

情報統計力学による光計測技術へのアプローチ

雑賀洋平^A 上江洸達也^B

^A群馬高専 電子情報工学科, ^B奈良女子大学 理学部

近年, 統計力学とベイズ推論との類似性に着目して, 統計力学の領域で開発された技法が情報科学/工学の諸問題に応用され, 物理と情報を繋ぐ基盤が整備された. 現在では, 統計力学は通信工学, 量子情報など, 様々な領域に応用されるようになった.

光波計測の領域では干渉計を用いた計測技術が開発され, 望遠鏡技術, リモートセンシングを含む, 多くの問題に応用されてきた. このような技術では, 干渉計を用いて観測された干渉縞から取得した主値領域 $[-\pi, \pi]$ に限定される位相差から元の光波面を再構成する位相アンラッピング[1]が重要な課題となる. この問題にたいして, 最小自乗推定やベイズ推定をはじめとして多くの技法[2,3]が提案されてきた.

本研究では, 3状態イジングモデルの統計力学にもとづいて, ベイズ推論にもとづく最大事後周辺確率 (MPM) 推定をもちいた位相アンラッピングの技法を構築する. ここでは, 典型的な光波面(図 1)を干渉計により計測された干渉縞(図 2)から得られる位相差の主値 $\{\tau^x(i,j)\}$ ($\tau^x(i,j)=-1,0,+1, i=1,\dots,L-1, j=1,\dots,L$)および $\{\tau^y(i,j)\}$ ($\tau^y(i,j)=-1,0,+1, i=1,\dots,L, j=1,\dots,L-1$)から元の光波面を再構成する. 正方格子上的3状態イジングモデル $\{S^x(i,j)\}$ ($S^x(i,j)=-1, 0, +1, i, j=1,\dots,L$) $\{S^y(i,j)\}$ ($S^y(i,j)=-1, 0, +1, i, j=1,\dots,L$)をもちいて, 事後周辺確率分布を最大化するように位相アンラッピングを行う. モンテカルロ法による性能評価を行い, 典型的な光波面(図 1)にたいして MPM 推定が有効なパラメタ領域(図 3)および動的性質を明らかにした. これより, 光波面についてのコンシステンシー条件下では, 広い温度領域において MPM 推定が有効であることを示した. また, 1次元モデルにたいする系統的な性能評価を行った結果を併せて紹介する.

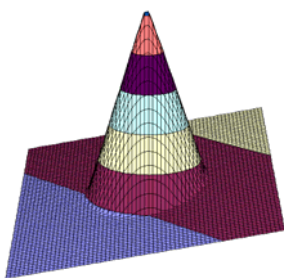


図 1. 光波面の典型例



図 2. 干渉縞

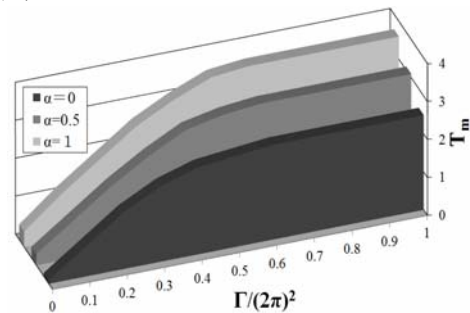


図 3. 相図

参考文献

- [1] D. L. Fried, JOSA, **67**, p. 370, 1977.
- [2] N. Nico, Palubinskas and M. Datcu, IEEE Trans. Signal Processing, **48**, p. 2545, 2000.
- [3] Y. Saika and H. Nishimori, PTP Supplement, **157**, p. 292, 2005.