

平成 29年 8月 30日




豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学 専攻
学位審査委員会
委員長 大平 孝



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Hary Oktavianto		学籍番号	第 139201号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位論文名	Smart Ultraviolet Sensor for Hydrogen Flame Detector Application based on Neuro-OEIC and FPGA (ニューロOEICとFPGA技術を基にした水素火炎検知用スマート紫外光センサ)			
論文審査の期間	平成 29年 7月27日 ~ 平成29年 8月 28日			
公開審査会の日	平成29年8月9日	最終試験の実施日	平成29年8月9日	
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 澤田和明 </p> <p>委員 岡田 浩  若原 昭浩 </p> <p style="text-align: center;">印 印</p> <p style="text-align: center;">印 印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、導入が始まった水素の爆発・炎上を早期に検知し警報を発するシステムに関して、水素火災の特性から性能指標を決定し検出方式の提案とその要素技術の検証を行っている。従来のイメージセンサを用いた検出方法では、取得した画像データをコンピュータで処理するため処理に時間がかかり、水素の燃焼速度に対応した着火直後の検出は極めて困難であった。そこで本論文では、イメージセンサに網膜の画像処理機能を模したエッジ検出機能を内蔵することを想定し、画素単位でデータを転送する並列データ転送を導入しチップ内で画像処理するアーキテクチャを提案した。具体的には AlGaIn 系のフォトダイオードアレイを光検出素子に想定した画像処理用のエッジ検出チップを試作している。さらに入力画像をエッジ情報に変換する速度を実験的に検証すると共に、画素単位でプログラム可能な論理ゲートアレイ(FPGA)によりエッジ画像を入力し対象物の移動方向、移動速度を判定するアルゴリズムを提案した。実際に 1 次元画像用のエッジ検出チップと FPGA 解析部を接続して提案技術の性能評価を行い、スタンドアロン型のセンサアラートシステムが実現できることを示した。

本論文は全 6 章から構成され、第 1 章では、関連分野の研究動向と当該研究の目標と位置づけを示し、第 2 章では、当該研究で用いた素子作製技術を述べている。第 3 章では、生体の網膜機能を模したニューロ光電子集積回路の設計および試作について述べ、試作チップの基本特性を明らかにしている。第 4 章では、3 章で得られる対象物のエッジ情報を基にした対象物の移動ベクトルおよび速度解析のアルゴリズムを提案し、これを FPGA に実装して検証している。第 5 章では、前章までの検討結果を踏まえて、試作チップに模擬信号を入力して水素炎の移動速度の検出限界を調査すると共に、性能向上に向けた設計方針について述べている。第 6 章は、論文全体を総括するとともに、今後の課題と展望を述べている。

審査結果の要旨

従来の画像処理は、イメージセンサで検知したアナログ量をデジタル化した画像データをコンピュータに転送して解析を行うため、システムの応答速度がデータ転送速度に制約される。またネットワークを介したクラウド型のシステムを構築した場合、画像データによるトラフィック増大や伝送時間の増加に対処するため、データ圧縮技術や専用処理チップの開発が進められているが、これは画像自身をデジタル技術で変換することを前提としており、センサに求められる低消費電力化と性能のトレードオフが課題である。

水素の爆発・炎上を早期に検知し警報を発する高感度かつ高速応答を実現するために、チップ内で画像解析を行いネットワーク経由で解析結果を発信するシステムを本研究の目標としている。具体的には(1)網膜の画像処理機能に基づくエッジ検出機能を有するイメージセンサと、(2)二値化されたエッジ検出結果を画素単位で、FPGA で構成された解析チップに転送する全並列処理型データ転送アーキテクチャの組み合わせを提案している。実際に、日射下でも水素炎を検知可能な AlGaIn 系 UV-C フォトダイオードアレイを検出素子として想定し、入力ダイナミックレンジを広く取るための光電流の対数変換電流増幅回路、網膜のエッジ検出機能を模した並列処理アナログ回路網、FPGA へのデータ転送用のエッジ情報 2 値化回路から構成される IC を設計・試作している。さらに FPGA により 2 次元エッジ情報を各座標軸方向へ投影し、その 1 次元投射像の移動を解析することで、物体の位置、移動方向を抽出できることを実験的に示している。

本研究で提案しているアーキテクチャは、受光素子アレイ、並列画像処理チップ、2 次元入力機能を有する FPGA の 3 次元積層を前提としており、画素単位の並列データ転送により 20,000 フレーム/秒の実時間処理が可能となることを明らかにした点は、今後の 3 次元積層技術を応用した画像処理集積回路に大きな影響を与えるものであり、学術的、工学的に高く評価できる。

以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は 1 ページ以上可)