

画像圧縮伸張用LSI (JPEG)チップセット^{*1}溝口 裕二^{*2}

Image Compression and Decompression (JPEG) LSI Chip Set

Yuji Mizoguchi

1 はじめに

マルチメディアをはじめとして映像信号を扱う機器が増えているが、こうした機器の多くはデジタル処理を行っており、映像信号のデジタル化に対する要求が強くなっている。しかし、映像信号を単にデジタル化するとその情報量が膨大になり、処理性能、メモリ容量、通信容量等に対する負荷が大きくなる。このため、データ量削減に対する必要性が増加し、研究が進められてきた。

映像信号に対する圧縮の技術は近年めざましく発展し、各種の国際標準規格が検討されている。川崎製鉄では、静止画像圧縮の国際標準規格である JPEG (Joint Photographic Experts Group) 規格に準拠した LSI チップセットを開発した。

チップ構成は JPEG 準拠 LSI である DCT (discrete cosine transform) エンジン「KL5 A 71001」とハフマンコード「KL5 A 71002」、ラインスキャンからブロックスキャンへ変換するスキャンフォーマットコンバータ「KL5 A 71101」の3チップである。

2 JPEG 規格概要

JPEG 規格は静止画 (自然画) に対する情報圧縮の国際標準規格である。規格では、可逆的な圧縮、非可逆圧縮とそれぞれのオプションを含め多くのバリエーションがあるが、ここでは基本方式であるベースラインシステムについて説明する。

一般に映像信号には同じような信号が連続したり、人間の視覚では認識できない成分などの冗長な部分が多く含まれている。これらの特性を利用し、情報量を削減することによって圧縮を行っている。入力信号は8画素×8ラインの64画素を一つの単位 (ブロック) として処理される。このブロックに対して信号を時間軸から周波数軸に変換する DCT を行い、信号を周波数成分に分解する。画像信号では低周波成分にエネルギーが集中し、高周波成分は比較的に信号量が少ない。次に量子化器 (quantizer) により人間の視覚に比較的影響のない高周波成分を削減する。このとき使用する量子化テーブルの値により圧縮率、画質がほぼ決まる。この信号を、外部から設定されたハフマンテーブルを使って可変長符号化であるハフマン符号化 (Huffman encoder) によってさらに圧縮する。最後は JPEG フォーマットに合わせたヘッダを付加することによって

符号化を完了する。

伸張は圧縮の逆の動作となる。圧縮率は原画や、量子化の際に使用するテーブルなどによって異なり、圧縮率が高くなると画質の劣化が目立つようになる。一般的に画質の劣化が目立たない範囲は 1/10 から 1/20 程度といわれている。

3 JPEG 準拠 LSI チップセット

川崎製鉄で開発した JPEG 準拠 LSI チップセット (DCT エンジン、ハフマンコード) の主な特長を Table 1 に示す。後述するように、JPEG ベースラインに準拠した圧縮伸張のほか、JEIDA (日本電子工業振興協会) Ver.4.1 に準拠したメモリーカードインターフェースや、圧縮後のデータ量の確認、設定されたデータ量以上のデータ出力の禁止機能を備えている。

Fig. 1 にブロック図を示し、基本的な動作について説明する。

マイクロプロセッサインターフェース (MPU interface) から動作モード、画素数、使用するテーブル等を内部レジスタへ設定し、量子化、ハフマン両テーブルをダウンロードする。圧縮を開始するとピクセルバスからブロックインターリーブで入力された画像データは DCT エンジンにおいて周波数成分に変換される。量子化器で、指定された量子化テーブルにより量子化された後、ジグザグスキャン (ブロック内の周波数成分を低周波から高周波へ順次走査する方法) されハフマンコードに送られる。ハフマンコードでハフマン符号化された後ヘッダを付加されホストバスから出力される。メ

Table 1 Features of JPEG chip set

- Baseline JPEG compatible compression and decompression
- Include JPEG framing markers
- Image formats: Gray-scale, RGB, CMYK (1:1:1:1), YUV (1:1:1), YUV (2:1:1), YUV (4:1:1)
- Supports up to 4 quantization tables and 2 sets of AC and DC Huffman tables
- Block-interleave format for pixel input and output
- Direct interface with IC memory card (JEIDA Version 4.1)
- Continuous throughput at 4 MHz data rate
- Can know the number of compressed data
- Can inhibit the compressed data output when reached specified value

^{*1}平成6年1月27日原稿受付

^{*2}LSI事業部 開発・設計部商品開発室 主査(掛長)

