

機械学習と非線形フィルタによる高速磁区観察像のノイズ低減

小田切 雄介、阿部 正英*、洞口 勇太*、柳沢 栄二、目黒 栄、川又 政征*、斉藤 伸*
(ネオアーク株式会社、*東北大学)

Noise reduction for high speed domain observation images using machine learning and non-linear filters

Y. Odagiri, M. Abe*, Y. Horaguchi*, E. Yanagisawa, S. Meguro, M. Kawamata*, S. Saito*
(Neoark Corporation, *Tohoku University)

はじめに 電磁鋼板や軟磁性薄帯は変圧器やモーターのコア材として幅広く活用されており、その性能改善はエネルギー利用効率上昇に直結するため、地球温暖化対策の一環として極めて重要である。これら軟磁性材料の磁気特性把握の手法としては実働状態における磁区観察が有用である。我々はこれまで磁気光学 Kerr 効果を利用した cm オーダ領域の広視野磁区観察装置の開発を行ってきており¹⁾、商用周波数励磁下で繰り返し再現性の低い磁区観察を行うために、10,000 fps 以上のフレームレートでのワンショット撮像に取り組んできた。受光画素の大きい高速度カメラの採用、光学系の伝送効率の改善といった工夫により 50 Hz の磁場掃引において FeSi 系アモルファス薄帯の磁化過程のワンショット観察を達成できている。しかしながら高速度撮像の性質上、時間・空間領域の平均化が制限されるため、ショットノイズ等のノイズ低減が課題であった。そこで本研究では、高速磁区観察時のノイズを低減するために、画像処理によるノイズフィルタを検討した。

フィルタの検討 時間変化に伴う磁区構造の変化が緩慢になることを避けるためには、まず、フレーム単位で空間領域のフィルタによるノイズ低減が必要である。これを実現する手法として機械学習を用いた画像処理を提案した。今回の機械学習では Convolutional Neural Network によるオートエンコーダを用い、教師あり学習を行った。学習素材については、教師データとして 256 回の平均化を行った画像を、入力データとしてワンショットで取得した画像を用いた。次に、時間変化によるちらつきを低減するためには非線形フィルタを時間領域に適用することが有効である。今回は突発的な輝度値の時間変化を取り除く効果が期待できるメディアンフィルタを用いた。

観察結果 Fig. 1 はアモルファス薄帯を高速度カメラで観察した動画から 1 フレームを切り出したものであり、(a) は飽和像差分画像、(b) は (a) に対しノイズ低減フィルタを適用した画像である。どちらの画像も 8 ビットの色深度で処理を行っている。左上部に注目すると、ショットノイズが大幅に低減された結果、複雑な磁区パターンが顕在化したことがわかる。(c) は (a)、(b) の像中の直線部に対応する輝度のラインプロファイルを示しており、ノイズが大幅に低減されていることがわかる。(a)、(b) の像中の四角で囲んだ領域の輝度ヒストグラムの分散半値幅を評価すると、フィルタ適用前は 75 だったのに対して、フィルタ適用後は 5.1 へと改善しており、フィルタ効果を定量的に確認できる。

講演では、機械学習フィルタと非線形フィルタの構成の詳細および、時間方向のフィルタリングの効果を動画も用いて報告する。

参考文献 1) S. Meguro et al.: 28th Ann. Conf. Magn. Soc. Jpn., 24aF-9 (2004).

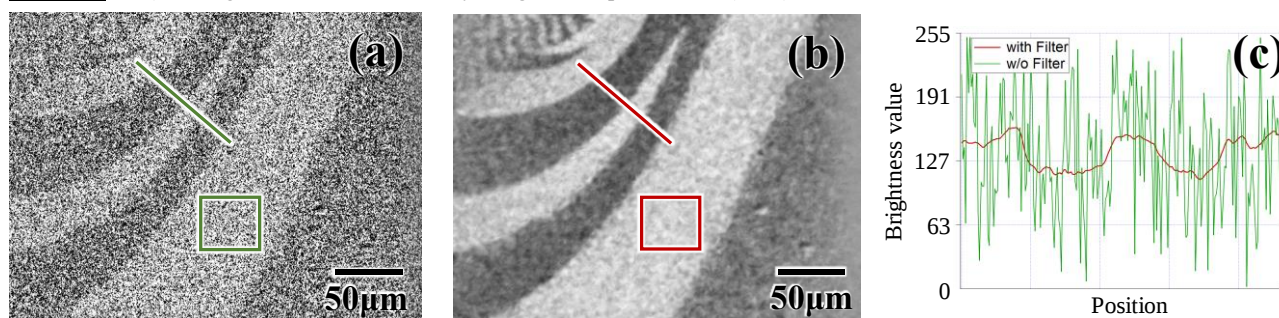


Fig. 1 Magnetic domain images (a) without and (b) with machine learning and non-linear filters. (c) Brightness line profiles.