

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04367

研究課題名（和文）振幅レベル数を制限した疑似雑音符号系列による知的照明光通信システムの高度化

研究課題名（英文）Advanced illumination light communications using amplitude-level restricted optical pseudo-noise codes

研究代表者

羽瀨 裕真（Habuchi, Hiromasa）

茨城大学・理工学研究科（工学野）・教授

研究者番号：90241744

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は屋内外をシームレスにつなぐ『疑似雑音符号系列による知的照明光通信ネットワーク』の実現である。本研究では、情報を埋め込んだ照明光による屋内通信システムを構築することを検討した。その結果、拡張プライム符号を用いる可変Nパラレルコードシフトキーイング（VN-CSK）システムをRGB-LEDに拡張し、調光制御機能、測位機能、通信機能を併せ持つシステムを提案した。光フィンガープリント測位法を検討し、計算量を低減できる多段階探索法、床面の参照信号点配置を μ 法則に従う不等間隔格子状配置にする方法を考案した。照明光重複エリアにおける通信機能強化法として、秘密分散号を融合する方式を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、将来の照明可視光通信を支える基盤技術になるものと考えられる。また、本方式は、電波無線通信の搬送波を単に可視光に置き換えたものではなく、照明可視光ならではの長を活かしたシステムであり、これまでに無いシステムへの挑戦であるため学術的意義が大きい。

本研究は生活空間に無くてはならない照明を利用する通信であり、ネットワークに接続できるエリアが分かるため、生活ストレスが大きく軽減できると考えられる。さらに、照明LEDは交通信号機やデジタルサイネージなど屋外にも存在し、それらを電源線ネットワークで繋ぐことにより、屋内外シームレス通信の実現が期待できる。そのため社会的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to realize an intelligent lighting optical communication network using pseudo-noise codes. Particularly, indoor communication systems using illumination light embedded with information data are addressed. Consequently, the proposed variable-N parallel code shift keying (VN-CSK) system using extended prime codes is enhanced for RGB-LED lighting communication. This enhanced system combines dimming, positioning, and communication capabilities. As a method for improving the optical fingerprint positioning method, a multi-stage search method capable of reducing the amount of calculation and a method using non-uniform grid points based on the μ -law are investigated. Furthermore, as a method for improving communication functions in areas where illumination light overlaps, a system that fuses the secret sharing method is proposed.

研究分野：通信ネットワーク

キーワード：照明光通信 可視光通信 光無線通信 多値変調方式 疑似雑音符号 光フィンガープリント法 秘密分散法 シームレス通信

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

照明光通信は、LED による照明機能と通信機能を併せ持ったシステムであり、照明機器・信号現示機器を通信インフラとしても利用するものである。赤外線や可視光は無線電波と干渉することがなく、各国の電波法による制約もなく、世界的規模でサービス展開できる可能性を秘めている。現在、ARIB STD-T50 Ver.4、IEEE802.15.7、IrDA、JEITACP-1221,1222 などの標準化が行われ、イメージセンサなどの利用も視野に入れた IEEE802.15.7r1 も標準化がなされている。さらに、LED の長寿命化、省電力化、低価格化に伴い、照明や信号灯が LED に置き換わるだけでなく、白熱電球が省エネの点で多くの国で禁止になりつつあり、LED への移行に拍車がかかっている。そのため、照明機器を用いる『照明光通信』は、屋内・屋外情報通信改革の素養をもち、ユーザが感知することなく情報配信や情報交換を可能とするアンビエント社会を支える重要な技術になるものと期待できる。光無線通信や照明光通信は、既存の無線通信システムとは異なり、眼に見える光を利用する通信であり、屋内では必須な照明インフラと共有することができる。したがって、いわゆるラスト 10m 問題や通信干渉問題を容易に解決することができ、博物館や病院など既存の無線通信が利用不可なエリアでも通信が可能になる。このように、照明光通信は既存の無線通信の単なる代替ではなく、共存発展するものである。

