

温度分布からレーザーパワーと照射座標を推定する AI の開発

Development of AI for estimating laser power and irradiation coordinates from temperature distribution

東京工科大学 工学部機械工学科 大久保研究室

中尾根 美樹¹⁾

指導教員 大久保 友雅¹⁾, 松永 栄一¹⁾

1) 東京工科大学 工学部 機械工学科 大久保研究室

キーワード： 機械学習, CNN, 加熱試験, ファイバーレーザー

1. はじめに

長時間の安全性の確保が必須である航空機エンジンの材料の加熱試験において、局所的な急加熱、急冷却により加速試験が可能なレーザーを用いた加熱試験方法が近年開発されている。先行研究^[1]ではレンズ等を用いてレーザーの照射形状を加熱領域の形状に整形し、照射していた。しかし、この方法では照射面の外縁部が冷えやすく照射面を均一に加熱できず、照射面の形状変更が困難である。そこでファイバーレーザーとガルバノスキャナを用い、レーザー照射面を任意の温度分布に制御するためのシステムの開発が行われている^[2]。

しかし、図 1 に示すように、例えば正方形の領域を加熱するだけでも、レーザー走査方法は膨大なパターンが考えられ、試行錯誤によって理想の温度分布となるような照射条件を見つけるのはきわめて困難である。

そこで、要求される加熱状態を実現するためのレーザー走査方法を提案する AI の開発を目指す。本研究ではその最初の一步として、一点にレーザーを照射した際に形成される単純な温度分布を実現することを目的とし、図 2 に示すように、要求される 2次元の温度分布からレーザーパワーと照射座標を提案する AI の開発を目指す。

2. 本研究と画像認識の類似性

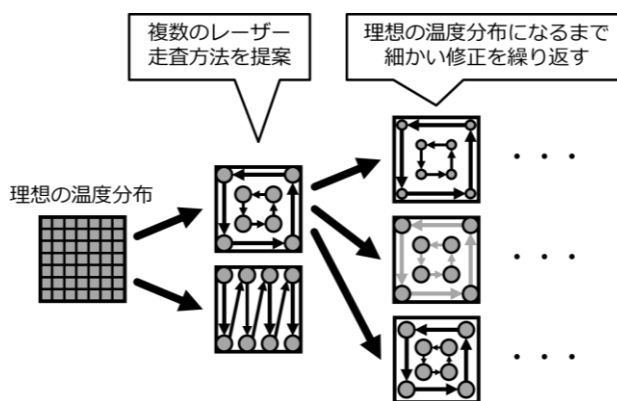


図 1 正方形の領域を加熱する際に考えられる様々な照射条件の例

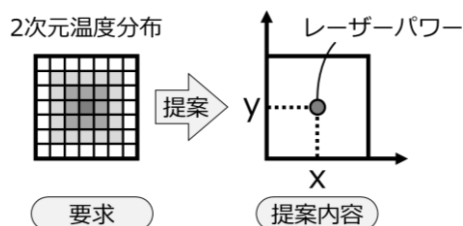


図 2 開発を目指す AI の概要。要求温度分布からレーザーパワーと照射座標を提案する。

1. で述べた AI を実現するためには、要求される温度分布と提案内容との関係を機械学習により学習する必要がある。そのためには実験や数値計算を行い、機械学習のためのデータセットを作成する必要がある。具体的には、入力データとなる 2次元温度分布のデータと正解ラベルとなる照射パ

ワーと照射座標のデータである。これらのデータについて温度分布と照射条件の関係を学習し、学習していない温度分布から照射条件を推定させる事が本研究での最終的な目的である。

ここで、入力データとなる温度分布は2次元の空間分布のデータという意味で画像データと類似している。画像データは各ピクセルの色の明度に関するデータが格納されており、温度分布は各座標における温度が格納されている。そこで本研究では、温度分布の機械学習については、画像処理によく用いられるネットワークである Convolution Neural Network(CNN)を使用する。

3. 手書き文字の画像の機械学習の実装と結果

レーザー照射条件と、それによって生じる温度分布についてはまだ十分なデータが得られていない。そこで、2次元データを学習するという意味では類似している、2次元の数字の画像を0~9に分類するCNNについて勉強し、実装を行った。学習・検証用のデータとして、手書きの数字の画像データとその画像が0~9のどの数字であるかを示す正解ラベルがセットになっている MNIST データセットを使用した。プログラムは Python で作成した。具体的なネットワーク構成を図3に示す。

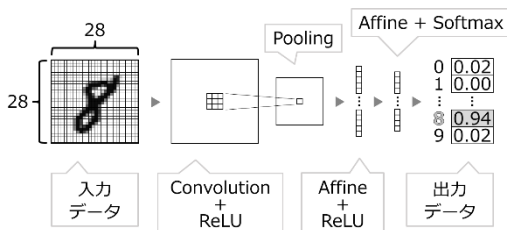


図3 手書き数字認識のためのネットワーク構成

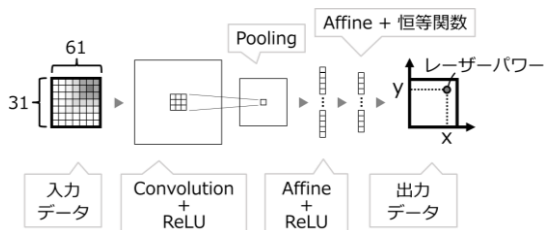


図4 レーザー照射条件を学習するためのネットワーク構成の構想

6万枚の数字の画像と正解ラベルの関係について学習させ、学習していない1万枚の画像から数字を推定させたところ98.8%の正解率で分類させることができた。入力データの画像には人間にとっても判断が難しい画像が含まれているため、十分な精度であると言える。

4. レーザー照射に関する機械学習に向けて

手書き数字を0~9に分類するCNNでは、Softmax関数を用いることで0~9の数字の確率を推定していた。しかし、レーザー照射条件の提案のためには、確率を推定するのではなく、照射パワーと照射座標X、Yの3つを推定する必要がある。そのためレーザー照射条件の学習では、回帰問題で一般的に用いられる恒等関数を使用することを想定している。最終的にはMSEを用いて、AIの推測値がどれほど正解ラベルのデータと一致しているか評価を行う。それらを考慮して現在検討しているネットワークの構成を図4に示す。

5. まとめと今後の展望

2次元の手書き数字の画像6万枚について学習し、1万枚の画像を98.8%の精度で分類できた。

今後は、実験と数値計算を行い温度分布とレーザー照射条件に関するデータを集め、学習・検証のためのデータセットを作成する。そして、機械学習のためのネットワークはCNNを応用することで、温度分布からレーザーパワーと照射座標を推定するAIを実現させていきたい。

参考文献

- [1] T.Witlow, et al., Compos. Struct. (2019)
- [2] H.Koshiji, et al., Proc. of LPM (2020)

謝辞

本研究は、第二期SIP(統合型材料開発システムによるマテリアル革命)によって実施された。また、本研究の一部は公益財団法人スズキ財団の助成を受けている。