

リフレッシュピクチャの分割送出による動画像符号化の遅延低減 Delay reduction for video coding by code division transfer of refresh pictures

奥野 剛†
Tsuyoshi Okuno

近藤利夫†
Toshio Kondo

大野和彦†
Kazuhiko Ono

佐々木敬泰†
Takahiro Sasaki

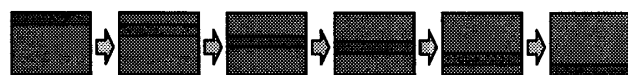
1. はじめに

近年の動画像符号化技術の進歩により圧縮率は着実に向上してきたが、遅延時間低減についての改善はなく研究もほとんど行われていない。しかしながら、ロボットの遠隔操作やビデオチャットのようなリアルタイム性と画質の両方が必要な分野も少なくなく、高画質な動画像に対応する低遅延な符号化方式の必要性は高い。現在、遅延時間発生の主因は、符号発生量のばらつきにある。この符号発生量のばらつきは、I・P・B という3種類のピクチャを用いて符号化を行っているために発生する。しかし3種類のピクチャを用いることは再生の安全性や利便性、そして画質のために欠かせない。その中でIピクチャは符号発生量が大きく、遅延の要因となっているものの、画像のリフレッシュや早送りや巻き戻しなどのトリックプレイを可能にするという重要な役割を持っている。

トリックプレイは低遅延が必要となるリアルタイム通信自体では不要ながら蓄積ストリームの任意位置からの再生には必須である。このため、画像のリフレッシュは低遅延符号化においても欠かせない機能である。そこで本報告ではリフレッシュを行うピクチャを分割して後送りすることで各フレームの符号発生量のばらつきを抑え、少ないバッファ容量で(少ないVBVディレイで)も無理なく符号量割付の行える方式を提案する。

2. インTRASライズ

従来のMPEG-2にも低遅延を目的としたインTRASライズという符号化モードが備わっている。この方式も提案手法と同様に分割してリフレッシュすることで低遅延を実現している。具体的には図1のように画像をスライス単位でいくつかの領域に分け、その領域毎にフレーム内符号化で順次リフレッシュしていくことによって符号発生量のばらつきを抑えている。この手法はそれ自体が遅延の要因となるBピクチャを用いないことを前提に考えられており、前後のIまたはPピクチャ間の距離Mを1とした場合、全てのフレームがほぼ同じ符号発生量となり遅延時間を大幅に減らすことが可能となる。



青: フレーム内符号化
紫: 前方向予測

図1 インTRASライズ

3. 提案手法

前述したインTRASライズで遅延低減のために排除したBピクチャは主観画質向上にきわめて有効である。このためインTRASライズの画質は一般にBピクチャを許す標準モードに劣る。またフレーム内符号化されたスライスとフレーム間符号化されたスライスの境界が目立ってしまうという問題もある。そこで筆者らはスライズの境界が目立たないように画像の領域ではなく出力されたビット列を分割し、Bピクチャの枚数を柔軟に設定することが可能な方式を考案した。

本手法ではエンコーダは先頭のGOP以外では従来のIピクチャの位置でフレーム内符号化ではなく前方向予測を用いてPピクチャとして符号化する。そしてそのPピクチャの再生画像を再度フレーム内符号化し、リフレッシュピクチャを作るとともに、フレーム内符号化したときの量子化パラメータを送出する。その後続くPピクチャはそのリフレッシュピクチャの再生画像を参照画像として符号化する。リフレッシュピクチャRは符号化したときに送るのではなく、細切れに分割したrをそのGOP内で符号発生量の小さいBピクチャなどにあわせて送る。(図2)

