

ソフトマテリアル内のスペックルを用いたマルチモーダルセンシング

Learning-based multi-modal sensing with optical speckle patterns in soft-materials



金沢大¹, JST さきがけ², (M1)[○]嶋寺祥¹, 新山友暁¹, 砂田哲^{1,2}

Kanazawa Univ.¹, JST PRESTO², S. Shimadera¹, T. Niiyama¹, and S. Sunada^{1,2}

E-mail: s.shimadera@stu.kanazawa-u.ac.jp, sunada@se.kanazawa-u.ac.jp

ソフトマテリアルが有するフレキシビリティと多様性の活用は近年のロボット制御における重要なテーマであるが、その多様な状態を制御・検出するのに不可欠なセンサはいまだ剛体であり、制御対象の本来の動きを阻害する。それにより制御対象本来の機能を失うことや、本来得たい情報とは異なる情報を得る可能性がある。そこで本研究ではソフトマテリアル自体をセンシング・情報処理媒体として扱い、光計測、機械学習を組み合わせたセンシング手法の開拓を提案する。これにより、ソフトマテリアルに作用する様々な情報（圧力、接触位置、温度等）が同時に推定可能となることを示す。

本研究の基本アイデアは、ソフトマテリアル内のレーザー光の散乱や干渉により発生するレーザースペックルという光のランダムな散乱パターンを用いることである。ソフトマテリアルは、入力刺激（熱、接触等）に応じて多様な状態をとり、ソフトマテリアル内で生じるスペックルもそれに応じて多様に変化する。よって、ソフトマテリアルへの入力刺激とそれにより生じるスペックルとの関係を学習しておけば、スペックルパターンから入力刺激を推定することが可能と考えられる。

Fig. 1 に本原理実証実験のセットアップを示す。ソフトマテリアルとしてシリコーンを用い、インデントによる変形（押し込み量と接触位置）と温度の3次元情報の同時測定の可能性を検討する。スペックルパターンはカメラで捉え、マテリアル近くの温度を温度センサによりモニタリングする。取得したスペックルパターンはCNNをベースにしたニューラルネットワークモデル(Fig. 2)に入力する。CNNによりスペックルの特徴量が取得され、その特徴量に基づき、3つの入力刺激を推定するように設計している。トレーニングデータとして、異なる押し込み量、接触位置、温度でのデータを用いて平均二乗誤差をロス関数として学習を行なった。その結果の1例を Fig. 3 に示す。それぞれのパラメータは期待されるように推定されていることがわかる。

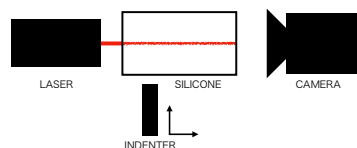


Fig. 1 Experimental setup

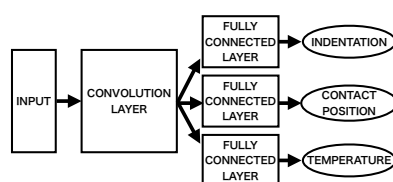


Fig. 2 Proposed network

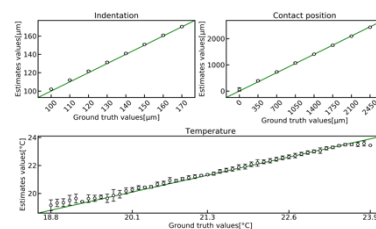


Fig. 3 Estimation results