

# モバイルプロジェクタとカメラを利用した作業支援のための情報投影手法

釣賀 亮佑<sup>†1</sup> 大沼 信也<sup>†1</sup> 阿部 亨<sup>†1,†2</sup> 菅沼 拓夫<sup>†1,†2</sup>

<sup>†1</sup> 東北大学大学院情報科学研究科 <sup>†2</sup> 東北大学サイバーサイエンスセンター

## 1 はじめに

AR 技術を用いて機器操作などの作業支援を行うために、対象機器を撮影・表示した画面上で各種の情報を重ね合わせる手法 [1] や、プロジェクタにより対象機器に情報を直接投影する手法 [2, 3] が提案されている。前者の手法に比べ後者の手法は、対象機器に情報を直接投影するため、より直感的な情報の提示が可能、複数人での共同作業への適用が容易などの利点を有する。近年、後者の手法に対しては、カメラと組み合わせたモバイルプロジェクタを用いることで携帯性を高め、様々な場所で対象の状態に応じた情報投影を可能とすることにより、その利用範囲をさらに拡大する試みがなされている。しかし、実用的な携帯型の情報投影システムを実現するためには、プロジェクターカメラと対象との位置関係や対象の状態の推定、推定された位置関係や状態に応じた投影映像（情報）の補正など、いくつかの処理に関し、さらなる高精度化、高速化が必要となる。

本研究では、図1に示すように、カメラと組み合わせたモバイルプロジェクタにより対象機器に情報を投影し、機器操作など各種作業の支援を可能とする携帯型情報投影システムの開発を目的としている。これを実現するために、本稿では、プロジェクターカメラと対象との位置関係をカメラで撮影した映像から高精度に推定する手法を提案する。

## 2 関連研究と問題

据置き型のプロジェクタを用いたプロジェクションマッピングに関しては、対象表面の起伏やテクスチャに応じ投影する映像を調整する手法 [4]、プロジェクタと対象との距離の変化や対象表面の各箇所での距離の違いにより

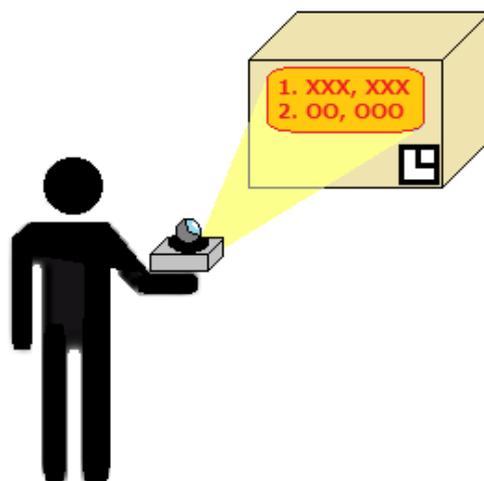


図1 携帯型情報投影システム

生じる投影映像のボケを補正する手法 [5]、移動する対象に映像を投影するために映像投影までの処理の遅延を補償する手法 [6] などが提案されている。

これに対し、モバイルプロジェクタで情報の投影を行い作業支援を図る手法としては、モバイルプロジェクターカメラレーザーポインタを組み合わせた装置により、対象機器の側に機器の操作メニューを投影し、レーザーポインタによりメニューの選択・操作を行う手法 [2] が提案されている。また、ジャイロセンサによりユーザの位置・向きを推定し、腰に装着したモバイルプロジェクタで情報を地面へ投影する手法 [7] も提案されている。

しかしながら、モバイルプロジェクタを用いたこれら従来の手法では、適用できる作業や場面が限定される場合が多い。その大きな理由の一つとして、対象の位置・姿勢（ユーザが携帯するプロジェクターカメラと対象との相対的な位置関係）の推定精度が十分ではなく、適切な個所へ適切な形で情報を投影することが困難であったことが挙げられる。従って、より実用的な携帯型情報投影システムを実現するために、まずはプロジェクターカメラとの相対的な位置関係が常に変化する状況で対象の位置・姿勢

A Method of Information Projection for Task Support Using a Mobile Projector-Camera Device

Ryosuke TSURUGA<sup>†1</sup>, Shinya ONUMA<sup>†1</sup>, Toru ABE<sup>†1,†2</sup>, Takuo SUGANUMA<sup>†1,†2</sup>

