

Mpact メディアプロセッサによる低ビットレート映像符号化の実現

Realization of Low-Bit-Rate Video Encoder Using Mpact Media Processor

岩崎 淳一
J. Iwasaki

浅野 篤
A. Asano

Mpact メディアプロセッサ (以下、Mpact と略記) は、パソコン (PC) に要求されるマルチメディア機能を一つのチップで提供するために開発された高性能な DSP (Digital Signal Processor) である。マルチメディア機能は、Mpact ソフトウェアとホスト CPU である PentiumTM (注1) プロセッサのソフトウェアによって実現される。このため Mpact を搭載した PC では、ソフトウェアだけで新しいマルチメディア機能を追加することができる。

今回、新しいマルチメディア機能として低ビットレート映像符号化を実現するソフトウェアを Chromatic Research 社と共同で開発した。低ビットレート映像符号化技術の導入により、既存のアナログ回線やインターネットを利用したテレビ電話・テレビ会議などの映像通信応用が可能となる。

The Mpact media processor is a high-performance digital signal processor (DSP) which provides multimedia functions to PCs by means of a single chip. The multimedia functions are realized by Mpact software and the software of the host PentiumTM processor. Therefore, a new multimedia function can be added to a PC equipped with the Mpact media processor using software only.

Toshiba has codeveloped a new multimedia function, the low-bit-rate video encoder software, with Chromatic Research Inc. This new video encoding technology realizes video communication applications such as videophone and videoconferencing via analog lines or the Internet.

1 まえがき

PC へのマルチメディア機能搭載が標準になりつつある。今後も多機能化が予測されることから、マルチメディア処理をプログラマブルな手段で実現するための開発が各社で進められている。プロセッサベンダはその実現手段として CPU にマルチメディア処理向けの命令セットを追加している。当社は Chromatic Research 社と共同で、PC に必要な複数のマルチメディア機能を一つのチップで実現する能力をもつ高性能 DSP、Mpact を開発した。

Mpact は PCI (Peripheral Component Interconnect) バスに追加するマルチメディアカードの形ですでに市販されており、このカードを搭載した Windows[®] (注2) 95 を利用する PC は、ソフトウェアだけで新しいマルチメディア機能を追加することができる。

近年、低ビットレート映像符号化技術の実用化によって、既存のアナログ回線やインターネットを利用したテレビ電話・テレビ会議などの映像通信応用が可能になった。映像通信の応用は、移動体通信網の整備と携帯情報機器の小型化に伴い、モバイル環境にまで広がろうとしている⁽¹⁾。

こうした背景からわれわれは、Mpact を用いた低ビットレ

ート映像符号化ソフトウェアを Chromatic Research 社と共同開発した。実現方法がソフトウェアだけであるため、今後採用が予想される新しい方式や応用にも柔軟に対応することができる。以下では、Mpact の特長、低ビットレート映像符号化方式とその実現について述べる。

2 Mpact の特長

マルチメディア処理の大部分は整数演算で実行できることから、Mpact は整数演算を高速に行えるように設計されている。Mpact はその高性能を実現するため以下に示す特長もっている。

- (1) 1 命令で複数のデータを同時処理
- (2) 複数の内部 ALU (Arithmetic Logical Unit) が並列動作可能
- (3) メモリバンド幅が広いラムバス DRAM を採用
- (4) 独立動作する五つの外部インタフェース (ディスプレイ出力、ラムバスインタフェース、PCI バス、ビデオバス、ペリフェラルバス)

また、ベクトル演算などの多量データの反復処理は Mpact 上で、分岐命令が多い処理はホスト CPU で、というように、それぞれが得意分野を分担して実行することでシステムコストを削減している。

