

1 ボード高速画像処理プロセッサ『コロポックル』

4 J-7

システム構成

直井 聡

江川宏一

株式会社 富士通研究所

1. はじめに

筆者らは、画像理解の研究開発の一環として、画像から画像、画像から特徴抽出処理を高速に実行できる動画像処理システムの開発を行ってきた。(1)(2)最近では、可視カメラや赤外カメラを用いた様々なアプリケーションが要求され、画像入力から特徴抽出、判断・認知まで、一連の過程を小さな高速プロセッサで実現したいという要望が増えてきた。こうしたユーザーの動向を鑑みて、筆者らは、汎用DSPを複数利用した1ボード高速画像処理プロセッサ『コロポックル』を開発した。本プロセッサは、ワークステーションに実装できるA4版サイズからなり、画像入出力と画像処理を高速に並列実行でき、画像処理の基本演算をライブラリ化することで、高速性と汎用性を実現した。

2. システム構成

『コロポックル』のシステム構成を図1に示す。画像の入出力は、A/D変換した画像データを格納する入力画像メモリと、D/A変換して画像処理結果を表示する出力画像メモリで構成している。画像処理は、275MOPS、50MFLOPSのDSP(TI社 TMS320C40)を2個用いて、並列演算により高速に実現する。入出力用画像メモリは、各々のDSPからアービタによりバスコンフリクトせず効率よく共有アクセスできる機構をとっている。

3. 高速性

3.1 画像入出力の並行処理

画像の入出力は、画像処理と独立に、ホスト計算機からの命令により画像の取り込み、表示をビデオレートで並行実行できる。これより、画像処理で問題になる入出力画像の転送時間を軽減している。

3.2 画像処理の並列化

画像処理は、膨大な画像データの読み込み、演算、書き込みの繰り返しであり、データ転送と処理の時間が高速性を妨げる要因となる。

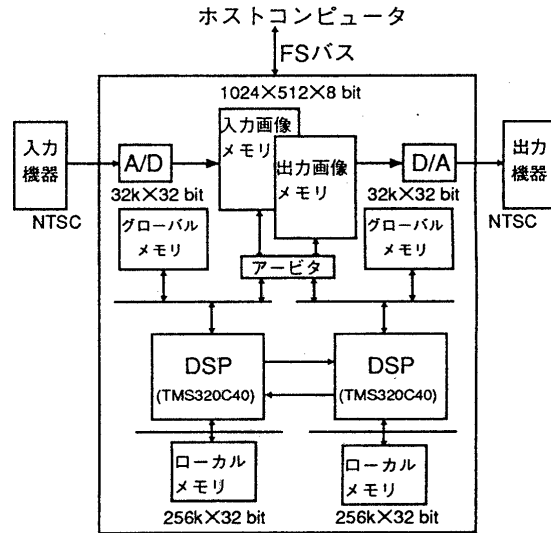


図1 システム構成

まず、データ転送の問題に対しては、演算と並行してDMAによりメモリのリード/ライトを実行することで、データ転送時間をなくすることができる。『コロポックル』では、処理結果の中間画像データをグローバルメモリ、ローカルメモリに格納し、各々メモリへの独立バスを用いて、DMAによりバスのコンフリクトなく高速な並列アクセスを可能にしている。また、2つのDSP間でもメモリアクセスと独立なDMA機能付きの相互通信のバスを構築し、特徴量などのデータの受け渡しも高速にできる。

次に、画像処理の演算は、1画面を単純に左右に2分割し、各領域に1つのDSPを割当てて処理させることで画像処理の演算速度を上げている。さらに、演算時に負荷の多いメモリへのライトは避け、アクセス時間の速い内蔵RAMに処理結果を一時的に格納する方式をとる。DSPでは、1kワードの内蔵RAMが2つ存在するので、1つを処理結果の格納用に残り1つをDMAによる転送用にし、交互にダブルバッファとして使用する。処理結果の容量は画像処

One Board High-speed Image Processor [KOROPUCKLE]
System Configuration

Satoshi NAOI, Hiroichi EGAWA

FUJITSU LABORATORIES Ltd.

