

審査結果の要旨

論文題目「空間光通信における通信品質の向上に関する研究」

学位申請者 中山 朋子

本論文は、空間光通信における通信品質の向上に関するものである。本論文で報告されている主な学術的成果は、空間光通信における送信機能と受信機能それぞれに対し、複製ビーム生成素子と液晶空間光変調器 LCOS-SLM の適応を提案し、通信品質の向上の可能性を実証したことである。また、移動体通信システムにおける指向精度の要求値を明らかにした。

本論文の背景には、地上と人工衛星、航空機、無人航空機 UAV との移動体通信など、空間内での自由な通信が必要とされるネットワークでの大容量・高速伝送化への要求がある。これに対し本論文の目的は、ワイヤレス通信における将来の大容量通信の技術候補である空間光通信における通信品質の向上である。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では、ワイヤレス通信における空間光通信の位置付けと、空間光通信における通信品質の低下を招く可能性のある要因や他研究機関によるこれまでの研究開発の経緯について述べられており、序論としての確であり、さらに本研究の目的を明確に示している。

第2章では、大気揺らぎによる受信光の強度変動、空間伝搬損、レーザの進行方向に対する焦点位置の変動、指向誤差について数値的な検討を加えた考察を詳細かつ的確に述べ、通信品質の向上のためのこれらの項目低減の必要性を導出しており、その学術的な意義は極めて大きい。

第3章では、光情報処理の分野で用いられてきた複製像の生成デバイスを複製ビーム生成素子として適応した送信機能を提案し、東海大学湘南キャンパス内での実証実験により、大気揺らぎの影響の低減を確認しその有用性を示した。提案した送信機能は、送信ビームの広がり角の制御が可能であり、空間伝搬損の低減の可能性を有することをシミュレーションにより示した。

第4章では、距離変化を伴う移動体通信における受信光の焦点位置の変動による SN 比の低下を抑制するため、LCOS-SLM を適応した焦点制御機能を有する受信機能を提案し、実証実験により、大気揺らぎの影響下における受信ビームの焦点制御の可能性を示した。

第5章では、指向誤差の補正システムに要求される指向精度を明らかにし、主に機体揺れが原因の指向誤差が招く通信品質の低減抑制の可能性を示した。

第6章では、空間光通信における送信機能、受信機能、指向誤差に着目し、空間光通信の通信品質向上の可能性を得たとして、本論文の結論を述べている。本研究は、複製ビーム数が可変であり、ビーム広がり角の制御が可能な複数ビーム生成素子の送信機能への適応、受信機能への LCOS-SLM を用いた焦点制御機能の提案、さらに指向誤差を考慮した通信品質の推定において、具体的かつ的確な評価を行った点が、学術的価値を有する。本研究の成果は、地上と人工衛星あるいは UAV 間での移動体通信のみならず、光ファイバ通信システムが使用不可となるような災害発生時、光ファイバ敷設が困難な山間部等での空間光通信による高速ワイヤレス通信システムに対する学術的研究と実用化に大きな影響を及ぼすことが十分に期待できる。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 中山 朋子 氏は東海大学博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士（工学）	藤川 知栄美	情報理工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（工学）	室谷 裕志	情報理工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（工学）	遊部 雅生	総合科学技術研究所教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（工学）	稲森 真美子	工学部准教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（工学）	高山 佳久	情報通信学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士（工学）	クラウス ヴェルナー	情報通信研究機構(NICT) ネットワーク研究所	総括研究員