

マルコフ確率場を用いた磁気情報の推定

Prediction of magnetic information using Markov Random Field

東理大¹ [○](M1) 清水 一斗¹, (B) 仙井遼平¹, 小嗣 真人¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, [○]Kazuto Shimizu¹, Ryohei Seni¹, Masato Kotsugi¹

E-mail: 8219533@ed.tus.ac.jp

電気自動車市場の急速な拡大を背景に高いエネルギー変換効率のモーターが社会的、産業的に求められている中、高磁化・高保磁力の磁石及び低鉄損な軟磁性材料の開発が必要となっている。磁性材料開発における課題の一つとして異常渦電流や高速磁化反転現象の理解が挙げられる。これらの高速現象を追跡するには短時間露光による磁区構造の観察及び解析が必要となってくるため、磁気情報がノイズに埋もれるといった懸念が生じる。その一方で、メディアンフィルターやガウシアンフィルターなどの従来のノイズ除去手法では物理モデルは組み込まれておらず、平滑化による輪郭ボケ等の問題があった。そこで本研究では磁気物理で広く知られるイジングモデルをマルコフ確率場(MRF)として組み込み、磁区構造のノイズ除去手法を開発したので提案する。

MRF は各画素を確率変数とみなし同時分布を定義する際に確率的な因果関係や依存関係をグラフ構造で表現可能なグラフィカルモデルの1つであり、その概念を Fig.1 に示す^[1]。また、同時確率分布及びエネルギー関数は

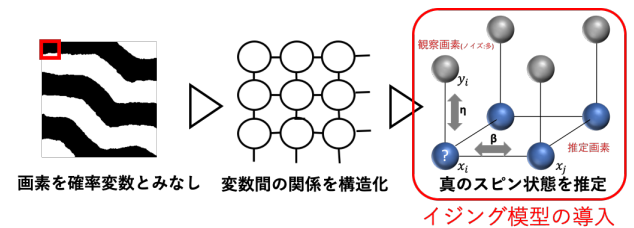


Fig.1 Markov Random Field

$$P(x, y) = \frac{1}{Z} \exp(-E(x, y)) \quad (1)$$

$$E(x, y) = h \sum_i x_i - \beta \sum_{\{i,j\}} x_i x_j - \eta \sum_i x_i y_i \quad (2)$$

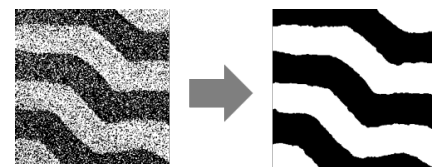


Fig.2 Example of noise removal result

(2)式中の h, β, η はそれぞれバイアス、隣接画素間の相互作用、観察値と推定値の相関を示すハイパーパラメータである。磁区画像取得のため

の試料には GRANOPT 製の膜厚の異なる Bi 置換 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (1310LN, 160 μm , 240 μm) を使用し、露光時間(ノイズ量)を変えて ZEISS Axio Imager2 にて画像を撮影した。これらの画像データをもとにノイズ除去を実行し、用意した正解画像との比較からノイズ除去能力の検証及びその時のハイパーパラメータ β, η の振る舞いを調査した。その結果、ノイズが約 60% 含まれた磁区構造からでも、元の磁区構造の情報が復元可能であることが示された。また、露光時間や試料依存性を追跡した結果、ハイパーパラメータ β 及び η がほぼ変化しないことが示された。これよりこれらは保存量である可能性が示唆される。

[1] Christopher M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, 2006