

FPGA を利用した画像処理ボードの開発

黎 蔚・小 畑 正 貴

岡山理科大学工学部情報工学科

(1995年 9 月30日 受理)

1. ま え が き

最近の工業・産業分野では各種の画像処理技術が広く利用されている¹⁾。これらの画像処理では種々の画像が処理の対象となり、また、その画像処理手法も多岐にわたっている。

実用的な画像処理システムには高速処理が要求される。並列計算機の利用はそのためのひとつの手法であるが、並列計算機を利用したシステムはコストが高く、設備が大規模であるなどの問題がある。本研究では、より簡単に画像処理を行うために、パーソナルコンピュータで利用できる画像処理システムの実用化を目的とする。そのために以下の特徴を持つ画像処理ボードを開発した。

- (1) 高速処理のために画像処理をハードウェア化する。
- (2) FPGA (Field Programmable Gate Array) を使うことにより、ユーザーが自由に設計変更でき、また設計変更も容易である。
- (3) FPGA の利用により、ボード上の回路の簡略化を図ることができる。

本稿では FPGA の概略を述べた後、画像処理ボードの構成、処理手順、応用例について述べる。

2. FPGA

FPGA (Field Programmable Gate Array) は比較的大規模な回路をユーザ側でプログラムできる素子として、また論理回路のプロトタイプを構築するための素子として注目を集めている²⁾。

2.1 FPGA の特徴

FPGA は、CAD のソフトウェアを利用して、ユーザが自由に論理設計できる IC である。その特徴としては

- (1) 大量生産の標準製品なので、特注するほど時間がかからず、手に入れやすい。
- (2) 従来のゲートアレイにかかっていた固定費やカスタム化するための費用がかからない。
- (3) シミュレーションがしやすい。

- (4) 設計変更が可能である。
- (5) 集積度が高い。
- (6) 装置全体の小形化につながる。

など、多くの利点をもっている。

2.2 FPGA の構造

FPGA にはいくつかの種類があるが、今回用いた LCA (Logic Cell Array) と呼ばれる FPGA の構造を図 1 に示す³⁾。中央部にマトリクス状に配置された論理ブロックと周辺部に I/O インターフェースがあり、論理ブロックの行と列の間や、論理ブロックと I/O ブロックの間には内部接続要素がある。また内部には 1 Kバイト程度のメモリを構成することが可能になっている。

LCA は内部回路をプログラムできる論理 IC で、論理ブロックと I/O ブロックの機能、およびそれらの内部接続を定義することができる。この作業をコンフィギュレーションという。コンフィギュレーションデータは電源投入時、またはコマンドにより自動的に外部メモリからダウンロードしたり、あるいはシステム初期化時にマイクロプロセッサによりコンフィギュレーションすることができる。

3. 画像処理ボードの構成

画像処理ボードの構成を図 2 に示す。このボードは白黒 2 画面の入力や処理が可能なように構成している。

(1) A/D 変換器

ビデオ信号をデジタル信号に変換する。2 チャンネルあるので、2 台のカメラからの画像に対する画像間演算が可能である。

(2) RAM

画像の記憶用で、2 画面分の容量があり、それぞれ独立に読み書きできる。

(3) 同期信号の生成

ビデオ信号から同期信号を分離する。

(4) FPGA

内部配線の変更により、各種の画像処理を実現する。

(5) D/A 変換器

FPGA で処理された画像データをアナログビデオ信号に変換する。

以上の回路を PC/AT 用の ISA バスボードに実装した。ボードの写真を図 3 に示す。中央にあるのが FPGA で、本ボードで用いているものはザイリンクス社の XC4010 (1 万ゲート相当, 160ピン) である。