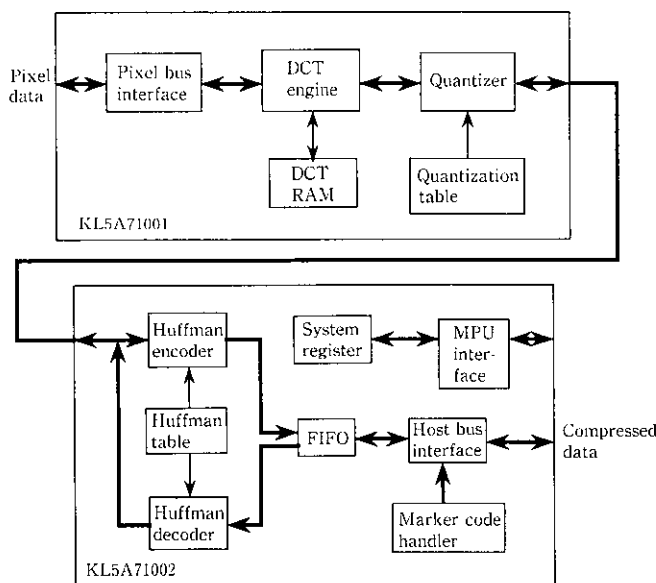


Fig. 1 Block Diagram of the JPEG chip set

メモリーカードモードの場合には、JEIDA Ver.4.1に準拠したメモリーカードと直接接続することが可能である。圧縮後にシステムレジスタにアクセスすることにより、圧縮後のデータ量を知ることができる。また、システムレジスタに圧縮後のデータ量の最大値を設定することにより、その値までデータが出力されるとそれ以降のデータ出力を停止する。ただし圧縮動作自体は継続するので最終的なデータ量を知ることができる。この機能はデータ量の制御に有効である。

4 スキャンフォーマットコンバータ

JPEG, MPEG (moving picture experts group) 等のDCTを使用する圧縮方式では、データを8画素×8ラインの64画素を単位(ブロック)として処理する。通常の画像信号は水平方向1ラインごとにスキャンされるため、圧縮を行う場合はラインスキャンからブロックスキャンへの変換が必要となる。Fig. 2に変換のイメージを示す。この変換を行うために通常はラインメモリとそのコントローラを含め数チップで実現している。川崎製鉄ではこの機能を外づけメモリなしで1チップ化したLSIスキャンフォーマットコンバータを開発した。1チップであるためにシステム上の基板面積や消費電力の削減が可能のほか、メモリへのアドレスやデータバスが不要なために基板上のパターン設計が容易である。主な機能をTable 2に示す。

Fig. 3にブロック図を示し、動作の概要を説明する。ピクセルバスは24ビット有り、カラーフォーマットにより8, 16, 24ビットで使用する。入力されたデータはバッファを通り、内部メモリに蓄

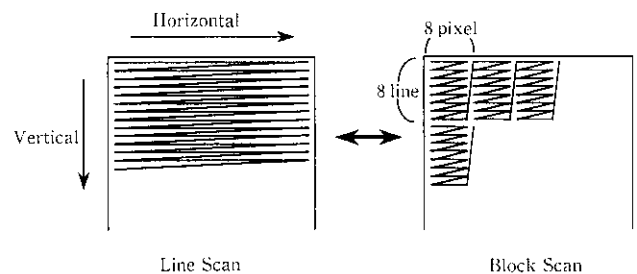


Fig. 2 Line scan-block scan conversion

Table 2 Features of scan format converter KL5A71101

- Conversion of raster-scan to block-scan and block-scan to raster-scan
- Block-scan format compatible with the "Minimum Coded Unit" structure of JPEG, MPEG and H.261
- Performs chrominance sampling rate conversion (YUV [4:2:2] → YUV [4:1:1])
- Supports CCIR 601 format
- Continuous throughput up to 27 MHz
- Performs elastic buffering (1-line buffer)
- JTAG (Joint Test Action Group) compliant

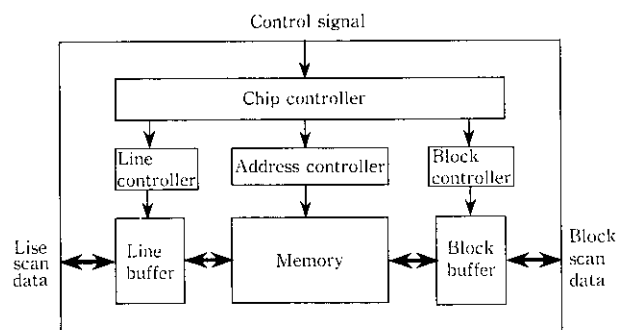
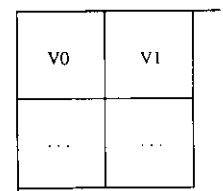
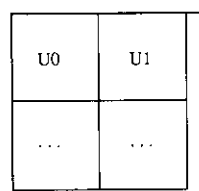
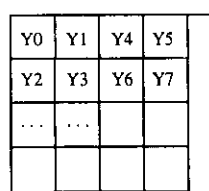