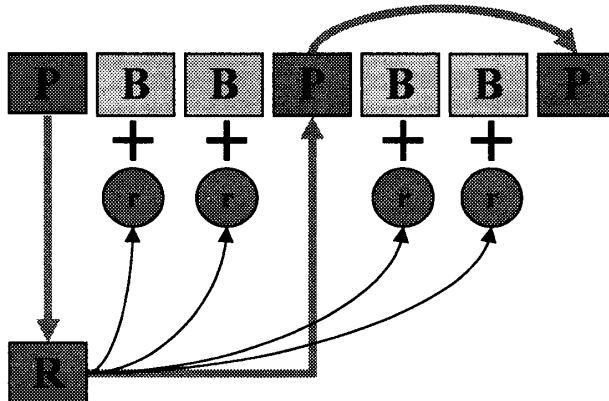


図2 エンコード方式の概略図

デコーダ側では従来のIピクチャの位置に相当するPピクチャを復号化したら、その再生画像を送られてきた量子化パラメータを元に、エンコーダと同様にフレーム内符号化する。同じ画像を同じ量子化パラメータで符号化するため、このフレーム内符号化した画像の再生画像R'はリフレッシュピクチャRとほぼ同一となる。その後続くPピクチャはリフレッシュピクチャRを参照して作られているので、このフレーム内符号化した画像の再生画像を参照画像とすることで正しくデコードできる。そして分割して送られたリフレッシュピクチャrが全て届いたら、今度はリフレッシュピクチャRを参照画像としてもう一度デコードすることで画像のリフレッシュが完了する(図3)

通常はフレーム間符号化を行うPピクチャであっても、フレーム間符号化の効率が落ちることがため、マクロブロック単位でフレーム内符号化とフレーム間符号化を適応的に切り替えている。本手法においてPピクチャの再生画像

をフレーム内符号化で再符号化する際に、フレーム内符号化されたマクロブロックを再度フレーム内符号化することは意味がなく無駄である。そこで本手法ではリフレッシュピクチャを作る際に参照する P ピクチャでフレーム内符号化されたマクロブロックがある場合、その位置のマクロブロックの符号化はスキップし、P ピクチャの情報を直接利用することで冗長性を削減している。

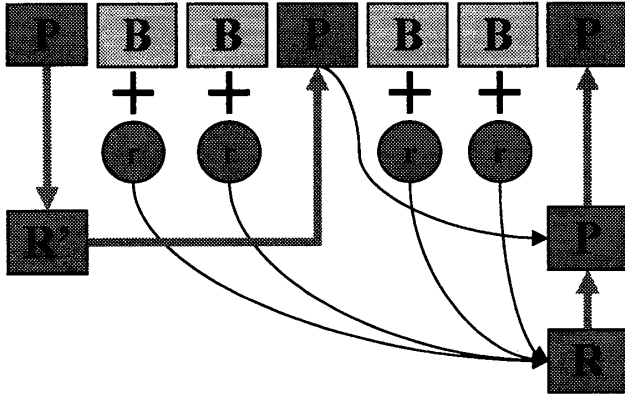


図3 デコード方式の概略図

4. 実験結果

MPEG-2 のサンプルプログラム[1]にイントラスライスと提案手法を組み込み、性能評価を行った。ITE 標準動画画像である Group Game と Buddhist という画像を NTSC サイズ (720*480) ・5Mbps ・30Hz で 400 枚符号化し、VBV バッファサイズを変更しながら、その VBV バッファが溢れないように符号化制御を行った場合の Y_PSNR を比較した。また、MPEG2 のデフォルト方式と提案手法では GOP あたり 15 フレームで M=3 とし、イントラスライスでは M=1 でリフレッシュ周期を 15 フレームとした。(図4、5)

VBV バッファのサイズを十分に確保した状態ではデフォルト方式の Y_PSNR が一番高かった。しかし、バッファサイズを減らしていった場合には画質が低下していき、逆に提案手法の方が PSNR で上回る結果となった。イントラスライスの PSNR 値はバッファサイズにほとんど影響を受けていないものの、B ピクチャを利用していないために他の 2 方式に比べて若干低い PSNR 値となった。