理に依存するため、画像処理に応じて画面分割数を変え、1kワードの内蔵RAMに処理結果が収まるようにする。たとえば、ラベリング処理では、3行×320列を分割単位とする。

4. 汎用性

4.1 ファームウェア

画像処理に必要な基本ファームウェアを構築した。その内容を表1に示すが、基本ファームウェアは、初期化時にローカルメモリの各々異なる領域にダウンロードする。各ファームウェアで必要になるパラメータ、入出力画像データの格納領域も、ローカル/グローバルメモリに固定して配置する。これより、ユーザは、実行時に必要な基本ファームウェアの呼出し順序を宣言するだけで簡単に画像処理ができる。

表1 ファームウェア

機能分類	処理内容	処理速度(msec)
2値化	単純2値化	116
雑音除去	孤立点除去(3×3)	197
マスク	任意形状マスク	118
動き抽出	原画像と基準画像の差分演算	117
領域分割	ラベリング	820
特徴抽出	投影	152

4.2 ベーシックソフトウェア

『コロボックル』の高速性を維持しながらユーザ所望のアプリケーションを円滑に実行するために、ベーシックソフトウェアを構築した。その内容を表2に示す。ホスト計算機からは、入出力画像メモリ、ローカル/グローバルメモリをダイレクトにメモリマッピングし、パラメータの設定、処理結果の読み込み等を高速にできる。基本ファームウェアは、初期化ルーチンでダウンロードを行い、画像処理の実行時には、ユーザのメインのファームウェアだけをダウンロードさせればよく、ダウンロードの負荷を軽減している。出力画像に関しては、最終的な処理結果だけでなく、中間処理結果、マスク、差分演算に必要な基準画像を高速に表示できる。

5. 性能評価

画像処理の性能を評価するために、100枚の自然画像(640×480×8bit)を対象にして、実行時間の平均を算出した。その結果を表1に示す。さらに、2値化、雑音除去、マスク、特徴抽出の連続処理の平均実行時間は、592 msecで

表2 ベーシックソフトウェア

機能分類	処理内容
開始/終了宣言	プロセッサの初期化 基本ファームウェアのダウンロード 排他制御
入力制御	入力画像、基準画像の取り込み
ファームウェア制御	ファームウェアのダウンロード、 実行、完了確認
メモリアクセス	入出力画像メモリ、中間処理結果用 メモリ、パラメータ設定用メモリの 先頭アドレス通知
出力制御	処理結果、中間処理結果、マスク、 基準画像の表示

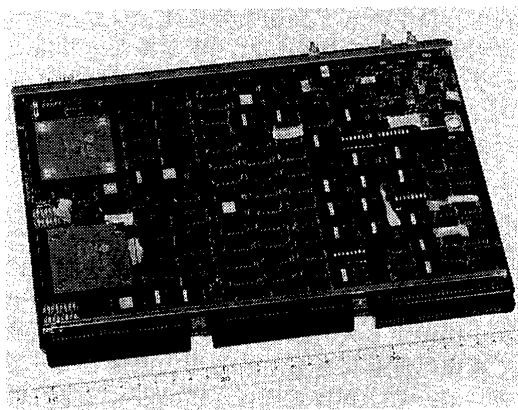


図2 「コロボックル」の外観

あった。この結果は、表1の各個別の演算時間の和にほぼ等しく、ホスト連携を含めた本システムの高速性が確認された。

6. おわりに

小型で高速な画像処理プロセッサ『コロボックル』を開発した。その外観を図2に示す。8層基板と両面実装により画像入出力から画像処理までをA4版サイズで1ボード化した。カラー処理の実行には、本ボードを3枚実装する。現在、クロックは30MHzで動作しているが、そのままの構成で50MHzまで上げることができ、処理速度も現在の1.7倍になる見込みである。今後は、さらにファームウェアの充実を図り、画面分割で問題になる境界処理の高速化等を検討していく。

参考文献

- (1)直井, 佐々木他: 信学論Vol. J73-D- II No. 10, 1990
- (2)直井, 瀬川他: 信学春季全大 D-492(1991)