

ラゲールガウスビームを用いたモード多重通信における 分離フィルタの設計

Design of demultiplexer on mode-multiplexing communication using Laguerre-Gaussian beams

日本女子大理 〇箭田 こなみ, 小川 賀代

Japan Women's Univ., 〇Konami Yada, Kayo Ogawa

E-mail: m1616092yk@ug.jwu.ac.jp

1. はじめに

近年、コンテンツの多様化や IoT の発展に伴い通信容量が大幅に増加している。今後、M2M 通信や自動運転など新たなサービスの普及も予測され、第 5 世代移動通信システム(5G)の技術開発は必須である。5G を実現させるためには、基地局とコアネットワーク間での大容量化が必要となり、その実現方法の一つに OAM 多重がある。OAM とは、ラゲールガウス(LG)ビームのラジアル次数 n を 0 に固定し、アジマス次数 m のみを変化させたモードである。モード間のクロストークは避けられないため、多重する際には、モードの次数を離す必要がある。よって、更なる大容量化のためには、ラジアル次数 n まで拡張した多重が求められる。

多重通信を実現するにあたって、多重されて送られてきた信号を分離する必要がある。従来の多重方式では、多重数と同数のフィルタを用意し、信号を分離している。しかし、この手法は多重数が増えるほど、システムは複雑になり、受信効率も低下してしまう。

そこで本研究では、ラジアル次数 n まで拡張した多重通信において、高効率でモード多重分離するフィルタについて検討を行う。

2. モード多重分離フィルタの設計

本研究では、モード多重分離フィルタとして多重ホログラムを用い、1 枚のフィルタでモード分離を実現する。概念図を Fig.1 に示す。これにより、システムの簡易化が図れる。多重ホログラムは、回折効率の高いキノフォーム型計算機ホログラム(Computer Generated Hologram : CGH)を用い、設計にはフーリエ反復法を用いた。本研究では、CGH の画素数を 256×256 pixel とし、ソート対象のモードに応じて、指定した場所にビーム偏向するよう設計を行った。

3. シミュレーションと結果

多重数が 1~10 のときの多重分離フィルタの設計を行った。多重モードの選択は、モード間のクロストークが -10dB 以下になるものを選んだ。多重モードの組合せは、LG(0,1)から

近いモードから選び、OAM だけでなく、ラジアル次数 $n \neq 0$ である LG モードも用いた。今回対象とした 7 多重モードは、LG(0,1)、LG(1,3)、LG(1,-1)、LG(0,-3)、LG(0,5)、LG(1,-5)、LG(3,1)である。Fig.2 に、7 多重分離の結果を示す。0 次や高次回折光が生じることなく、指定した場所に受信強度が取得できていることが確認できる。よって、1 枚のフィルタで複数の LG のモードを分離可能であることが分かった。さらに、多重数による平均受信効率の結果を Table 1 に示す。多重数が増えるほど、検出ピーク数は増えるため、1 つ辺りの受信効率は 10 多重において 6.09%になるが、CGH 全体では 60.89%であることから、フーリエ反復法で設計した多重分離 CGH は LG モード多重において有効であることが確認された。

4. まとめ

フーリエ反復法で設計した多重分離 CGH は、複数の LG モードを高効率に分離可能であることが分かった。従って、本研究の提案手法の多重分離器の簡易化と通信品質の向上に有効であることが示された。

参考文献

1) G. Gibson, et.al., Optics Express 12(22), pp5448-5456 (2004).

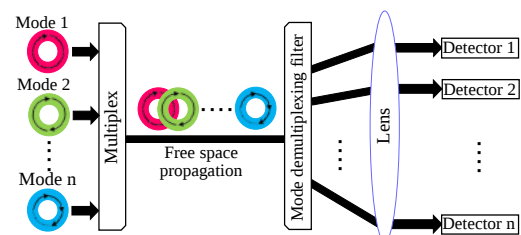


Fig.1 Concept diagram of mode-multiplexing communication system

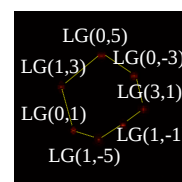


Fig.2 Result of 7 mode multiplex

Table1 Results of diffraction efficiency [%]

Multiplex number	1	5	10
Average per one mode	79.52	8.78	6.09
Whole	79.52	61.48	60.89