

ホログラフィックメモリのための2重位相コード方式

Duplex Phase Code for Holographic Memory

山梨大学大学院医学工学総合教育部¹ (M2)高橋 光稀¹, 本間 聡¹

Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering University of Yamanashi.¹ Mitsuki Takahashi¹, Satoshi Honma¹

E-mail: shonma@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

ホログラフィックメモリに複素振幅信号を適用することにより、飛躍的な記憶容量の改善が期待できる。我々は、2つの位相変調信号に対応するホログラムを多重し、複素振幅データを記録再生する2重露光法を提案している[1]。しかし、多重するホログラム間で強度や位相が変動すると、再生信号が劣化する問題があった。本報告では、新たに2重位相コード方式を提案し、ホログラム間の強度、位相の変動に対して再生精度の劣化が低減できることを明らかにする。

2. 2重位相コード方式によるデータ記録再生

まず記録過程を説明する。図1の手順にしたがって、任意の位相信号 $P_1 \sim P_4$ に対して、2枚の位相ページデータ φ_1, φ_2 を作成する。ここで、それぞれ位相値が $(0, 0), (\pi/2, 3\pi/2)$ となるパイロット信号をページデータ φ_1, φ_2 の一部に挿入する。2重露光法による記録手順を図2に示す。位相分布 φ_1, φ_2 を付加した信号光と参照光により、同一領域に二つのホログラムを多重記録する。

次に、データの再生過程を述べる。図3より、同じ参照光を照射し、記録された2つの信号光の合成波を再生する。得られた再生信号の複素振幅値 O_n (ただし、 $n = pa, pb, 1 \sim 4$)を次式に代入し、各ホログラムの回折効率 α, β および位相値 $P_1 \sim P_4$ を推定する。

$$\alpha = (O_{pa} + O_{pb})/2, \beta = (O_{pa} - O_{pb})/2j \quad (1)$$

$$e^{jP_1} = (O_1 + O_2 - O_3 + O_4)/2\alpha \quad (2)$$

$$e^{jP_2} = -(O_1 - O_2 - O_3 - O_4)/2\alpha \quad (3)$$

$$e^{jP_3} = (O_1 - O_2 + O_3 - O_4)/2\beta \quad (4)$$

$$e^{jP_4} = -(O_1 - O_2 - O_3 + O_4)/2\beta \quad (5)$$

3. 2重位相コード方式の再生結果

FFT-BPMを用いて、ホログラムからの再生信号光を解析した。本解析では $P_1 \sim P_4$ にランダムに $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ の位相値を与えた。光の波長を 532 nm 、空間変調器の1 pixelの大きさを $16 \times 16 \mu\text{m}^2$ とした。レーザ、除振台等の揺らぎを想定し、ホログラム間の位相を $-\pi/6 \sim \pi/6$ の間で変調した。

まずパイロット信号を使用しない場合の再生信号を解析した。ここで、式(2)~(5)において $\alpha, \beta=1.0$ と仮定した。次にパイロット信号用いた場合の再生信号を解析した。それぞれの結果を図3(a)および(b)に示す。ただし、式(2)~(5)の右辺をプロットした。同図(a)では、再生信号は重なり合っている。一方、同図(b)では再生信号が4値に分離している。ただし、推定した信号点配置にはばらつきが確認される。これは光の回折により、ホログラムからの再生光においてピクセル間干渉が発生したことが原因であると考えられる。

4. まとめ

本稿では、2重位相コード方式を提案し、記録再生の補正精度を評価した。多重ホログラム間の強度および位相の変動に対して再生精度が改善されることを明らかにした。

参考文献

[1] Satoshi Honma, Toru Sekiguchi, "Multilevel phase and amplitude modulation method for holographic memories with programmable phase modulator", Optical Review, Volume 21, issue 5, pp 597-598, (2014)

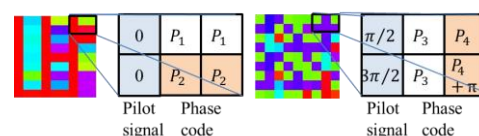


Fig.1 Phase distribution of Duplex phase code

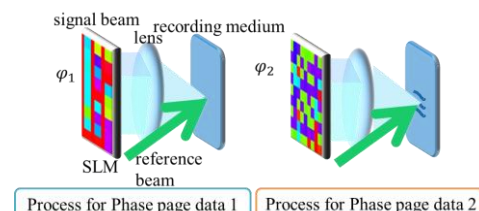


Fig.2 Recording process

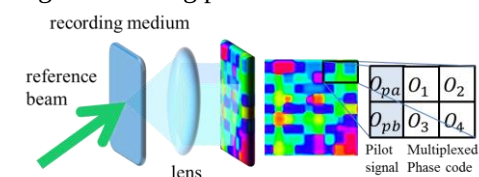


Fig.3 Reproducing process

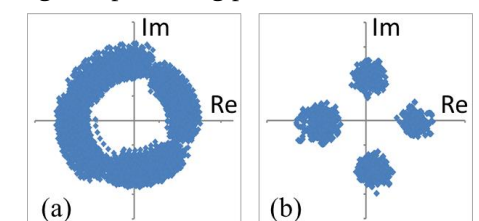


Fig.4 Estimated decoded signal

(a)Without (b)With pilot signal