

動的再構成型可変長復号回路の高性能化に関する研究

小椋 清孝† 森下 賢幸†

†岡山県立大学 情報工学部

1. はじめに

可変長符号は多くの動画・音声等のデジタルメディア処理において広く用いられている基幹技術である。可変長符号の復号処理の高速化について、ソフトウェア的、およびハードウェア的な手法についてこれまでに多くの研究がなされている。

可変長復号を効率よく行うハードウェアのアーキテクチャとして、我々は動的再構成技術を取り入れた可変長復号回路の検討を行っている。現在研究中の動的再構成型可変長復号回路は、符号の先頭に連なる 0 (Leading Zero) の数を判定して復号を行う Leading Zero 復号部と、その次の符号を投機的に調べるための多数の比較器からなる動的再構成型復号部とから構成される。これらを組み合わせて使用することにより、可変長符号の高速な復号を可能にする。しかし、現在の回路構成ではいくつかの状況において投機比較が効率良く行われていない場合があり、性能向上を阻害している。

本稿では、現在研究中の動的再構成型可変長復号回路の構成を示すとともに、性能改善のための検討を行った。復号対象は MPEG-2 の DCT 係数が符号化された 2 次元ハフマン符号である。

2. 動的再構成型可変長復号回路

2.1. 構成

我々が研究中の動的再構成型可変長復号回路の構成例を図 1 に示す [1]。制御部、ビットストリーム供給部、Leading Zero 復号部、複数の比較器 (図 1 では 4bit 比較器 8 個) からなる再構成型符号比較部、およびその結果を出力する出力ネットワーク部から構成される。

再構成型符号比較部では、ビットストリームにおける比較開始位置や出力用ネットワークの構成などが変更可能であり、これは構成データの入力変更で行われるため、回路実行中の動的な変更が可能である。これにより、入力ビットストリームの同じ部分に対してすべての比較器を用いて並列比較を行ったり、いくつかの比較器へ数ビットシフトした位置からのビットストリームを渡して次の符号の投機的な比較を行わ

せたりといった各種の構成を任意のタイミングで形成することができる。これを利用することで、単に並列比較にすべての演算器を使用するよりも、比較効率を向上することができる。

2.2. 動作概要

本回路では、復号対象のビットストリームに対して、長い符号の復号には、Leading Zero 復号手法を用い、比較器群は短めの符号および投機比較に用いる。Leading Zero 復号方法は MPEG2 の符号の特徴を利用したハードウェア復号方法 [2] であり、符号先頭の連続する 0 (Leading Zero) の数の検出を行った後、残りの符号列を比較検出して復号を行う手法である。