照明光通信では、(a)照明機能(明るさを段階的に調節できる調光機能や発光色を調節できる調色機能)または信号現示機能(交通信号機や誘導灯のように点灯色や点滅そのものに意味がある機能)、(b)通信機能(調光段階によらず通信が可能で隣接照明間干渉を軽減できる機能)、(c)測位機能(ロボット制御や位置依存型配信情報獲得のための受信機位置の推定機能)、(d)物理層セキュリティ機能(妨害光や盗聴などに対する物理層におけるセキュリティ機能)などの多機能化が求められている。しかしながら、人間の眼に合わせた調光機能や隣接照明間干渉を考慮した通信方式の検討、そして(a)~(d)を同時に兼ね備えた通信方式の検討は全く行われていない。また、照明光通信の確立には、光無線通信の特徴を捉え、それに適した方式設計が必要である。例えば、上記の(a)~(d)に加え、(I)太陽光や照明光からの環境光雑音や遮蔽による信号の消滅や劣化、(II)R,G,B 光の伝送路透過度の違いによる信号減衰や情報消失、(III)大気変動に伴うシンチレーション、(IV)別の照明光機器からの干渉、(V)光の直進性に伴う通信領域の狭小化、(VI)フォトダイオード等の受信機特性を考慮した性能評価、などへの対処法の検討が必要である。

2. 研究の目的

本研究のコンセプトは、情報通信ネットワーク、照明ネットワーク、信号現示ネットワークを統合する照明光通信ネットワークシステムの実現、特に屋内外をシームレスにつなぐ『疑似雑音符号系列による知的照明光通信ネットワーク』の実現である。本研究では、情報を埋め込んだ照明光による屋内通信システムを構築することを目的とする。特に、(a)照明機能・信号現示機能、(b)通信機能、(c)測位機能、(d)物理層セキュリティ機能を兼ね備え、考案した『振幅レベルを2段階に制限した疑似雑音符号(PN)系列による知的照明光通信システム』について検討する。本システムは、(a)~(d)に対処するために、

調光制御と通信機能とユーザ測位機能を同時に実現するための“拡張プライム符号と変形擬直交M系列を融合したPN系列によるシステム”

“受信信号光電力分布による光フィンガープリント法とPN系列を用いる測位システム”

照明機能を損なわず、複数の照明光を重ね合わせるにより情報復調する“照明光視覚復号型秘密分散システム”

の要素システムで構成されている。本方式の ~ を、考案PN系列をキーとして1つのシステムに統合化することを検討する。

3. 研究の方法

本研究では、本申請人が考案したシステム(前述の ~)を検討する。各システムについて、『基礎的性能検討段階』、『機能性能向上検討段階』、『統合化検討段階』の3段階を設け、各検討段階における性能は、通信路環境などを数式化して理論式を導出して理論解析を行うとともに、申請設備を用いてシミュレーションを行うことにより評価する。

4. 研究成果

照明は生活する上でなくてはならないものであり、無線電波とは異なり身近に目に見える形で存在する。そのため照明可視光は照射範囲がそのまま通信エリアとなり、無線通信の在り方が大きく変革する。本方式は3つの考案要素システムからなっている。それぞれの要素システムは光の点滅で情報伝送する照明光通信の特徴をうまく利用した方式であり、独自性が高い。

- 通信システム：これまで3つの機能（照明機能、情報伝送機能、測位機能）を同時に実現する方式や人間の眼を対象にした調光制御と照明間干渉軽減を実現する「拡張プライム符号を用いる可変Nパラレルコードシフトキーイング（VN-CSK）システム」を強化した。
- 測位システム：受信位置によって異なる受光量を基に位置推定する光フィンガープリント法とVN-CSKシステムの融合において、計算量を低減できる多段階探索法、床面の参照信号点配置を μ 法則に従う不等間格子状配置にする性能改善方法を考案した。
- 照明光の重複照射エリアにおける干渉活用システム：視覚復号型秘密分散法は複数の分散画像を重ね合わせることによって秘密画像を復号するものであり、0と1のパターンで構成されるため、オンオフ信号である照明光通信とは親和性が高いと考え、秘密分散法を用いるVN-CSKシステムを考案した。

(1) RGB-LED による VN-CSK システム

図1にVN-CSK基本システムを示す。送信側では、調光制御情報により、同時送信する拡張プライム符号系列数(N)を決定する。次に、割当てられたグループ番号 a に属する M ($\leq p, 2$ のべき乗) 個の拡張プライム符号系列の中から N 個を取り出す組合せパターンをメッセージデータにより決定する。組み合わせパターン数は $\binom{M}{N}$ と