(注1) Pentium は、インテル社の商標。

(注2) Windows は、Microsoft 社の商標。

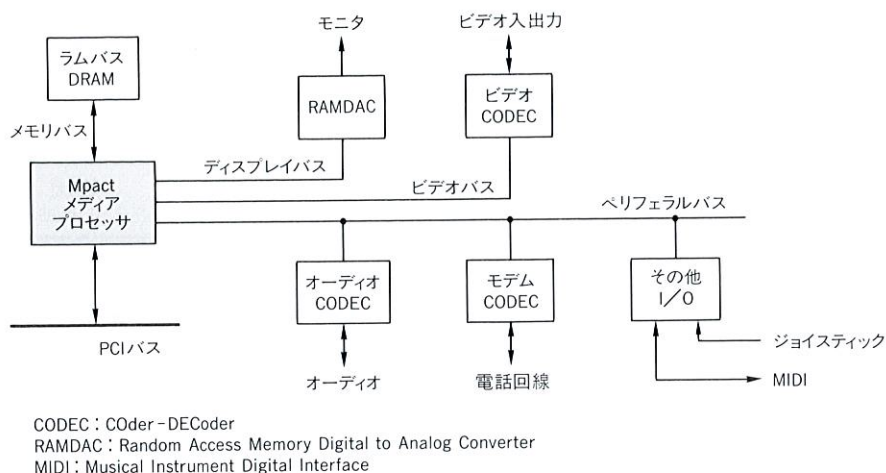


図1. Mpack マルチメディア カードの構成 Mpack は各種入出力チップを制御し、マルチメディア機能を実現する。
 Configuration of Mpack multimedia PCI card

2.1 Mpack マルチメディア カード

図1にMpackを搭載したマルチメディアカードの構成を示す。カードには、ディスプレイ、サウンド、ビデオなどの入出力に必要な周辺I/Oチップも搭載され、これらはMpackによって制御される。ラムバスDRAMはビデオメモリとして使用されるだけでなく、Mpackソフトウェアの保存・実行などにも使用される。

現行のカードでは、グラフィックアクセラレータ/3Dグラフィックス、サウンド、モデム/FAX、テレフォニー、MPEG1 (Moving Picture Experts Group 1)などの機能が実現され、これらの機能がWindows®95を搭載したPCで動作する。

2.2 ソフトウェアの構成

Mpackマルチメディアカード搭載PCにおいて、Mpackによるマルチメディア機能を利用する際のソフトウェア構成を図2に示す。グラフィックス、サウンドなどの機能を使ったアプリケーションからの処理要求は、標準API (Application Programming Interface) を介してMpackドライバで解釈される。

Mpackドライバは、Mpackメディアウェアを管理するソフ

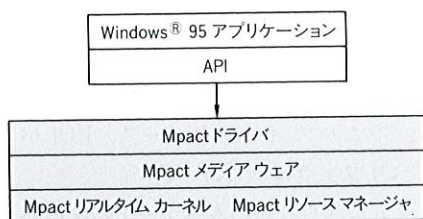


図2. ソフトウェアの構成 Mpack のマルチメディア機能は Windows®95 の標準 API を介して利用する。

Software structure of Mpack

トウェアと Pentium™処理ソフトウェアから成り、Mpack と Pentium™のそれぞれに処理を分担して実行させる。Mpack を動作させるソフトウェアはMpackメディアウェアに内在し、処理要求に応じてMpackに読み込まれ実行される。

アプリケーションから呼ばれるさまざまな処理をリアルタイムマルチタスクで行うため、Mpack上にはタスクのスケジューリングとディスパッチを行うMpackリアルタイムカーネルが、一方ホストCPU上にはタスク制御、リソースの競合管理を行うMpackリソースマネージャが用意されている。

3 低ビットレート映像符号化の実現

3.1 標準化動向

デジタル動画圧縮の標準化は、テレビ電話・テレビ会議を対象として1990年にITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication standardization sector) で標準化されたH.261⁽²⁾から始まる。この後、ISO (International Standardization Organization) によりCD-ROMなどの蓄積メディアを対象とするMPEG1、高品質な放送・蓄積メディアを主な対象とするMPEG2 (ITU-T H.262)へと発展してきた。MPEG1、MPEG2の標準化の流れは、図3に示すように高画質化が進むとともに対象としているビットレートも高くなっている。

一方、96年にITU-Tで標準化されたH.263⁽³⁾は、テレビ電話・テレビ会議などの通信応用を対象に低ビットレート化に重点をおいている。H.263を用いるとテレビ画面の約1/8の大きさの画像を28kbps程度の高速モデムで伝送可能になる。従来のH.261を用いたテレビ会議システムのようにISDN回線やデジタル専用線を必要としないため、安価なテレビ電話やテレビ会議システムを構築できる。また、LAN

