

平成 30 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

トリリオンセンシングを意識した次世代 FPGA 共同開発プラットフォーム

【整理番号】

TK18-047

【代表機関】

国立研究開発法人産業技術総合研究所

【調査研究代表者（氏名）】

小池帆平

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

筑波大学、山口佳樹 准教授

高エネルギー加速器研究機構、外川学 准教授

【TIA 外連携機関】

なし

【報告書作成者】

山口佳樹

【報告書作成年月日】

2019 年 3 月 29 日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

本調査研究のより広い範囲での応用可能性について、産総研では第 1 回 NV-FPGA Initiative (2019. 3. 29)、筑波大では ARIHHP ヒューマン・ハイ・パフォーマンスフォーラム 2019 (2019. 3. 6)、高エネ研では日本電気株式会社 (2018. 6. 12) などそれぞれ発表・議論を行ない、TIA かけはし制度を活用した連携をさらに大きく広げることを試みた。これにより、今後は、技術方向では日本電気、応用方向では筑波大学体育系ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センターとの連携が期待されている。上記に加えて、第 10 回 TIA シンポジウム (2018. 10. 9)、nanotech 2019 (2019. 1. 30-2. 1)、第 4 回 TIA 光・量子計測シンポジウム (2019. 3. 8) などにおいて、センサ向けプラットフォームの重要性という観点から、本調査研究の成果発表をおこなった。産総研で培われた超低消費電力 FPGA に関する技術的資産の応用可能性は非常に高く、今後も継続して行うことが望ましいことが確認された。

更に、本活動をサポートする若手を育成するという目的で、草津セミナーハウスで提案システムを効率的に使用するための教育啓蒙合宿を行った (2018. 9. 26-28)。産総研による開発基板 (図 1) はドローン上で動作するものであり、ドローン制御 (ソフトウェア開発) と FPGA 設計 (ハードウェア設計) を同時に扱うことで、センサシステム開発の重要性と難しさについて伝えることができた。また、筑波大学ではこれをさらに推し進め、中学生を対象とした講義も試験的に実施した (2019. 2. 7)。

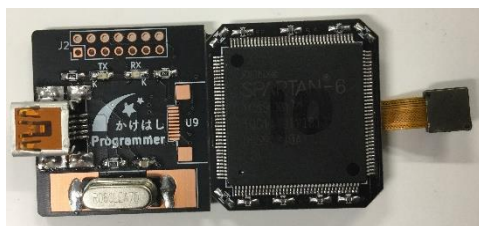


図 1 産総研開発試験基板



図 2 授業風景 (FPGA 設計)

複合センサシステムの分類

- ① マルチセンサ
→ 相補的に組み合わせる。
- ② センサインテグレーション
→ センサ情報を統合する。
- ③ センサヒュージョン
→ センサ情報を融合する。
- ④ センサアソシエーション
→ センサ情報から類推する。

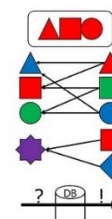


図 3 センサシステム分類

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

トリリオンセンシングを意識したプラットフォームの構築を目標とし、産総研で開発を進めてきた超小型ドローン（CrazyFlies2.0）用の画像処理FPGAボードを用い、超低消費電力かつ小型のセンシングシステムの可能性について調査研究を進めた。具体的には、小規模FPGAを用い、複数のセンサ情報を同時に扱うことのできる可能性と、それによる実時間処理（制御系）へのフィードバック可能性について取り組んだ。

画像処理FPGAボードに搭載されているFPGAチップはXilinx社製Spartan-6 LX FPGA XC6SLX9であり、基本演算素子で考えると、16bitの乗算器で10個程度、32bit乗算器の場合は2個程度しか実装できない。メモリ量で考えると、64Kbytes程度であるため、白黒かつCGA解像度

（320x200）の画像を1枚保存できる程度の容量しか持たない。上述したような小規模のFPGAでドローンを自動制御することは非常に挑戦的であるが、トリリオンセンシングを意識したIoTデバイスという観点では、低消費電力・小規模・低価格という要素は非常に重要な意味を持つため、本調査研究は進められた。

対象がドローンであることから実時間で制御する必要があり、また、実時間で制御するという観点から繰り返し計算（小規模な演算回路で実現可能な小さな演算を繰り返すこと）を適用することはできない。これは、決められた時間内に計算を完了する必要があるため、過度に演算を繰り返すとこの条件を満たさないためである。さらに、FPGA上のオンチップメモリのサイズが小さいことから、データ（演算途中の中間出力を含む）をFPGA上に保存しておくことも難しい。そこで、ドローンの飛行条件を限定し、その環境下で動作するドローンシステムの開発に取り組んだ。

具体的には、カメラが一つしかないことから下方向のみを見て制御可能であるよう、情報源（入力画像情報）は床（ないし机）上に用意されるものとした。また、その情報の提示方法としては、100mm×100mm程度のパネルを用意し、これに書いてある情報を読み取りドローンの制御を行う。現在のところFPGAの設計はほぼ終了しているが、ドローンの飛行が安定していない。特に、離着時において、制御パラメータを適切に変更する必要があるが、この制御をソフトウェアおよびハードウェアの両面よりきちんと制御する必要がある。しかし、ストリーム画像処理と制御を組み合わせることについては一定の知見を得られたため、本調査研究における成果としては十分であったと考える。

【今後の活動予定】

継続して開発を進め、適切なパラメータを発見し、ドローンの自動飛行についてまず実現する。パラメータの調整は本調査研究の主旨そのものとは合致しないが、特定のアプリケーションであってもきちんとしたシステムが構築されデモができることは重要であることか、この開発については継続を予定している。

調査研究チームとしては、同じ枠組みを広げ、特に企業（NECなど）とも連携し、応用も含め、低消費電力という軸についても具体的な議論を進めていきたいと考えている。加えて、応用についても、ドローンだけでなく高エネ研の加速器用システム、また、スポーツ／健康科学向けのセンシングシステム開発について筑波大学の体育系とも連携して進めていく予定である。

以上