

戦略的創造研究推進事業 ACCEL

研究開発課題

「高速画像処理を用いた知能システムの応用展開」

## 研究開発終了報告書

研究代表者 氏名 石川 正俊

プログラムマネージャー 氏名 岸 則政

## 1. 研究開発成果

### 1-1. 実施概要

高速画像処理の長年の研究で、従来比 33 倍以上の 1,000fps の高速性を活かすアーキテクチャとアルゴリズムをコアコンピタンスとして世界トップを走る技術革新を推進してきた。ACCEL の研究では、画像情報時間密度を 1,000fps として飛躍的に向上させ、実世界における人間や作業対象のダイナミクスを完全な形で実行できる基盤技術を構築し、その上で、視覚制御、視覚認識、情報提示等の斬新なプラットフォームをも構築を目指す。そのプラットフォームを活かし、感覚系・処理系・運動系のダイナミクスを統合させるという新しい設計原理に基づき、多くの応用分野における知能システムへの応用展開を目指す。

プロジェクトは図 1-1-1 に示す基盤技術、および 5 分野の応用知能システムの 20POC 課題に挑戦した。

基盤技術については、従来の画像処理をはるかに超える kHz オーダの画像処理を瞬時に処理できる独自の画像処理技術に取り組み、開発した。また、視覚制御、視覚認識、情報提示等のプラットフォームについては、高速画像処理ダイナミクスを統合させた 1,000fps の高速プロジェクトに取り組み開発した。また、応用展開を図るために重要な技術である高速トラッキング、高速 3 次元形状計測、高速のダイナミックプロジェクションマッピング等も世界を凌駕し続けることを目指し取り組んだ。

応用知能システムについては、これまでの研究で反響が大きく有用性が高いと思われる分野から市場性と実現化の可能性を加味して 5 分野を選択したが、それぞれの分野で重要と思われる具体的用途を想定し、POC を設定し取り組み、市場開拓につなげていくことを目指し技術確立を行った。

#### ① 自動車交通分野：

- ・交差点のスムーズな通過に着目し、路面に左右されない自車位置計測や信号機の点滅に注目し、200m 程度遠方の信号機も検出可能であるロバストな信号機認識を開発した。また、移動障害物の高度な回避への応用を想定し重畳車両の車速計測の技術開発を行った。

#### ② まったく遅延を感じない高速インタフェイス分野：

- ・展示場や日常生活に活用できる新しいインタフェイスとして期待される等身大の没入型高速 3 次元ダイナミックインタラクションシステム、没入型システムでは高速ディスプレイ、大画面空中表示、全周囲型空中表示などの高速 3 次元表示技術の開発を行った。この空中表示方式はウイルス感染症対策としても脚光を浴びその応用研究も大いに期待されている。

- ・スポーツ分野の応用として、スポーツの身体や用具の動きに合わせた情報提示により技術向上を支援するシステムを開発した。ゴルフのダウンスイング時のクラブの軌道が予測できかつ確認できるシステム、また、球技スポーツに対しては、球体の回転情報を容易に把握できるシステムを開発した。

- ・人間の知的な操作を維持しながら、従来手法よりも高いレベル（数倍～数十倍程度の速度と精度）でタスクを実現するための先読み・先回り技術を確立した。

#### ③ 支援の高速化を目指すバイオ・医療、検査分野：

- ・バイオ・医療分野を念頭に、共振型液体レンズとナノ秒オーダの短時間露光を多重露光できる撮像素子とを組み合わせ、マイクロ秒で任意の焦点距離を選択できる新たな撮像原理を創出し、対象の 3 次元情報を高速・高解像度で計測する次世代先端計測機器を創出した。

- ・一人で眼底網膜像を撮像できる眼底カメラの開発を行い、固視微動に対応し眼底網膜像におけ

る毛細血管像を取得することに成功した。さらに医学用途を考えた4波長マルチスペクトル対応可能な眼底カメラの開発を行い、眼底像から動脈、静脈の識別を可能とした。

・インフラ構造物は経年劣化により高頻度かつ高精度な点検が望まれているため、高速に移動可能としながら高精度に対象を撮影可能なモーションブラー補償システムを導入し、0.1mmのひび割れまで検出可能なシステムを実現した。実用化前提の検討が始まっている。

④ 書籍や書類並びに立体物等の高速スキャンによる高速アーカイブ分野：

・現行の写真撮影レベルの手軽さを目指し携帯・装着できるサイズの端末を物体の回りで自由かつ高速に動かすだけで、3次元プリンタで印刷可能な形を取り込むシステムの開発を行った。

・実物体のデジタルアーカイブやコンピュータグラフィックスにおける再現や編集、さらに工業製品の表面検査等に活用できることを狙いに、動物体から反射特性を取得するタスクを、形状、運動、反射特性の計測に分解し、それぞれの高速手法の開発により反射特性を数値化する手法を確立した。

・図書館、博物館、美術館の幅広いデジタルアーカイブの高速化に向けて、これらの問題を解決する研究開発を進めた。単眼カメラで撮像された書籍ページの輪郭線のみ情報から、カーネル法によって歪み補正を実現する手法を開発した。