Fig. 3 Block diagram of the scan format converter

えられる。内部メモリにおいてブロックスキャンに変換され出力される。

YUV [2:1:1] から、MPEG等で使用されているYUV [4:2:0] へのサンプリング変換が可能である。YUV [2:1:1] からYUV [4:2:0] への変換では隣接するデータの平均値を出力し、YUV [4:2:0] からYUV [2:1:1] への変換では隣接するデータ間でデータを共有する。このモードを使用することによりCCIR 601フォーマットに対応することが可能である。ブロックインターリーブ後のデータ出力順をFig. 4に示す。輝度信号4プロ

Fig. 4 Interleaved data ordering (YUV [4:2:0])



Y0 Y1 Y2 Y3 U0 V0 Y4 Y5 Y6 Y7 U1 V1 ...

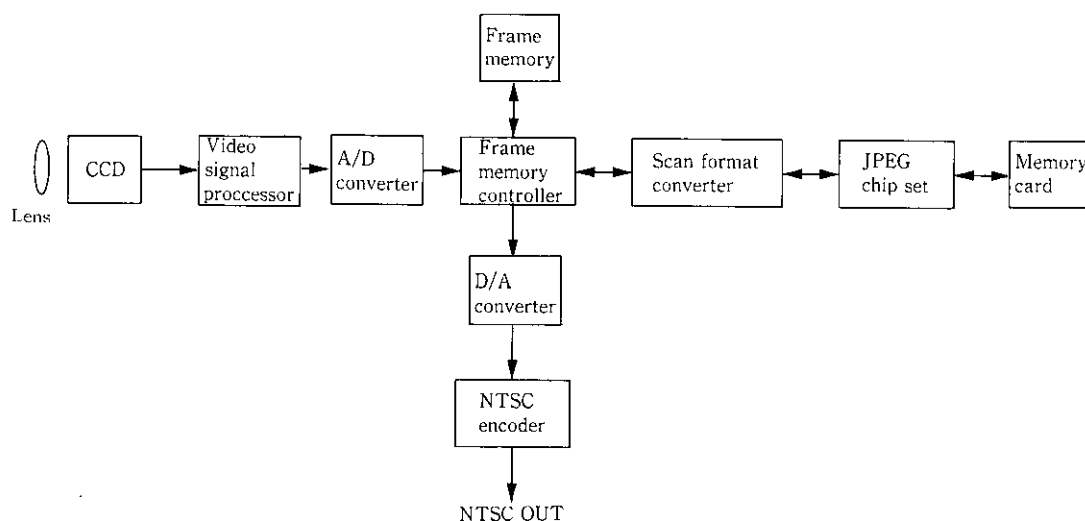


Fig. 5 Block diagram for the digital still camera

Table 3 Maximum number of pixel data

Color format	Max. number of pixel data/line
YUV (2:1:1)	1024
YUV (2:1:1) sampling conversion	672
Monochrome	2048
RGB	680
CMYK	512
CCIR 601	720

ック出力後に色信号をそれぞれ1ブロック出力する。

処理可能な1ラインの最大データ(画素)数をTable 3に示す。この値は1チップでの数字でありカスケード接続によってより多くの画素数を処理することが可能である。

また、内部のメモリをバッファとして使用できるためデータ出力の制御が可能である。データ入力が連続的に行われている途中に出力を一時的に停止することができる。

5 アプリケーション

JPEG準拠LSIチップセットを使用することにより、容易にJPEG規格に準拠した画像圧縮を実現することができる。主なアプリケーションとしては、デジタルスチルカメラ、画像ファイル、静

止画伝送装置、パソコン用画像圧縮ボード等が考えられる。Fig. 5に、デジタルスチルカメラでの構成例を示す。現時点ではJPEGを使用したアプリケーション市場はそれほど大きくないが、規格が最終決定し、各半導体メーカーがLSIの販売を始めたため徐々に市場が立ち上がり始めている。今後各分野でのJPEG応用製品が開発、製品化されるものと思われる。

6 おわりに

今回、JPEG準拠LSIチップセットを画像圧縮分野の最初の製品として開発した。この分野は今後の発展が期待される分野であり、さらに開発を続ける予定である。市場要望やアプリケーションに合わせた汎用品や、JPEGをコアとし、ユーザロジックを搭載した専用品も開発する。また、今回はベースラインのみであったが、階層符号化等を取り入れた高機能品や動画にも対応可能な高速品も検討して行く予定である。

＜問い合わせ先＞

川崎製鉄株式会社 LSI事業部

東京都千代田区内幸町 2-2-3 日比谷国際ビル

TEL 03-3597-4419 (営業部直通)

FAX 03-3597-3634