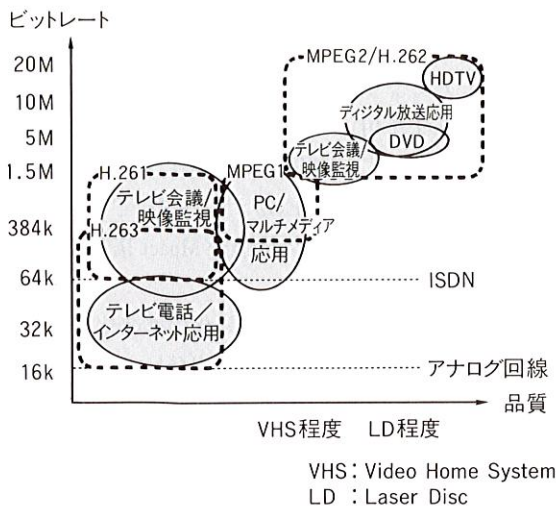


図3. 動画像符号化の主な適用分野 H.263 を用いると既存のアナログ回線でテレビ電話・テレビ会議が可能となる。

Application of moving picture coding standards

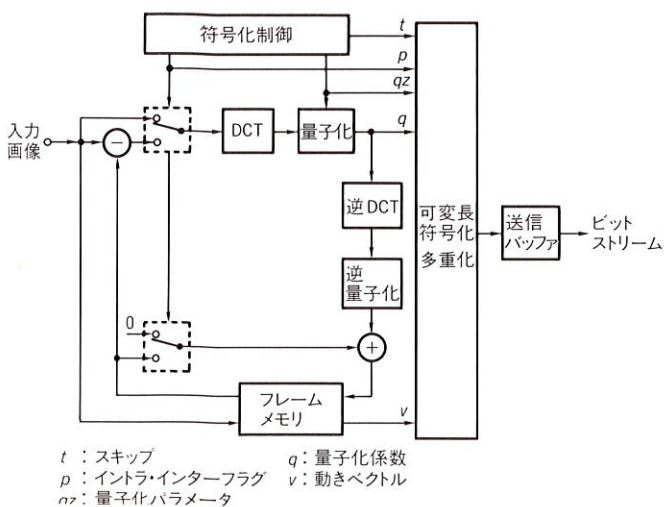
を用いたテレビ会議にも適用可能である。

H.263 デコーダは、エンコーダと比較して処理量が少なく、特別なハードウェアを必要としないため、インターネットでの画像配信などへの応用も考えられる。

3.2 H.263 符号化方式の概要

H.263 の情報源符号化部は、図4に示すように H.261 符号化方式と同様、動き補償フレーム間予測と DCT (離散コサイン変換) を組み合わせたハイブリッド方式であるが、低ビットレート化のために以下の四つの特長をもつ。

- (1) 半画素精度の動き補償フレーム間予測 フレーム間予測は、前画面との差分をとり残差情報だけを符



t : スキップ p : イントラ・インターフラグ q : 量子化係数 qz : 量子化パラメータ v : 動きベクトル

図4. H.263 エンコーダの構成 H.263 は、動き補償フレーム間予測と直交変換を組み合わせた圧縮方式である。

Configuration of H.263 encoder

号化することで時間領域の冗長性を取り除く手法である。動き補償は、マクロブロック (16×16 画素の矩(く)形の領域) 単位で行われる。前画面の同一位置だけでなく周囲の画素を参照し、残差成分が最小となるような点を探索することで、動きのある画像でも時間領域の冗長性を除去することができる。このとき半画素精度の点についても図5に示すように補間により求めることで予測精度を向上させる。