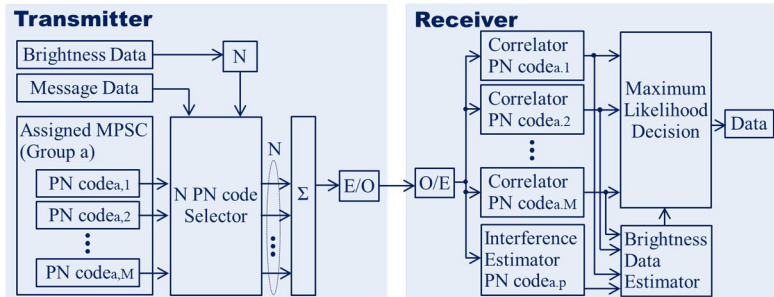


図1 VN-CSK 基本システム

なり、符号系列長あたり $\lfloor \log_2 \binom{M}{N} \rfloor$ [bit]まで伝送可能であるが、調光制御情報によらず常に一定とするために、組み合わせパターン数を制限する。選択された N 個の符号系列を合成し、振幅レベル数が2となる光無線信号として送信する。受信側では、光電変換された受信信号を割当てられたグループ番号 a に属する M 個の拡張プライム符号系列と相関を取り、最尤判定法により送信された N 個の符号系列を推定する。また、調光制御情報は受信信号の一符号系列時間当たり信号電力と干渉電力成分により推定する。干渉量の見積りは、グループ a の拡張プライム符号系列のうち送信に利用しない符号系列（ここでは PN Code_{a,p}）を参照用符号系列として利用することによって実施する。これは、拡張プライム符号の相関特性から他の照明機器から発信された信号はほぼ変動しない一定の干渉量が見積もれるためである。最後に、最尤判定器よりデータを抽出する。

図2にVN-CSKシステムをRGB-LEDに展開した場合の並列伝送送信システムを示す。RGBの各LEDチップで独立に異なるVN-CSKデータを伝送する。その際、R,G,B-LED間には干渉が存在し、フィルタリングだけでは除去できないため信号の直交化を図る。その一つの手法として、新たに変形擬直交M系列対を採用し、LED間の相関値を0にすることにより干渉除去を行う。また、R,G,B-LEDチップで1つの照明装置であるため、調色機能を実現するために電力比率を調整する。本研究では、白色光とするため、R(610nm), G(555nm), B(475nm)の電力比率を1:1.43:2.29に設定している。

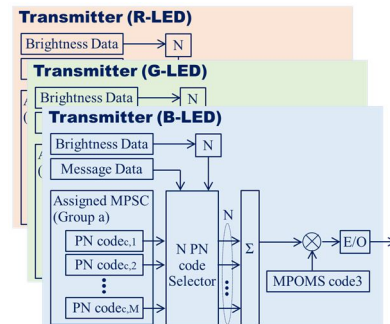


図2 RGB-LED型VN-CSK送信システム

図3に調光制御レベルを変化させた場合のビット誤り率を示し、図4に調光制御レベルを2に設定した場合のR,G,Bの各LEDチップのビット誤り率を示す。

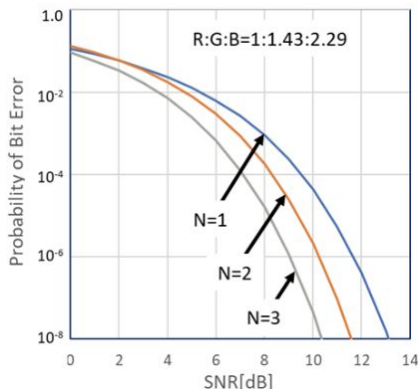


図3 調光制御レベルを変化させた場合

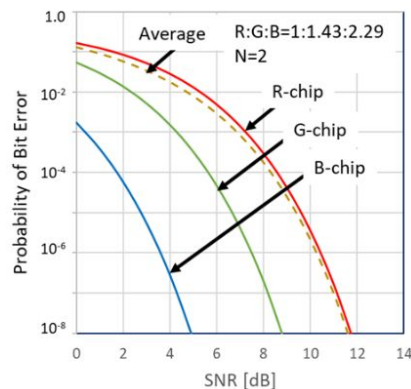


図4 調光制御レベルを2に設定した場合

(2) VN-CSK による光フィンガープリント法

光フィンガープリント法は複数個の照明機器からのVN-CSK信号を受信し、それを照明機器毎

の信号に分解した受信光電力パターンを利用して位置推定する。各照明機器には、異なる拡張ブライム符号系列グループを割当てているため、信号分離が可能となる。

座標 (x_r, y_r, z_r) における照明 LED 番号順に並べた受信光電力パターンを $\xi_r(x_r, y_r, z_r)$ とする。屋内を x 軸方向に 個、y 軸方向に 個、z 軸方向に 個の分割線(格子)を引き、分割線の交点を格子点/参照基準点とし、その参照受信電力パターンを $\xi_{ref}(x_i, y_j, z_k)$ とする。 ξ_r と 個の ξ_{ref} の 2 乗誤差から受信機位置を推定する。さらに、受信機位置が格子点以外に存在する場合は推定格子点の 2 乗誤差値と隣接格子点の 2 乗誤差値を比較して位置推定を行う(内分法と呼ぶ)。このとき格子幅を均一にする場合が従来の光フィンガープリントである。この格子幅を μ 法則に従って不均一にする方式が提案方式である。

