

FPGAを用いた高速画像処理ボードの開発と応用

電子情報部 田村陽一 米沢裕司

1. 目的

従来、デジタル回路を構築する場合は、小規模回路であれば74シリーズなどの汎用論理ICや、PAL/GALなどプログラマブル論理ICを使用し、大規模回路であれば専用のLSIを開発し使用することが一般的であった。しかし、半導体技術の進歩によりプログラマブル論理ICであるFPGA (Field Programmable Gate Array：現場で書換え可能な論理回路集合体)でも大規模回路を構築できるようになってきた。このFPGAも開発当初は書換え可能という性質上、最先端のLSIと比べ小規模な回路しか実現できなかった。また、その処理速度も非常に遅く、試作段階での使用が主であった。しかし、近年ではトランジスタ数百万個に匹敵する規模をもち、実用上十分な速度で動作するFPGAを安価に入手することが可能となった。

そこで本研究は、大規模回路を構築可能なプログラマブル論理ICであるFPGAを使用して、技術的難易度の高いリアルタイム画像処理を実現し、従来製品に対して小型化、原価低減、高機能化など、競合他社に対する優位性を付加することを目的とする。

2. 内容

2.1 高速画像処理ボードの開発

静止画を扱う場合、その処理速度が問題になることは少ないが、アナログカメラなどからの動画入力をコマ落ちせずに処理する場合は、処理速度が大きな問題となる。これは高性能のパソコンでも難しい問題であるが、近年のFPGAでは比較的容易に実現できるようになった。そこで本研究では、(株)ザイリンクス製FPGA(Spartan2)を使用して高速画像処理ボードを開発した。

このボードでは、FPGAに入力する回路として産業用アナログカメラで多く用いられている映像信号RS170(モノクロNTSC)を(株)ソニー製映像用ADコンバータCXA3506Rでデジタル信号変換した信号の入力回路、産業用デジタルカメラで多く用いられているインターフェース規格CameraLinkに準拠した信号の入力回路、サンプリング周期1MHz、分解能10bitで入力できるアナログ信号入力回路を開発した。その他に信号処理結果を表示するVGA出力回路、2線シリアルインターフェースとRS232Cの2種類の通信回路、SDRAM(大規模記憶回路)にアクセスするためのメモリアクセス回路など、画像処理を中心とした信号処理ボードの基本回路をFPGA用に開発した。これにより用途に応じて必要な回路を選択し、搭載した高速画像処理ボードの作製が容易となった。図1に基本回路を搭載したボードの例を示す。

2.2 降雪路面監視装置への応用

この高速画像処理ボードの応用として、降雪路面監視装置を(株)クエストエンジニアリングと(株)松浦電弘社と共同で開発した。図2に汎用の高速画像処理ボードに降雪検知に関する画像処理回路などを

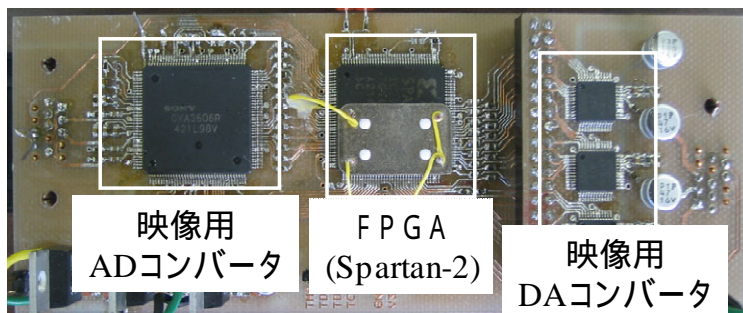


図1 高速画像処理ボードの例

搭載した降雪路面監視用ボードを、
図3にそのブロック図を示す。

降雪路面監視装置用ボードでは、アナログカメラが出力する映像信号RS170をFPGAに入力し、これをSDRAMに順次格納した後、時間軸の異なる複数のコマを比較処理する。この比較処理により、動きのある物体の判別とその速さが分かる。さらに映像信号以外にも、気温計、路温計、降雨センサ、照度センサからの信号も高速画像処理ボードに標準装備した信号入力回路からFPGAに入力することができ、これらの情報を統合して車両の有無や降雪状態を判断するアルゴリズムを開発した。

この装置のもう一つの特徴は、夜間時でも特殊な照明やカメラを使用せずに降雪状態を判断可能にしたことである。ナトリウム灯は商用電源が50Hzの地域では毎秒100回、60Hzの地域では毎秒120回で点滅、発光するため、通常の撮影方法では明暗を繰り返す画像が撮影され降雪状態の判断ができなかった。このため従来の監視装置では画像処理用に赤外線ストロボを設置していた。そこで本研究では、特殊なカメラを使用せずに50Hz、60Hzのいずれの地域でも撮影画像間で明暗の差が発生しない撮影方法を考案し、その機能を実装した。この機能を実証実験した結果、地域や昼夜に関係なく降雪状態を判別可能であった。

なお、ボードのサイズは137mm×165mmであり、従来のパソコンを使用した装置に比べて大幅な小型化、低廉化を実現した。

3. 結果

本研究では、FPGAを用いて汎用性の高い高速画像処理ボードを開発した。さらにこのボードをベースに降雪路面監視装置を開発した。現在、この装置は図4に示すように北陸自動車道の3ヶ所に設置されている。従来、パソコンが2台必要だった路面監視機能をFPGAボード1枚で実現でき、装置の小型化、原価低減に寄与した。

(温度センサ、降水センサ)

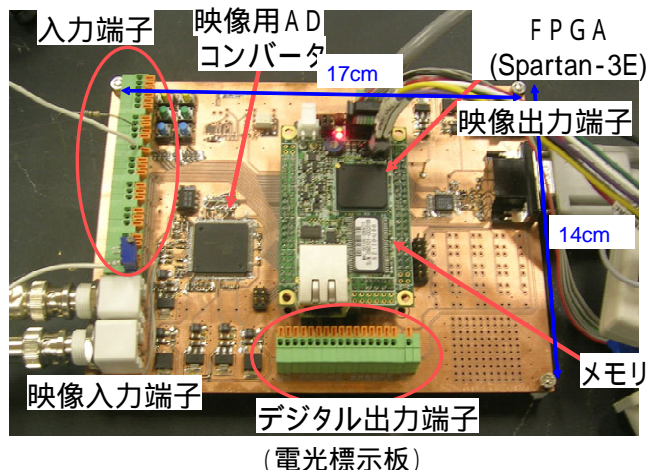


図2 降雪路面監視装置用ボード

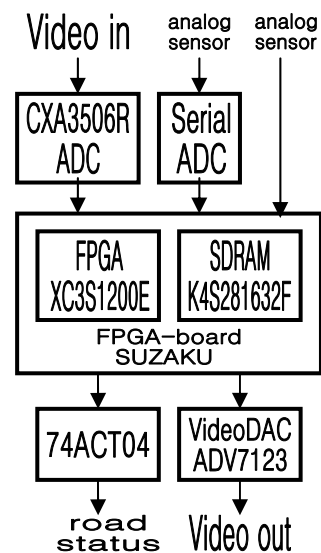


図3 ブロック図



図4 北陸自動車道に設置された降雪路面監視装置