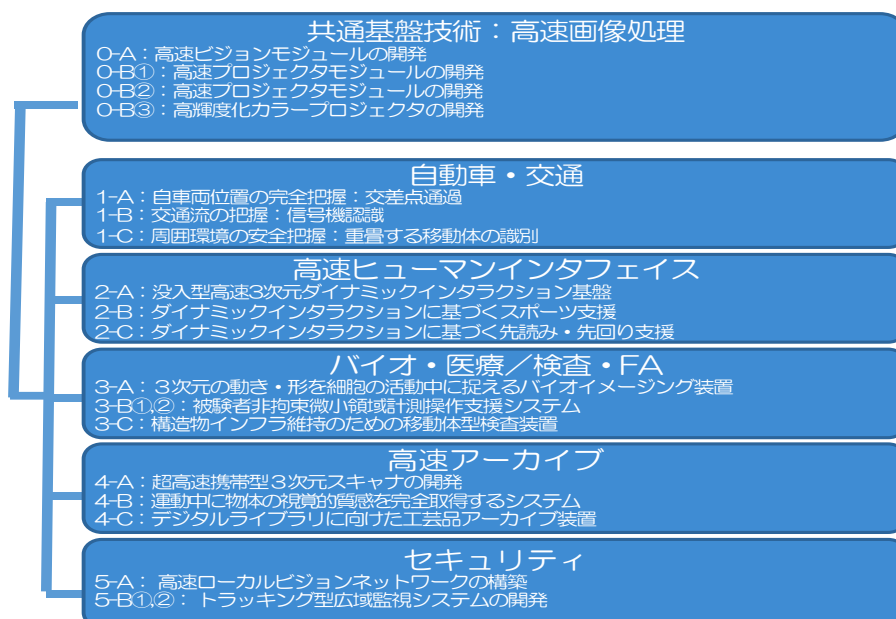
⑤ 視覚ネットワークにより建物や公共の場の完全把握を目指すセキュリティ分野であり POC を実現することで様々な分野でのイノベーションを起こすことを目指すものとしている。

・高速撮像とデータ転送機能を有する高速ネットワークビジョンモジュールを製作し、各モジュールが高精度で同期動作する高速ビジョンネットワークを構築し次世代のビジョンネットワークを提案できた。

・1秒間に異なる数百視点の画像を撮影・認識する超高速スキャン型広域パノラマシステムを開発し、数十台のAIカメラと等価機能を並列実装することにより、広い空間での全ての複数人物・対象を認識する広域ビデオサーベイランスを実現した。

・人工知能と高速ビジョンの融合により、広い空間でも不審人物等の高速に動く人間を継続追跡可能とした、高い空間・時間精度を両立した広域サーベイランスを実現した。

図 1-1-1 研究課題表



## 2. 社会実装／実用化に向けた取組

### 2-1. 実施概要

#### 1) 高速ビジョンへの関心度向上

プロジェクトでは応用 5 分野において多くの POC を設定し、論文発表、技術展示 (JST フェアへの参加) や SNS の場を活用し、技術移転を推進してきた。特に当初想定する企業を対象に各分野での想定コラボレーション MAP を作成し、その企業を対象とした意見交換の場を模索した。この活動を進めるにあたりすでに立ち上がっていた WINDS ネットワークなるコンソーシアムを活用し関連企業からの応用に関する様々なフィードバックを有効に獲得した。また、特に原著論文総数 93、受賞総数 76 の獲得は大きなインパクトとなり、SNS 発信 (YouTube) と相まって海外を含め大いに関心が高まった。

#### 2) 研究推進のスケールアップ・変更

前述の関心度向上のための活動により、各分野の POC での目標値について、適宜スケールアップまたは目標変更を行ってきた。具体的には、高速カラープロジェクトは企業からのフィードバックにより、更なる高輝度化がより多くのユーザの利用用途拡大が期待できるとのことで、新たな追加プロジェクトとして取り組み、実用化を目指した。また、眼底検査システムでは、当初誰でも利用できる検査装置を目指していたが、大学医学部から医療用としての可能性追求を強く要望されたことにより、新たに追加 POC として設定し、将来の事業化に向けた取り組みが始まっている。さらに、セキュリティ分野での全方位・広域監視システムも単独の移動物体を追うだけでなく複数対応した監視システムのニーズを関連企業からいただき、これに対して複数物体追従の POC を追加プロジェクトとしてスケールアップし取り組んだ。現在企業コンソーシアムにて共同研究に発展している。

#### 3) 基盤技術の実用化への取り組み

既に実用化されたものとしては、ビジョンチップ、ビジョンチップの開発環境、および応用システムが挙げられる。これらは応用システムにおいて実用化を推進する起爆剤となるもので、より小型システム化が可能となったことで応用システムへの波及が加速されると考えている。また、白黒版高速プロジェクトも実用化され、現在カラー版高速プロジェクトに関しても実用化に向けた研究開発になっている。これらの高速プロジェクトは、移動体へのダイナミック情報提示として新しいインタフェースの可能性を開くものと期待されている。

#### 4) 応用知能システムの実用化の取り組み

応用 5 分野については、前述の技術広報により多くの企業に関心を持っていただき、共同研究相談に繋げることができ、既に応用展開への発展の兆しは顕著になってきた。

また、実用化に進んだ研究としては、空中ディスプレイ、前述の眼底検査装置、高速道路の検査装置等挙げられる。また、多くの POC に関して共同研究を立ち上げることができた。自動車視覚制御、トラッキング顕微鏡、微生物観察・検査、高速視覚支援制御工作機械、産業用高速検査、インフラ (高速道路、滑走路) 検査等が挙げられる。

今後も、このプロジェクトで発現してきた新たな研究課題に挑戦し、応用システムへの波及活動を継続していく。

今後の展開や詳細はこちらに詳しく説明されている。

<http://ishikawa-vision.org/index-j.html>