図 5 に従来方式と本方式の測位誤差の分散値比率を示す。ただし、 $(z_k = 0.85[m])$ に固定した平面状での評価である。その設定平面状の格子点の位置を μ 法則により設定する。 μ 法則は μ を大きくすることにより不均一度は大きくなる。 μ が 1 未満である場合に本方式が有効となる。格子点数から μ の最適値が存在する。

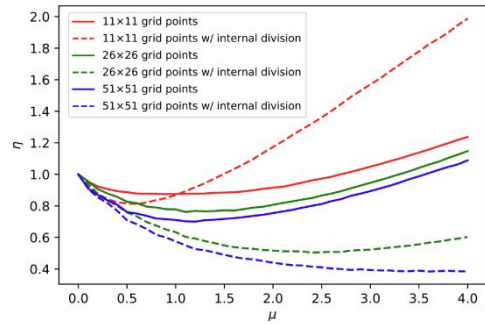


図 5 不均一格子パラメータ μ に対する測位性能誤差の分散の比率

(3) 秘密分散法を用いる VN-CSK システム

図 6 に(2,2)秘密分散システムを示す。送信側では、(2,2)秘密分散(VSS)データからシェア(Share#1, Share#2)を生成する。VSS データが“1”であるとき、(Share#1, Share#2)のパターンは(1,0)または(0,1)をランダムに選択される。VSS データが“0”であるとき、(Share#1, Share#2)は(0,0)または(1,1)をランダムに設定される。ランダムに設定する場合、VSS データが“1”のとき(1,0)、“0”のとき(0,0)が常に選択されてしまう場合も存在する。その場合、Share#2 に対応する LED は常にオフ状態になってしまい、調光制御機能ばかりでなく照明機能そのものが損なわれてしまうことになる。そのため、ランダム選択の代わりに変形擬直交 M 系列(MPOMS)による疑似ランダム選択を利用して、各シェアの 0,1 のバランスをとる。この対処法は、本方式が VSS を秘密データ送信のために利用するのではなく、照明光の重なりに対応するために利用するものであるため、照明機能維持を優先して周期的な疑似ランダム化としている。次に、各シェア信号が 1 の場合にメッセージデータを伝送する。各シェアのメッセージデータは、VN-CSK により伝送される。

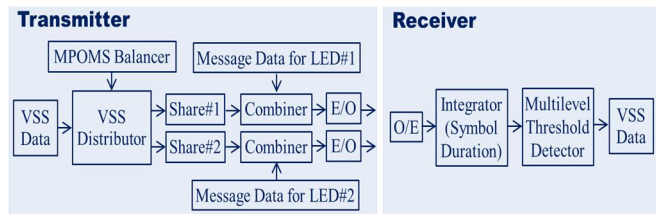


図 6 (2,2)秘密分散システム

受信側では、まず、光電変換された信号を一符号系列区間積分する。その積分出力を複数のしきい値($Th1 < Th2$)によって VSS データを判定する。(Share#1, Share#2)の和は 0,1,2 の 3 段階の値になる。その和が偶数であれば VSS データが“0”、奇数であれば VSS データが“1”と推定できることになる。しきい値は、推定された調光制御情報と屋内参照位置(例えば部屋中央)により設定する。

図 7 に $SNR=10[dB]$ 、調光制御レベル 2 の場合の LED#1 からのメッセージデータの誤り率を示す。ただし、室内環境モデルは Z.Ghassemlooy, et.al.: Optical Wireless Communications-System and Channel Modelling with MATLAB, CRC Press, 2012. を参照した。図 8 は VSS データの誤り率である。ただし、しきい値設定の参照座標は部屋中央(2.5, 2.5, 0.85)である。

