

物体認識機能を持つ遠隔監視カメラ端末のFPGAによる低消費電力化

内林 誠<sup>†</sup> 三井 浩康<sup>‡</sup>  
 東京電機大学<sup>†</sup> 東京電機大学<sup>‡</sup>

1. はじめに

近年、センサや半導体技術と情報技術の融合が発展し、それに伴いセンサを用いた応用システムが増えている。その中に無人で遠隔制御や監視を行う画像センサがある。

カメラから取得した画像を分析し、予め設定した人や物などの特定の活動を自動的に認識するIMS(Intelligent Monitoring System)というシステム技術がある。

例えば、駅ホームの線路上を監視するIMS搭載画像センサを想定する。このIMSは予め人を検知するアルゴリズムを搭載し稼働させておく。線路上に人が侵入した場合、IMSが人を検知し、自動的に管理者に通報する。このように人が監視カメラ画像を常時監視し続けるのではなく、センサ機器が画像を常に監視しセンサが危険を通報する社会へと変化している。このIMSは画像認識技術を応用し、人や物体を認識している。現在ではIMSが様々な分野に普及しつつあり、交通、防犯、医療、製造などを中心に導入が広がっている。

これらの画像認識技術は複雑な処理を行うため、処理に時間がかかり、その結果電力を多く消費してしまう問題がある。また、人命に関わる監視を行う場合も多いので、リアルタイム性も重視される。

本研究では画像認識技術の処理高速化による消費電力削減とリアルタイム性の向上を目標とする。

今回、画像認識技術の一部をFPGAという書き換え可能なLSIでハードウェア化することを提案する。提案手法の評価を行うためにプロトタイプを実装した。

2. 関連研究

2.1 画像認識技術

画像認識技術とは画像から特定の動作、部位を検出することである。コンピュータを用いて画像の特徴を検出し、文字や物体の検知を行う。

2.2 FPGA

FPGA(Field Programmable Gate Array)とは書き換え可能な論理デバイスである。ハードウェア記述言語を用いることで、プログラムを組むように論理回路設計が可能である。論理回路で動作を行うので、並列処理が可能である。

A method of lowering power consumption using FPGA for a remote monitoring camera with object recognition function.

<sup>†</sup> Makoto Uchibayashi, Tokyo Denki University

<sup>‡</sup> Hiroyasu Mitsui, Tokyo Denki University

る。様々な処理をFPGAでH/W化し、並列処理させることにより、高速に処理することが可能である。本研究ではFPGAを用いて処理の一部をH/W化することにより処理時間の削減を行う。

3. 研究目的

本研究の目的は、FPGAに画像認識技術の一部を実装させ、処理時間を短縮し消費電力を削減することである。画像認識技術は複雑な処理を行うため、処理時間が多くかかり、電力も多く消費するという問題がある。画像センサはバッテリーで動作する場合もあり、長時間稼働させるためには低消費電力性が求められる。

4. 提案内容

4.1 提案概要

本研究の目標はFPGAを用いて物体を検知するシステムを開発することである。図1に提案システムの概要図を示す。

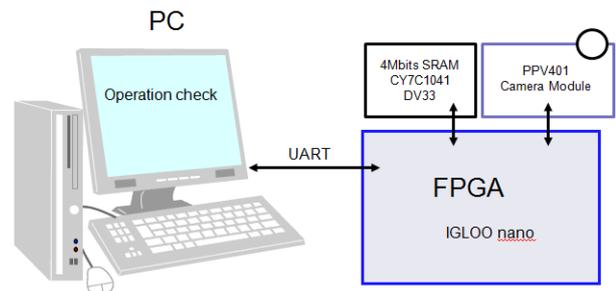


図1 システム概要図

カメラモジュールから出力される画像データはFPGAを介しSRAMに格納する。SRAMに格納したデータを参照しながらFPGAにて画像処理と画像認識を行う。また画像認識として、移動物体の検出を行う。これらの処理をH/W化する。システムをH/W化することで短時間に処理し、スリープモードに入ることにより消費電力の削減を実現することができる。H/W化による効果の概要図を図2に示す。

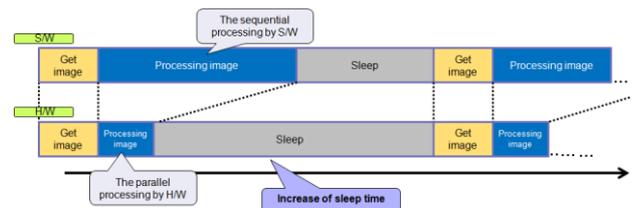


図2 H/W化による効果

## 4. 2 システムの H/W 化

RGB-YCbCr 変換と二値化変換，動体検出の一部を H/W 化する．H/W 化の概要図を図 3 に示す．

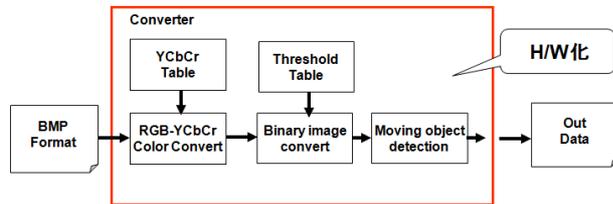


図 3 H/W 化の概要図

RGB-YCbCr 変換と二値化変換，動体検出の各モジュールを H/W 化することにより処理時間の削減を実現する．カメラモジュールから入力された画像は RGB-YUV モジュールで，R・G・B 成分を Y(輝度成分)，Cr(色差成分，赤成分-輝度成分)，Cb(色差成分，青成分-輝度成分)に変換される．変換した Y 成分を元に二値化画像を生成し，背景差分法を用いて移動物体の検出を行う．これらの機能を FPGA(ハードウェア)と mbed(ソフトウェア)で実装し，FPGA を使用した場合と mbed のみを使用した場合の処理時間(ms)と消費電力(mV)の比較を行い，提案手法の有効性について研究を行う．