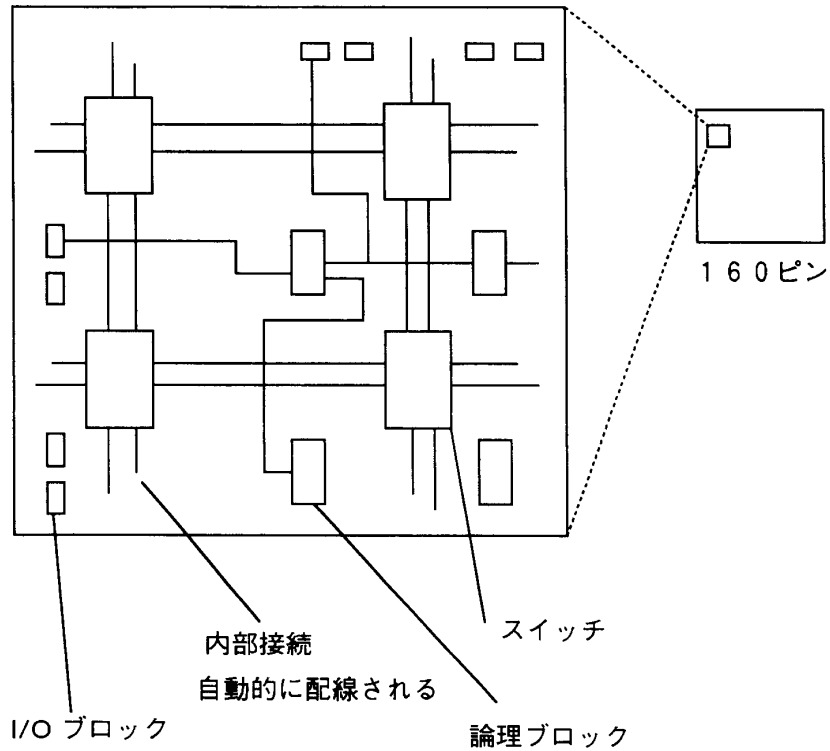


図1 LCA の構成

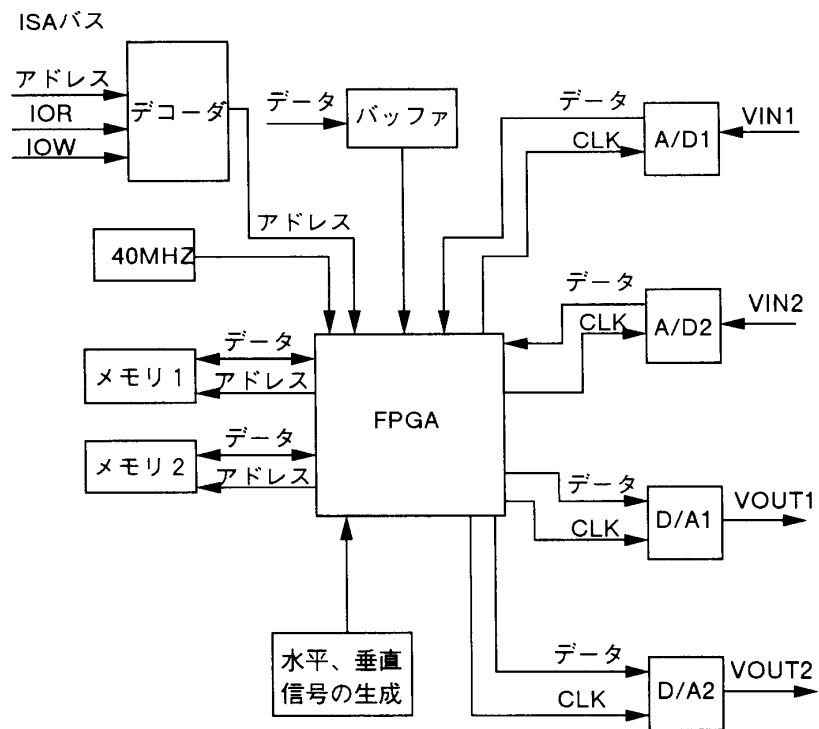


図2 画像処理ボードの構成

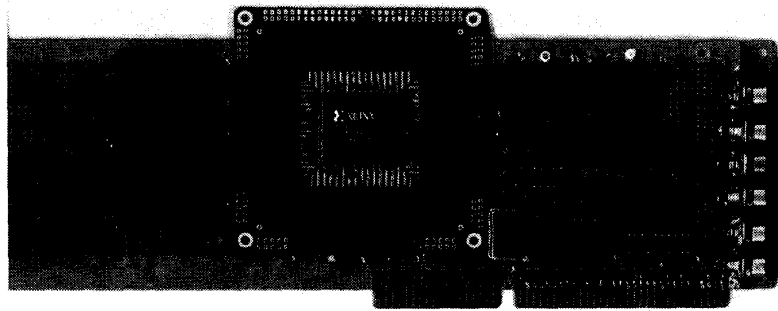


図3 画像処理ボード

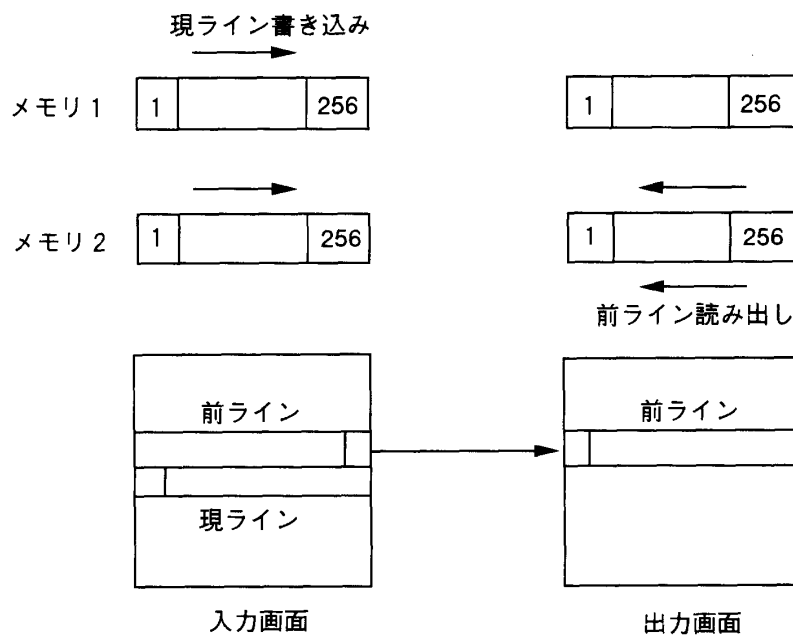


図4 反転処理の方法

4. 左右反転表示への応用

本画像処理ボードは各種の用途に応用できるが、ここではビデオカメラで撮影した画像の左右を反転してモニタに表示する処理への応用について述べる。左右反転は鏡を使っても可能であるが、光学系の空間的制約で鏡が設置できない場合については電子的に処理する必要がある。また対象画像は動画であり、実時間で反転しながら表示しなければならない。

左右反転表示の仕組みは、1ラインの画像データをメモリに書き込むときはアドレスを順アドレスにして1ラインの1ドット目から書き込み、読み出すときは逆アドレスにして256ドット目から読み出すものである。この様子を図4に示す。2ライン分のメモリを用意し、一方に現ラインを書き込みながら、同時にもう一方から前ラインを逆方向に読み出す。次のラインでは読み書きのメモリを逆にして同じ動作を行う。

反転処理におけるFPGAの内部回路を図5に示す。2ライン分のメモリはFPGAの内

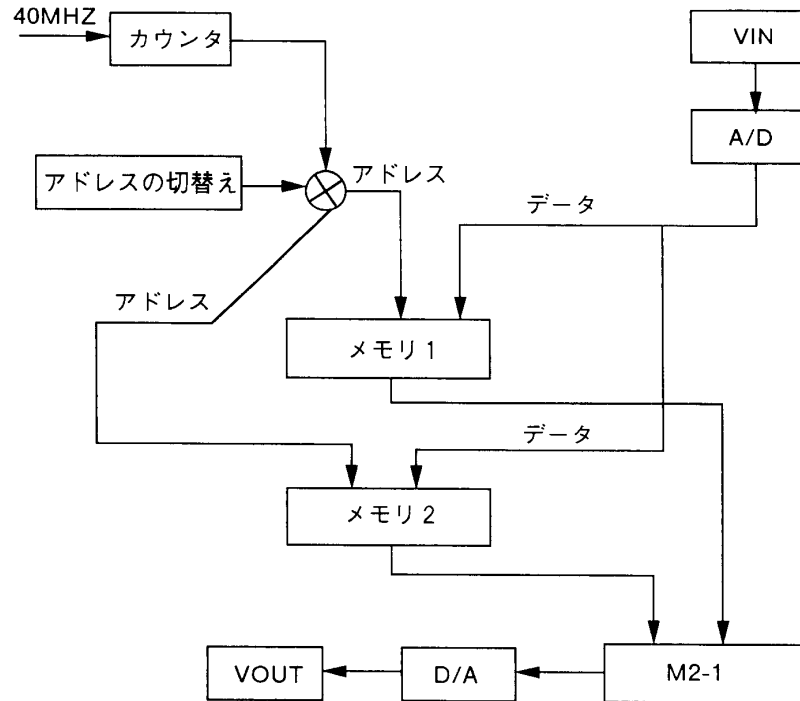


図5 反転処理回路の構成



図6 反転表示例

部 RAM を利用している。外部 RAM はこの応用では使用していない。

本ボードにより左右反転表示した画像を図6に示す。

5. む す び

FPGA を利用した画像処理ボードについて述べた。その特徴は、ソフトウェアでの処理に比べて高速処理が可能であることと、FPGA の内部回路を変更することで各種の処理に対応できることである。

ここでは反転表示の応用例を示したが、近接画素を用いたフィルタなどの処理に応用が可能である。今後は各種画像処理や計測への応用分野を広げていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 土屋 裕, 深田陽司: 画像処理, コロナ社 (1990).
- 2) 特集「FPGA — その現状, 将来とインパクト」: 情報処理, Vol. 35, No. 6, pp.504—540 (1994).
- 3) プログラマブル・ロジック・データブック, ザイリンクス (1994).

Development of an Image Processing Board by Using FPGA

Wei LI and Masaki KOHATA

Department of Information and Computer Engineering

Faculty of Engineering,

Okayama University of Science,

Ridai-cho 1-1, Okayama 700, Japan

(Received September 30, 1995)

FPGA (Field Programmable Gate Array) is a kind of logic IC, and users can reconfigure its internal circuit. We developed an image processing board by using FPGA. Image data is processed by hardware logic circuits in FPGA, and the circuits are reconfigurable for various image processing algorithms. This paper describes the hardware structure of the board and an application for real time image reversing.