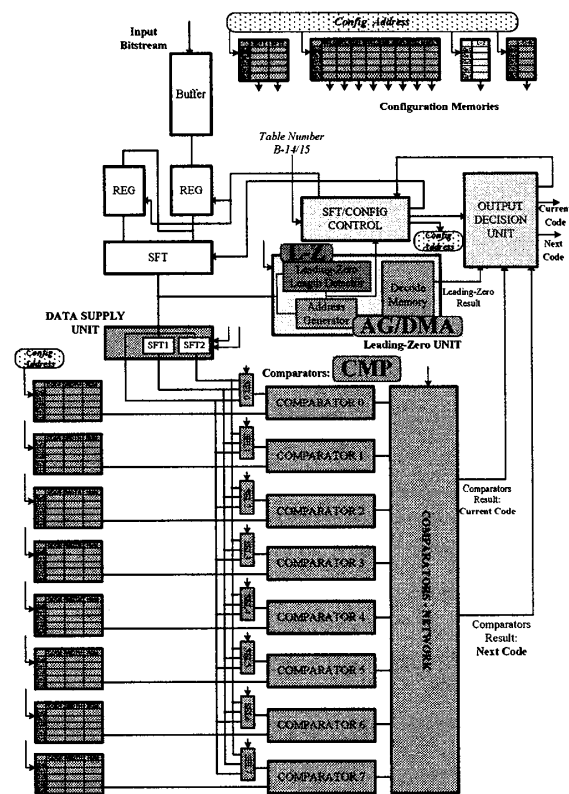


図 1 動的再構成型可変長復号回路の構成例

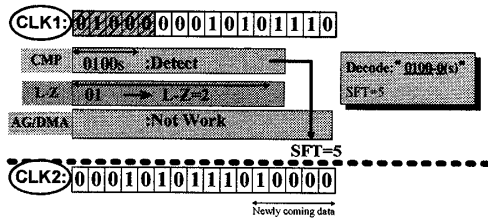


図 2 短符号一致

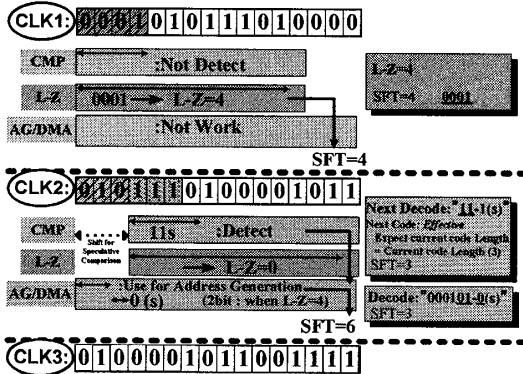


図 3 長符号一致 (投机: 短符号一致)

復号動作例を図 2, 3 に示す。再構成型符号比較部にはハフマン符号表中の短い方から 7 個の符号を割り当てている (この構成では再構成は行われない)。入力ビットストリームに対して、再構成型符号比較部 (図中の CMP 部) による符号比較および Leading Zero 復号部中の Zero 数検出部 (L-Z 部) による Zero 数検出が行われる。このとき、再構成型符号比較部で符号を検出した場合、該当復号データの出力と入力ビットストリームのシフトが行われ、処理手順としては最初の状態に戻る (図 2)。一方、再構成型符号比較部で符号を検出なかった場合は、L-Z 部の検出結果 (Zero 数) が有効とされ、次のクロックサイクルで残りの符号の比較による復号 (実際には Zero 数と残りの符号ビット列との組み合わせによるメモリアクセスが行われる) が行われる。この際、同時に復号対象の次の符号に対して、再構成型符号比較部および Zero 数検出部により投機的に比較が行われ、これにより復号速度の高速化が行われる。

この構成では、復号速度向上の観点から次のような問題点がある。1) 再構成型符号比較部で符号が検出される (短い符号が一致) 場合に投机比較が行われない。2) 長い符号を検出した場合の投机比較において、Leading Zero 数を参考にすることでかなり正確に次の符号の開始位置は予測可能であるが、それでもいくつかの幅がある場合があり、投机が失敗する場合が存在す

る。

3. 動的再構成型可変長復号回路の高性能化

前章であげた問題点に対し、次のような構成変更を検討する。

- 1) 再構成型符号比較部の比較器を増設する
- 2) Zero 数検出部を増設する

1) の構成では、増設した比較器を用いて復号プロセスの最初のサイクルからいくつかの位置から次の符号の投机比較を行う。符号の種類によって適切な投机復号の構成が変化するという事も考えられるが、それには回路構成の再構成により対応可能である。また、Zero 数検出後の投机比較についても、次々符号の投机比較を行うことも可能になる。

2) は、Zero 数検出後の投机比較失敗への対応である。MPEG-2 DCT 係数用ハフマン符号の場合では、Leading Zero を除いた符号長の差は最大 4 であるので 3 個増設することで対応可能である。

以上の対応方法はいずれも回路の増設となるため、回路規模増加分と性能向上との割合が問題となる。

4. まとめ

動的再構成回路を用いた MPEG-2 可変長復号回路について復号動作を示し、現状の問題点及びその対応方法について検討を行った。

今後は、提案した方法について回路設計および機能シミュレーションにより評価を行っていく予定である。

5. 謝辞

本研究の一部は財団法人 八雲環境科学振興財団の環境研究助成を受けて行われたものである。

参考文献

- [1] K. Komoku, T. Miyake, T. Morishita and N. Sasaki "Dynamically Reconfigurable VLD Circuit", ISCE2009, May 2009
- [2] T. Onoye, T. Masaki, Y. Morimoto, Y. Sato, I. Shirakawa, and K. Matsumura, "Single Chip Implementation of MPEG2 Decoder for HDTV Level Pictures," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E79 A, No. 3, pp. 330-338, March 1996.