## 5. プロトタイプの実装・評価

### 5. 1 プロトタイプの実装

図 4 に実装したプロトタイプの構成図を示す．

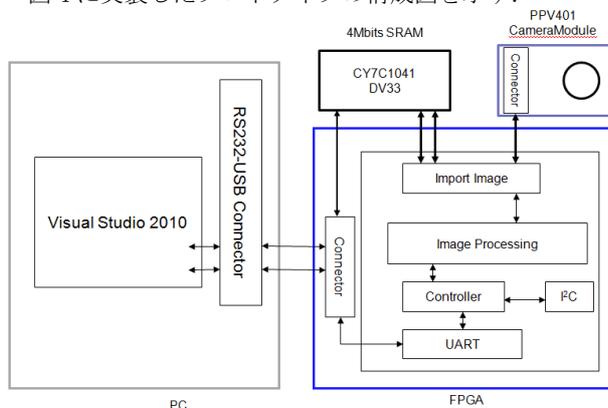


図 4 プロトタイプ構成図

### 5. 2 ハードウェア設計

FPGA を用いて H/W 化した各機能について説明を行う．

#### (1) 画像取得回路

PPV401 カメラモジュールからは同期信号である VSYNC, HSYNC 信号と共に 8bit の画像データが平行通信で出力される．このデータを FPGA で取得し，SRAM に格納するモジュールを作成した．

#### (2) UART

出力画像を確認するために，PC を使って画像を表示させた．その際，8bit 平行通信からシリアル通信に変換を行い，RS232USB Connector を用いて PC に送信を行うモジュールを作成した．

#### (3) RGB-YCbCr 変換回路

二値化画像を生成するために画像の明るさ成分が必要

である．RGB 画像データから YCbCr へ変換を行うモジュールを作成した．

#### (4) 二値化画像生成回路

YCbCr 画像データから明るさ成分である Y 情報を取り出し，二値化画像を生成した．二値化画像にすることにより，画像の特徴を取得できる．

#### (5) 動体検出回路

背景差分法を用いて移動物体検出を行った．二値化画像から変化量を算出し，閾値以上であった場合は物体検知とみなすモジュールを作成した．

図 5 に作成したプロトタイプの外観を示す．また，bit 単位の細かな出力を確認するために Logic Analyzer を使用した．

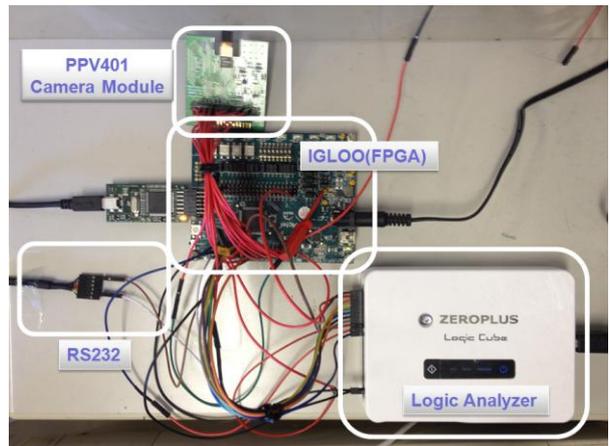


図 5 実装したプロトタイプ

### 5. 3 ソフトウェア設計

H/W 化したプロトタイプを性能評価するために同機能をソフトウェアで構築する．本研究では逐次処理を行う mbed にて実装を行う．画像取得，UART，RGB-YCbCr 変換，二値化画像生成，動体検出を mbed の開発言語である C++ 用いて構築を行った．

### 5. 4 評価

評価方法として，mbed(ソフトウェア)で同様の機能を実装させ処理を行った場合と提案手法である FPGA(ハードウェア)で動作させた場合の性能の比較を行った．それぞれの処理時間を計測し，処理時間から消費電力を算出し，システムの評価を行った．

## 6. まとめと今後の課題

本研究では，画像認識技術を FPGA とマイコンを使って実装・評価を行った．

今回は背景差分法にて移動物体の検出を行ったが，IMS による移動物体検出には様々な手法があるので，背景差分法以外の検出方法を FPGA に実装させ，評価を行うことが今後の課題である．

### 参考文献

- (1) アズウィ，橋本晋之介：“JPEG 概念から C++での実装まで”，ソフトバンク パブリッシング(2005)
- (2) 越智宏，黒田英夫：“JPEG&MPEG 図解でわかる 画像圧縮技術”，日本実業出版社，(1999)
- (3) 奥富正敏，“デジタル画像処理”，日興美術株式会社