

## SICORP 日本-ドイツ

### 「オプティクス・フォトニクス」領域 第1期 事後評価報告書

#### 1 共同研究課題名

「ダイナミックインタラクションに向けた高速マルチスペクトルプロジェクタ・センシングの開発」

#### 2 日本一相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

渡辺 義浩(東京工業大学 工学院情報通信系・准教授)

ドイツ側研究代表者

ペトロ・アシュエンド(ヴィアラックス・CEO)

#### 3 研究概要及び達成目標

開発したプロジェクタは可視の RGB 画像と不可視の IR 画像を同時に制御可能な高速 RGB+IR プロジェクタである。可視のマッピング映像を阻害しない IR 画像投影を用いたプロジェクタ・カメラ系による強力なセンシングによって空間情報を取得しつつ、マーカーレスで環境全体の外観操作が可能である。独自の光学系により、広帯域に渡る 4 波長の画像を同軸かつ同じ焦点深度で投影できるとともに、RGB 画像を最大 925fps、IR 画像を最大 2777fps で投影することができる。さらに、この高速 RGB+IR プロジェクタを駆使した新たなダイナミックプロジェクションマッピングを実現した。これは、高速な深度センシングとトラッキング技術によって、対象とその周囲を含む環境全体の外観をマーカーレスで自在に変容するものである。

#### 4 事後評価結果

##### 4.1 研究成果の評価について

##### 4.1.1 研究成果と達成状況

運動物体に対するプロジェクションマッピングのニーズが顕在化しているが、実体表面にダイレクトに投影された映像が運動に対してずれないためには、対象が動いてから投影が完了するまでの時間を知覚できないレベルに短縮する必要がある。また、これまでは対象側にマーカーを貼るなどして、特定の物体のみをセンシングする方式であったが、次世代の応用では、限定のない任意の物体に対する投影や、1つの物体に留まらず環境全体への投影が求められる。

本課題では、可視の RGB 画像と不可視の IR 画像を同時に制御可能な高速 RGB+IR プロジェクタを開発した。このプロジェクタでは、独自の光学系により、広帯域に渡る 4 波長の画像を同軸かつ同じ焦点深度で投影できるとともに、RGB 画像を最大 925fps、IR 画像を最大 2777fps で投影することができる。また、最短投影可能距離は 500mm で、RGB と IR 画像の同軸位置合わせに関するずれは、水平方向で 3 ピクセル、垂直方向で 9 ピクセル、RGB 画像の最大輝度は 3640lx、IR 画像の最大照度は 13.4W/m<sup>2</sup>、RGB 画像と IR 画像の歪みは、理

想に対してそれぞれ 3.7%, 3.8%であった。さらに、高いフレームレートで深度画像を取得可能な高速 3 次元センシングを実現した。高フレームレートの時系列情報を利用することで、対象の位置と姿勢を高速にマーカーレスで取得する 3 次元トラッキング技術を開発した。速度性能として、スループット 500fps、レイテンシ 2.8ms を達成可能であることを確認した。

#### 4.1.2 国際共同研究による相乗効果

ドイツチームのプロジェクトに関する光学技術と機構技術は日本チームにはなく、日本チームの高速プロジェクトの実現技術とその応用展開を支える技術は、ドイツチームにはないものである。本課題ではこのように互いの技術を結集することで初めて実現できた成果であり、相乗効果は非常に高かったと考えられる。

対面での打合せに限られる国際研究において、スムーズな運用をするため可能な限り独立かつ並行して互いの開発を進められるように体制の工夫をしており、具体的には、ドイツチームの VIALUX がプロジェクト開発の全体管理と機構系の開発、Fraunhofer IOF が光学系の設計と開発、日本チームの東京エレクトロデバイス株式会社が制御回路・制御ソフトウェアの開発、東京工業大学が目標性能の策定とセンシング・応用開発を担当した。その結果、要素技術の開発や応用開発は想定通りスムーズに実施できたと考えられる。

本研究では、光学系やプロジェクト開発において他に類を見ない技術レベルを持ったドイツチーム、投影・センシングの高速化とその応用展開において世界的に突出した実績を持った日本チームの国際連携によって、目標が達成されたと考えられる。

#### 4.1.3 研究成果が与える社会へのインパクト、我が国の科学技術協力強化への貢献

世界初の高速 RGB+IR プロジェクトと、その具体的な応用事例も成果として得ることができた。この成果は、技術的なインパクトが高いだけでなく、各種応用分野のユーザーに対して高い影響力を持ったものである。成果の発信も積極的に行っており、今後の波及効果は高いことが期待できる。一方、コロナ禍の影響による遅延により、当初の目標では、製品化・企業化の計画を具体的に策定することを考えていたが、そのレベルまでは達しなかった。波及効果をさらに高めるための取り組みの余地を十分に取れなかったことは、残念である。しかし、製品化・企業化の可能性が高い応用を見つけ次第、その分野のユーザーに効果的な Proof Of Concept を迅速に具現化し、実用化を加速化することを計画しており、今後を期待したい。

なお、本研究成果は、環境に本技術を設置するだけで、環境内のあらゆる場所をディスプレイ化するとともに、さらには運動物体でもその表面の外観を自在に操作する構想につながるものである。この構想は、エンターテインメント、広告、ファッション、デザイン、教育、作業支援などの幅広い応用に新しい方向性を提供するものであり、次世代の産業と技術革新の基盤として貢献したと

判断できる。

#### **4.2 相手国研究機関との協力状況について**

本課題では、進捗共有と研究交流として、オンラインのミーティングを定期的に行った。本ミーティングは、3か月に1回程度の頻度で実施し、計14回行っている。研究開発をテンポよく進めるうえで、大変効果のある取り組みであった。また、このようなオンライン形式のミーティングの習慣をプロジェクト開始直後から続けていたため、コロナ禍になった折にも研究交流をスムーズに続けられた点は良かったと考えられる。

また、人材育成の点では、ドイツチームのメンバーは日本チームの高速プロジェクタに関する技術を、日本チームのメンバーはドイツチームのプロジェクタ光学技術・機構技術に関する技術を、研究開発の中で互いに共有した。この研究交流によって、関わったメンバーはそれぞれのチーム内部だけでは得ることが難しい技術に関する知見を深めており、この点においても人材育成に貢献していると考えられる。

#### **4.3 その他**

このダイナミックプロジェクションマッピングを、国際会議で3日間にわたって展示・実演し、多くの来場者を迎えた。