

量子光干渉断層撮影におけるアーチファクト除去アルゴリズムの提案とその検証

Proposal and evaluation of an algorithm for removing artifacts in quantum optical coherence tomography images

京大院工¹ ○堀野 智康¹、阿部 尚文¹、川口 蓉子¹、曹 博¹、岡本 亮¹、竹内 繁樹¹

Kyoto Univ.¹, ○T. Horino¹, N. Abe¹, Y. Kawaguchi¹, B. Cao¹, R. Okamoto¹, S. Takeuchi¹

E-mail: takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

近年、光干渉断層撮影 (OCT) は非侵襲な断層解析技術として、医療・生体分野で広く用いられている。しかし、試料の群速度分散によって分解能が劣化してしまうことにより、試料の分散を既知として分散補償をしなければならなかった。そこで我々は、群速度分散による分解能の劣化が起きない量子光干渉断層撮影 (QOCT) [1] に注目している。QOCT は、周波数もつれ光子対間の二光子干渉を用いて、試料の断層構造を取得する。ところが、QOCT 信号には、試料の反射経路間の量子干渉によって、2つの層の間に偽の信号 (アーチファクト) が現れる。今回我々は、後処理によるアーチファクト除去のアルゴリズムを開発したので、その結果を報告する。

図 1 に提案するアルゴリズムの概念図を示す。図 1 では 2 層の反射面を持つ試料を考え、 L は初期位置を原点とした参照ミラーの位置であり、 L_1, L_2 は試料の反射面の位置に対応する。ここではディップ 2 がアーチファクトである。まず得られた QOCT 信号を規格化および絶対値化する (Fig. 1(a))。次に、ディップの位置と振幅のみから試料構造がとりうるモデルを全て考え、実際に得られた QOCT 信号 ($|g^{\text{dat}}|$) と各モデルから予測される QOCT 信号 ($|g^{\text{est}}|$) の二乗誤差が最小となるモデルを選択する (Fig. 1(b))。この同定した試料構造モデルから、 $|g^{\text{dat}}|$ 中のアーチファクトを同定することが可能なため、これを用いてアーチファクトを除去する。このアルゴリズムを適用する際の理想的な信号は全ての干渉が重ならずに含まれる信号であるが、そうでない場合にもある程度適用が可能である。また、前提知識としてサンプルの内部構造を仮定せずともアーチファクトが除去できる。講演では、シミュレーションを用いたアルゴリズムの定量的な評価、および多層構造試料の QOCT イメージを用いた検証の結果についても報告する。

本研究は、JST-CREST(JPMJCR1674)、Q-LEAP(JPMXS0118067634) の支援を受けて行われた。

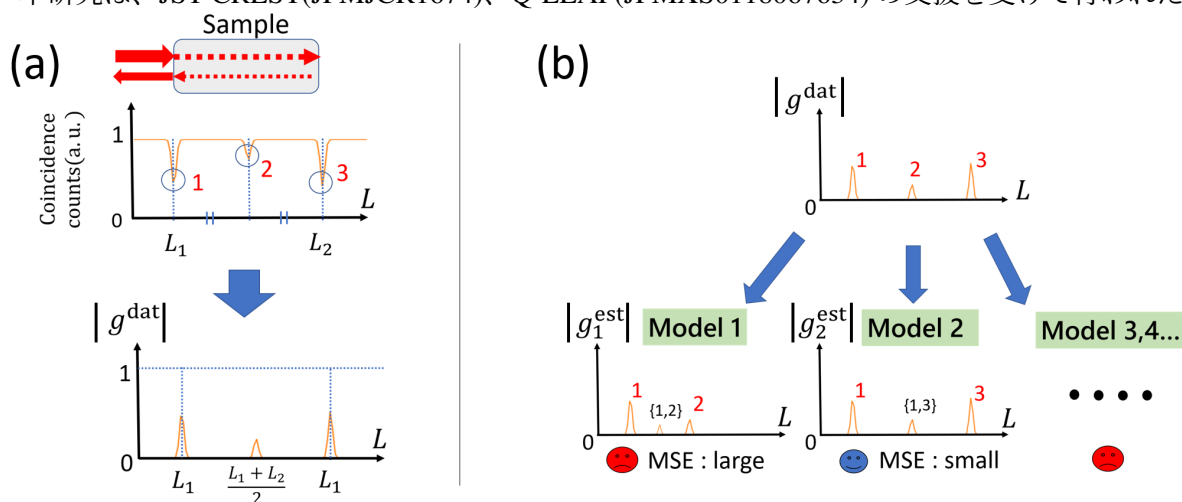


Fig. 1: The flow of the artifact removal algorithm.

(a) Preprocessing. (b) Main algorithm.

[1] A.F.Abouraddy, M.B.Nasr, B.E.A.Saleh, A.V.Sergienko & M.C.Teich, Phys.Rev.A **65**, 053817 (2002).