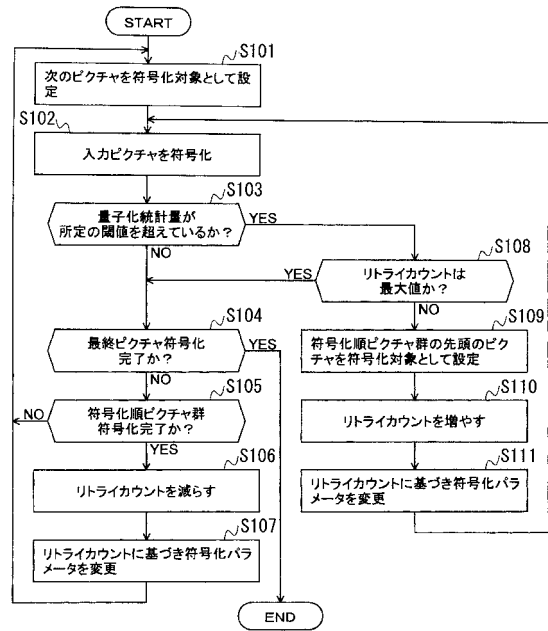
【図9】



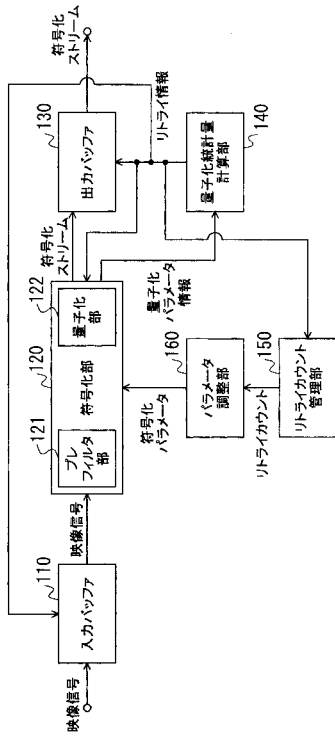
【図10】



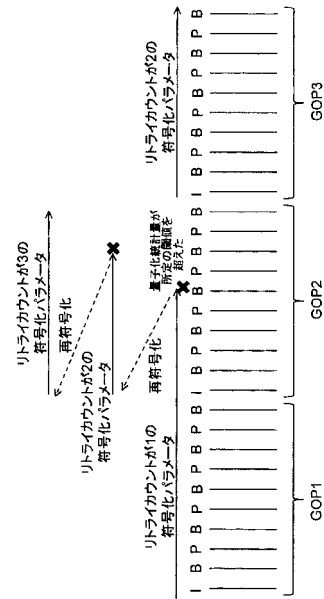
【図11】



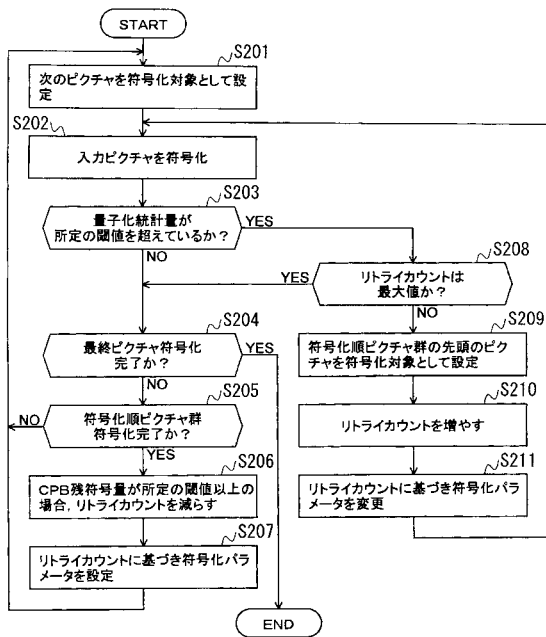
【図12】



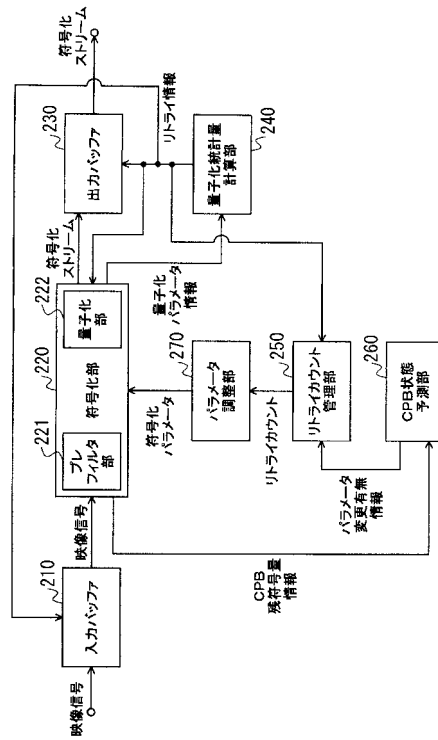
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2010-109875(P2010-109875)

(32)優先日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2010-109874(P2010-109874)

(32)優先日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

(72)発明者 小野 尚紀

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 長谷川 素直

(56)参考文献 特開2009-260595(JP,A)

特開2008-109259(JP,A)

特開平10-304311(JP,A)

特開2008-258858(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 7/26 - 7/68