

ホログラフィックメモリのための分割 IFTA 法による SQAM 信号回復 SQAM Signal Retrieval by Split IFTA Method for Holographic Memory

山梨大院工¹, [○](M1)山下 暁弘¹, 伊藤 宙陸¹, 本間 聡¹

Yamanashi Univ.¹, [○]Akihiro Yamashita¹, Hironori Ito¹, Satoshi Honma¹

E-mail: shonma@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

ホログラフィックデータストレージ (HDS) のさらなる高記録密度化を実現するため、振幅と位相を変調した空間直交振幅変調 (SQAM) 信号を記録再生する技術が検討されている[1]。また、反復フーリエ変換アルゴリズム (IFTA) を用いて再生信号光のスペクトル強度分布から位相データを復号する手法が注目されている[2]。同手法は、光干渉計を用いずに位相値を復号できる一方で、十分な精度を達成するためには一定以上の既知の値 (埋め込みデータ) を記録データに挿入する必要がある。これにより、実質の記録データ量は減少する。

本報告では、少ない埋め込みデータで精度よく SQAM 信号を復号する分割 IFTA 法を提案する。数値解析により回復精度を評価し、通常の IFTA 法と比較する。

2. 分割 IFTA 法

図 1 に分割 IFTA 法の概要を示す。左右にデータ領域を分割し、左領域にのみ既知の値を埋め込んだ記録データを HDS に記録する。同データは二回に分けて再生される。最初のステップでは、空間フィルタにより再生光の右半分を遮断し、レンズによりフーリエ変換して強度分布 I_{Fcut} を取得する。次のステップでは、すべての再生光を透過し、強度分布 I_F を取得する。

分割 IFTA の計算手順を図 2 に示す。ステップ 1 では、埋め込みデータと I_{Fcut} をそれぞれ物体面およびフーリエ面における IFTA の拘束条件とする。初期値として適当な物体面の複素振幅値 g_k を設定する。 g_k に対して、埋め込んだ位置のデータを埋め込みデータで置換し、 g_k' とする。同データをフーリエ変換し、 G_k とする。 G_k の振幅分布を再生光のスペクトル強度分布 I_{Fcut} の平方根で置き換え G_k' とする。 G_k' を逆フーリエ変換し g_{k+1} とし、同様に再帰計算を繰り返す。計算を十分に繰り返した g_{k+1} を左領域のデータとする。ステップ 2 では、回復した左側のデータを既知のデータとみなし、埋め込みデータとする。新たに初期値 g_k を設定する。 g_k の左領域を埋め込みデータで置換し g_k' とする。 g_k' をフーリエ変換し、 G_k とする。 G_k の振幅値を I_F の平方根で置換し、 G_k' とする。 G_k' を逆フーリエ変換し g_{k+1} とし、同様に繰り返す。十分に繰り返した g_{k+1} を復号されたデータとする。

3. 数値解析による回復精度評価

SQAM データの振幅値および位相値はそれぞれ 2 値、4 値とした。シンボル数は 64×64 とし、10 枚の異なるパターンに対して解析を行った。

図 3 に分割 IFTA 法および通常の IFTA 法を用いた場合の埋め込み割合 (全体に対する埋め込みデータの割合) に対するエラーレートが 0 % になるまでの総反復計算回数を示す。共に、埋め込み割合が減少するにつれ回復に必要な反復計算数も増加する。従来法および分割 IFTA 法では、それぞれ 28 %, 16 % 以上の埋め込み割合を必要とする。

4. まとめ

容量改善を目的に分割 IFTA 法を提案した。従来の 2/3 程度の埋め込み割合で回復可能なことを示した。

参考文献

- [1] 本間 聡, *et al.*, 映情学技報, 44, 6, pp.283-288, (2020)
[2] Jianying Hao, *et al.*, Opt. Rev. 27, pp.419-426, (2020)

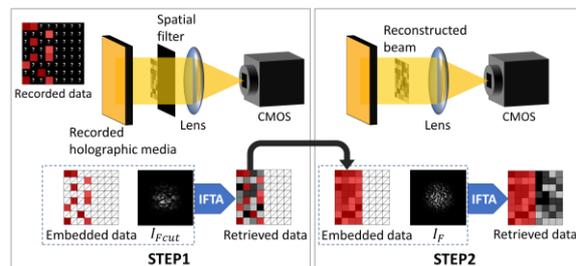


Fig1 Split IFTA Method

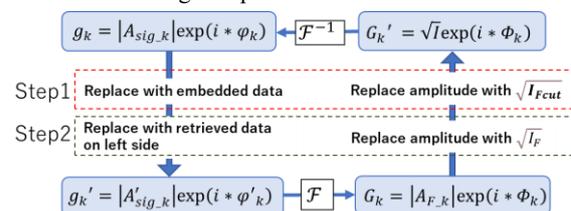


Fig2 Iterative Fourier transform algorithm

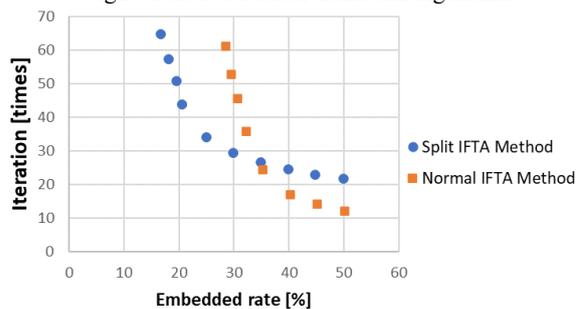


Fig3 Embedded rate vs. Iteration