また、Buddhist で VBV バッファサイズを 406kbit としたときの各フレームでの PSNR 値に注目してみた。(図6) 提案手法とイントラスライスではあまり変動がないが、デフォルトの方式では I ピクチャの位置で大幅に画質が低下している。こういった定期的な画質の劣化は主観画質に悪影響を及ぼす。

5. まとめ

本稿ではリフレッシュピクチャの分割送出による動画画像符号化の遅延低減について述べた。シミュレーションの結果、VBV バッファサイズをある程度制限した状態ではデフォルトの方式やイントラスライスを上回る結果が得られ、本手法の有効性が示された。しかし、十分にバッファサイズが確保された状態の MPEG-2 のデフォルトより 0.42dB も PSNR で下回っており、さらなる画質改善の必要性があ

る。今後は本方式を利用することによる主観画質の変化も参考にしつつ、さらなる画質の改善を行っていく。

参考文献

- [1] “mpeg2v12” University of California, Berkeley
<http://mm-ftp.cs.berkeley.edu/pub/multimedia/mpeg2/software/>
- [2] 藤原 洋 “実践 MPEG 教科書” アスキー出版社

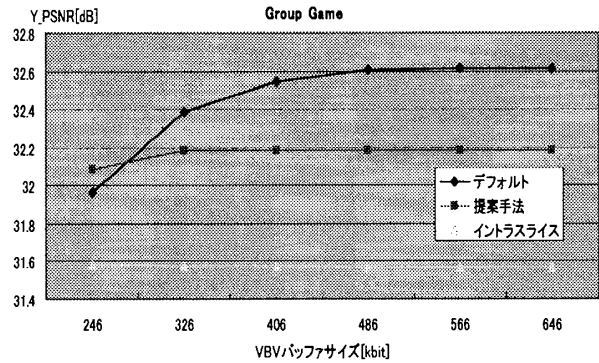


図4 バッファサイズと PSNR(GroupGame,30Hz,NTSC)

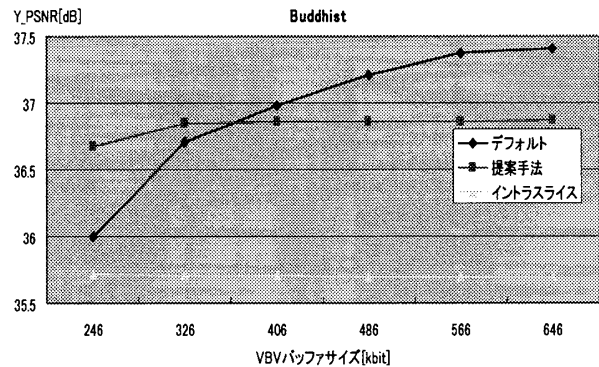


図5 バッファサイズと PSNR(Buddhist,30Hz,NTSC)

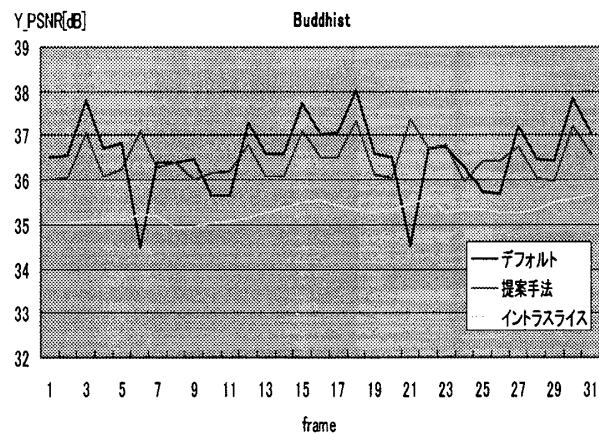


図6 フレームごとの Y_PSNR 変動 (VBV バッファ=406kbit)