機械学習を用いた光共振器のアライメント自動化システムの開発

Development of an Auto-Alignment System by Machine Learning

東大院工 [1]，東大理 [2]　(M2) 田原　寛之 [1]，三尾　典克 [1,2]

Faculty of Engineering, Tokyo Univ. [1], School of Science, Tokyo Univ. [2]

Hiroyuki Tahara[1], Norikatsu Mio[1,2]

E-mail: mio@psc.t.u-tokyo.ac.jp

背景：光共振器のアライメントは多くの場合、実験者の勘と経験に基づいて手作業で行われる。一方、重力波干渉計の入射光学系のように、複数の光共振器と各入射ビームが高効率で結合された状態で長期的に運用される光学系においてアライメントの自動化は、性能維持や安全性の観点から望ましい。Ward により提案された位相変調を用いたミスアライメント信号の取得法（Wavefront Sensing）は懸架式共振器の構成ミラーの姿勢維持には有効であるが、制御範囲が狭く、共振器外部のアライメントミラーによる初期アライメント等には適用できない。そこで我々は計算機資源を活用しシンプルな光学系要素で広い制御範囲を持つ自動アライメントシステムの開発を行った。

システムの概要：図１に示すように２つのビームプロファイラーにより共振器からの反射光の強度分布を２地点で観測する。これにより位相分布も含めてビーム電場の情報を取得し、そこからミスアライメントの情報を抽出できる、ということが我々のアイディアである。図２に制御フローを簡潔に示す。２地点の強度分布を訓練済みの深層ニューラルネットワークに入力し、出力されたミスアライメントの情報に基づき、アライメントミラーに搭載したステッピングモーターを微小な一定量だけ操作する。このプロセスを繰り返すことで、アライメントを自動で最適化することができる。講演ではニューラルネットワークのデザインや訓練のための実験、ミスアライメントのドリフト検出への応用についても詳細に解説する。

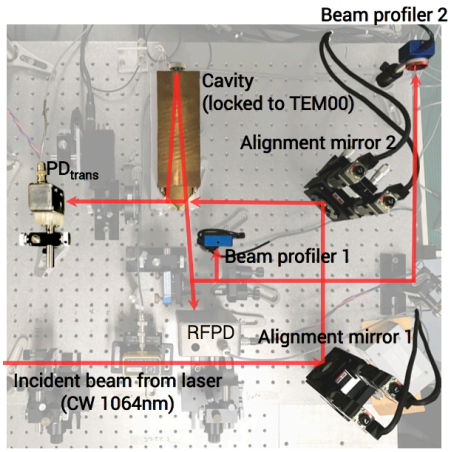

Fig. 1. Optical system

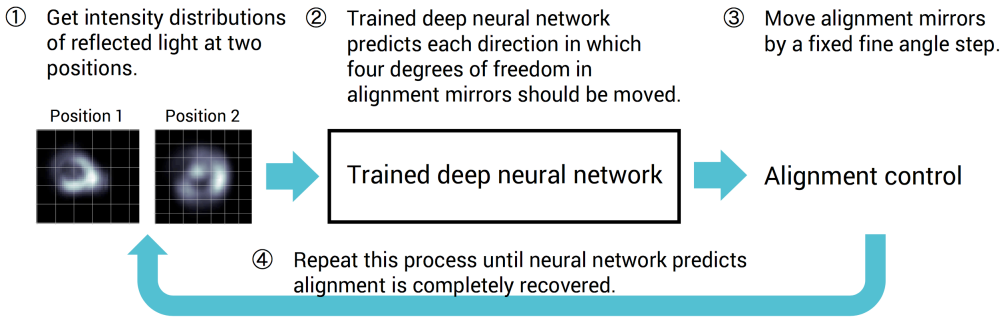

Fig. 2. Process flow of our auto-alignment system

© 2019年 応用物理学会