<sup>†1</sup> Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

<sup>†2</sup> Cyberscience Center, Tohoku University

を正確かつ動的に推定することが必要となる。

### 3 対象の位置・姿勢推定手法

筆者らは、図2に示すように、ユーザが持つ携帯端末でネットワーク機器を撮影し、各ポートの状態等のネットワーク情報を映像中の適切な個所に随時表示することでユーザが行う各種作業の支援を図る手法を提案している [8]。この手法では、携帯端末で撮影した映像からネットワーク機器の位置・姿勢の推定を行っており、本稿では、このアプローチに基づき、携帯型情報投影システムにおいて、対象の位置・姿勢を正確かつ動的に推定する手法を提案する。

一般に、各種作業の対象となる機器には、個々を管理するためのラベルを貼付するケースが多い。このラベルをマーカーとして利用できれば、ラベルを貼付した機器の位置・姿勢も映像から推定することが可能となる。しかし、人手で機器に貼付したラベルには、所定の箇所・向きからのずれが生じるため、ラベルをマーカーとして利用し、その位置・姿勢が映像から正確に推定されたとしても、そこから得られた対象機器の位置・姿勢には推定誤差が含まれる。そこで、この手法では、対象機器のテンプレート画像と撮影された映像とで特徴点のマッチングを行うことで、対象機器の位置・姿勢を高精度に推定する。特徴点マッチングに際しては、ラベルをマーカーに用い推定された対象機器の大きな位置・姿勢に基づき、対応する特徴点の探索範囲を制限することで、特徴点マッチングの効率化・高精度化を実現している。本手法を用いることにより、携帯型情報投影システムにおいても、その汎用性・利便性を余り損うことなく、対象の位置・姿勢を正確かつ動的に推定することが可能になると考えられる。

### 4 おわりに

本稿では、モバイルプロジェクターカメラを組み合わせた携帯型情報投影システムを各種作業支援へ効果的に適用するために、映像からプロジェクターカメラと対象との位置関係を高精度に推定する手法を提案した。今後は、提案した手法を実装し、提案手法の有効性の評価を予定している。提案手法の有効性を確認したのち、推定された対象の位置・姿勢に基づき投影映像を補正する手法の検討を行う。さらに、対象の位置・姿勢だけでなく凹凸等の状態を高精度に推定する手法、推定された対象の状態を投影映像に反映する手法の開発を進める。

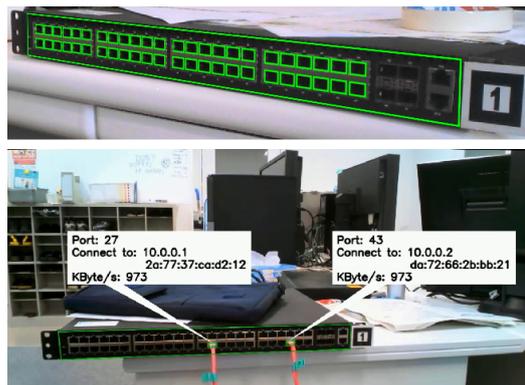


図2 マーカと特徴点を用いた対象の位置・姿勢推定の例

### 参考文献

- [1] S.Nilsson et al.: Using AR to support cross-organisational collaboration in dynamic tasks, *8th IEEE Int. Symposium Mixed Augmented Reality*, pp. 3–12 (2009).
- [2] A.Kushal et al.: A handheld projector supported by computer vision, *7th Asian Conf. Comput. Vision*, pp. 183–192 (2006).
- [3] D.Molyneaux et al.: Interactive environment-aware handheld projectors for pervasive computing spaces, *10th Int. Conf. Pervasive Comput.*, pp. 197–215 (2012).
- [4] 酒巻祥平, 橋本直己: 動的なプロジェクションマッピングにおける遅延補償手法, *映像情報メディア学会誌*, Vol. 69, No. 9, pp. J278–J284 (2015).
- [5] D.Iwai et al.: View management of projected labels on non-planar and textured surfaces, *IEEE Trans. Visual Comput. Graphics*, Vol. 19, No. 8, pp. 1415–1424 (2013).
- [6] 小山田雄仁, 斎藤英雄: 投影面上に生じる焦点ボケ補正のための投影画像の事前補正法, *画像の認識・理解シンポジウム*, pp. 1295–1300 (2007).
- [7] K.Tajimi et al.: Stabilization method for floor projection with a hip-mounted projector, *20th Int. Conf. Artif. Reality Telepresence*, pp. 77–83 (2010).
- [8] 大沼信也ほか: ネットワーク情報のAR可視化システムの提案, *第23回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ*, pp. 178–182 (2015).