

プログレッシブ位相共役技術を用いたモード拡散多重通信の 最大可能多重数に関する検討

Maximum possible multiplexing number of mode diffusion multiplex communication using progressive phase conjugation

○沈澤宇, 岡本淳, 富田章久

○Zeyu Shen, Atsushi Okamoto, Akihisa Tomita

北海道大学 大学院情報科学研究院

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

E-mail: shen@optnet.ist.hokudai.ac.jp

1. はじめに

シングルモードファイバの伝送容量はファイバ内の光パワー密度の制限により限界に達しているから、将来の伝送需要に対応するためには、マルチモードファイバ (MMF) を用いた伝送システムが注目されている[1]. 我々は、参照光不要位相検出器を基盤とした光波面補償技術であるプログレッシブ位相共役技術 (PPC) による空間モードの補償の原理を応用したモード拡散多重通信を提案してきた[2]. モード拡散多重通信は従来のモード分割多重 (MDM) 通信の原理[3]とは全く異なる多重通信手法である. 本論文では、提案手法を実験的に検証し、信号光の直径と入射位置を調整することで可能な最大多重数を推定した.

2. 実験原理

PPC のモード補償は、外部参照光を必要とせず、受信機で直接リアルタイムにモード補償を行うことができる技術である.

Fig.1 に PPC による空間モード補償技術の概略を示す. MMF を伝搬した光波は、伝搬中に生じるモード結合の影響による位相分布と振幅の歪みを受ける. PPC では、参照光不要型位相検出器により振幅歪みを含んだ位相分布を検出し、空間光変調器 (SLM) に位相共役分布を与える. MMF 出射光が SLM に入力すると、位相補償の原理により波面歪みがキャンセルされ、平面波として出力される. PPC はモード分離にも利用でき、2つのモードが PPC を通過するとき、一方のモードの位相を PPC で検出して SLM に表示する. この2つのモードを SLM で照射すると、SLM 上の位相と一致したモードは平面波として補償され、SLM 後方のピンホールを通過でき、もう一方のモードは補償されずピンホールを通過できない. この原理により、複数のモードに拡散した信号成分を復調するモード拡散多重通信が可能になる.

我々は Fig.2 に示すような実験系を構築した. PPC により分離できるモードの数は信号光のサイズと信号光間隔、および入射範囲で決まる. 今回の実験では、信号光は SLM 上に表示されたピンホールから発生するため、ピンホールのサイズと位置が信号光のサイズと入射位置を決定する. まず、SLM にピンホールの直径を変えて、位相共役を成立させるために必要な最小ピンホールサイズを求める. 次に、ピンホールの位置を移動させることで、補償できない最小の信号光間隔を求めた結果、 $137\mu\text{m}$ となった. 実験結果は Fig.3 に示す. 最後に、位置による変化を確認して配置可能領域を推定したところ、直径 $1600\mu\text{m}$ の円形の範囲となった. 最小ピンホールサイズと間隔と配置可能な領域の大きさによって、チャンネル数である最大多重数は 110 個程度と推定される.

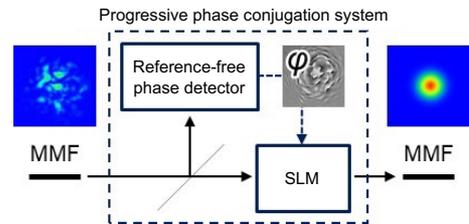


Fig. 1. Schematic of mode compensation by PPC

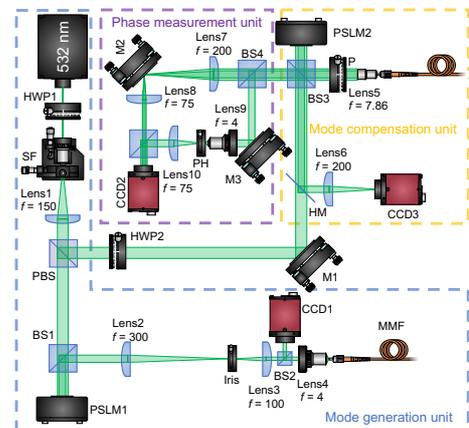


Fig. 2. Experimental system of PPC

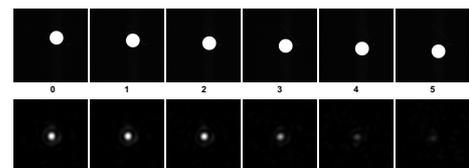


Fig. 3. Results

参考文献

- 1) P. Sillard et al., ECOC, 2015, vol. p. (2015).
- 2) A. Okamoto et al., Proc. SPIE 9130, 913012 (2014).
- 3) D. Soma et al., J. Light Technol., vol. 36, no. 6, pp. 1362–1368, (2018).