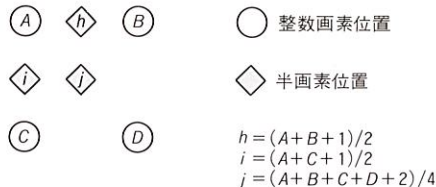


図5. 補間による半画素精度予測 実際には存在しない半画素精度の点も、補間により求め予測精度を向上させる。

Half-pixel prediction

- (2) 可変長符号化の改善 動き補償フレーム間予測と DCT により冗長性を除去した画像は、ハフマン符号を用いて可変長符号化される。可変長符号化では、出現頻度の高い符号語に短いビット列を割り当てることで、全体の平均符号語長を短くして圧縮する。H.263 では、このハフマン符号を見直すことで H.261 よりも符号化効率が向上している。
- (3) オーバヘッドの削減 可変長符号化されたビット列や動きベクトルは、復号のために必要なヘッダ情報とともに多重化される。H.263 では、ヘッダ情報の割り当てかたを改善することで、多重化で生ずるオーバーヘッドを削減している。
- (4) 符号化オプション H.263 には、エンコーダとデコーダ間のネゴシエーションにより使用される四つの符号化オプションがある。
 - (a) 無制限動きベクトルモード (Unrestricted Motion Vector mode) 動き予測をするときに画面外の画素を参照することが許され、動きベクトルの範囲も拡大される。小さな画面での効果大きい。
 - (b) シンタックス算術符号化モード (Syntax-based Arithmetic Coding mode) 可変長符号化に算術符号を用いることで符号化効率を向上させる。
 - (c) 拡張予測モード (Advanced Prediction mode) マクロブロックは四つの輝度ブロックと二つの色差ブロックから成る。四つの輝度ブロックのそれぞれについて動きベクトルを求め、動き補償で近傍のブロックの動きベクトルや重み付けした画素値も用いて

予測精度を向上させる。

- (d) PB (P: 前方予測, B: 双方向予測) フレームモード (PB-frames mode) フレーム間予測の際に双方向の予測を行い, 単方向予測の画面と組み合わせて符号化する。このモードを用いると, ビットレートを上げずにフレームレートを向上できる。

3.3 Mpack による H.263 符号化方式の実現

低ビットレート映像符号化を Mpack で実現する利点は, 次の2点である。

- (1) PentiumTMのソフトウェアだけで実現するよりも処理性能が格段に高い。
- (2) プログラマブルであるため, 専用ハードウェアによる実現より柔軟である。

開発した主要なモジュールは, H.263 エンコード モジュール (ビデオ キャプチャ機能を含む), H.263 デコード モジュールの二つで, それぞれ独立して同時に動作する。二つのモジュールは Mpack ソフトウェアと PentiumTMソフトウェアからなり, Mpack ソフトウェアでは DCT などの信号処理が, PentiumTMソフトウェアでは可変長符号化といったビット処理などが行われる。

表 1 に H.263 ソフトウェアの仕様を示す。

表 1. H.263 ソフトウェアの仕様
Specifications of H.263 software

画像サイズ	QCIF (176×144 画素)
フレームレート	5~15 フレーム/s
ビットレート	16 k~64 kbps

QCIF: Quarter Common Intermediate Format

4 あとがき

ソフトウェアにより新しいマルチメディア機能を容易に追加できる Mpack を用いて, 低ビットレート映像符号化を実現するソフトウェアを開発した。現在, 新しい機能として MPEG1 エンコーダ, MPEG2 デコーダなどのソフトウェアの開発も進行中で, これらの機能が Mpack 搭載の PC で利用できるようになる。

今後は, 低ビットレート映像符号化の標準化を取り込んだ新しいソフトウェアモジュールを開発していく。

文 献

- (1) 嵩比呂志, 他: モバイル分野まで拡張できる低ビットレート動画像圧縮技術, 東芝レビュー, 52, 5, pp.15-17 (1997)
- (2) ITU-T Recommendation H.261, (1993)
- (3) ITU-T Recommendation H.263, (1996)
- (4) K. Rijkse, H.263: Video Coding for Low-Bit-Rate Communication, IEEE Communication Magazine, 34, 12, (1996)



岩崎 淳一 Jun'ichi Iwasaki

マルチメディア技術研究所 開発第六部主務。
映像通信システムの研究開発に従事。電子情報通信学会,
日本音響学会会員。
Multimedia Engineering Lab.



浅野 篤 Atsushi Asano

情報・通信システム技術研究所 開発第二担当主務。
映像通信システムの研究開発に従事。電子情報通信学会,
IEEE 会員。
Information & Communications Systems Lab.