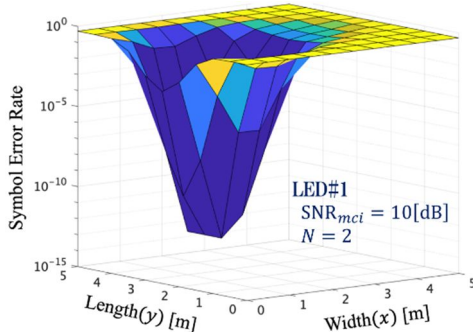


図 7 メッセージデータの誤り率

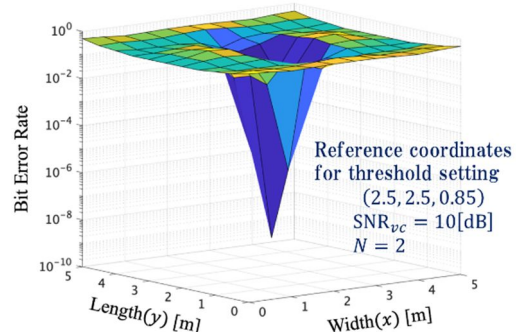


図 8 VSS データの誤り率

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nobuyoshi Komuro, Hiromasa Habuchi	4. 巻 Vol.4, Issue 5
2. 論文標題 Design and analysis of optical wireless code shift keying with nonorthogonal sequences	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 OSA Continuum	6. 最初と最後の頁 1437-1451
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1364/OSAC.413635	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa	4. 巻 Vol.24
2. 論文標題 Advanced Turbo Code System with HPOS for FSO Strong Turbulence Channel	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Signal Processing	6. 最初と最後の頁 167-170
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2299/jsp.24.167	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Asano Yuta, Sun Ran, Habuchi Hiromasa, Kozawa Yusuke	4. 巻 23
2. 論文標題 Theoretical Analysis of Frame Error Detecting Schemes for Optical-Wireless Advanced Framed-D00K System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Signal Processing	6. 最初と最後の頁 163 ~ 166
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2299/jsp.23.163	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Iizuka Hikari, Sun Ran, Habuchi Hiromasa, Kozawa Yusuke	4. 巻 23
2. 論文標題 Optical-Wireless VN-CSK Communication-Based Indoor Positioning System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Signal Processing	6. 最初と最後の頁 167 ~ 171
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2299/jsp.23.167	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sun Ran、Habuchi Hiromasa、Kozawa Yusuke	4. 巻 E103.A
2. 論文標題 Free Space Optical Turbo Coded Communication System with Hybrid PPM-OOK Signaling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 287 ~ 294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2019WBP0004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計55件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 27件)

1. 発表者名 Ichitsuka Yu, Kozawa Yusuke, Habuchi Hiromasa
2. 発表標題 Design of xASK-CodeSK system for Simultaneous Visible Light Wireless Information and Power Transfer
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hazu Ryohei, Kozawa Yusuke, Habuchi Hiromasa
2. 発表標題 RGB-Based Secret Sharing Illumination-Light Communications With VN-CodeSK
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ogawa Daisuke, Ochiai Yuta, Kozawa Yusuke, Habuchi Hiromasa
2. 発表標題 Search-Area Partitioning Approach to Optical Fingerprint Positioning System
3. 学会等名 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Ochiai, Daisuke Ogawa, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Influence of Reflected Light in Illumination-Light VN-CodeSK Based Positioning Systems
3. 学会等名 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Ogawa, Yuta Ochiai, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Non-uniform Grid-based Optical Fingerprint Positioning on VN-CSK System
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuta Ochiai, Daisuke Ogawa, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Comparison of Trilateration Method and Optical Fingerprinting Method Based on Optical Wireless VN-CodeSK System
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Ichitsuka, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Enhanced xASK-CodeSK for SLIPT
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田佑磨, 幡豆亮平, 小澤佑介 羽濑裕真
2. 発表標題 照明光通信における3つの(2,2)しきい値秘密分散法を用いるデータ伝送システム
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 市塚優, 小澤佑介, 羽濑裕真
2. 発表標題 xASK-CodeSKによる可視光ワイヤレス給電通信システムの提案
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 落合勇太, 小川大輔, 小澤佑介, 羽濑裕真
2. 発表標題 VN-CodeSKによる屋内測位システムの測位性能における反射光の影響
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小川大輔, 落合勇太, 小澤佑介, 羽濑裕真
2. 発表標題 拡張プライム符号を用いる光フィンガープリント測位法の簡易化
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 羽淵裕真, 松島丈, 小澤佑介
2. 発表標題 RGB-LED BPPM並列伝送における同期性能を考慮するBER
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 幡豆亮平, 小澤佑介, 羽淵裕真
2. 発表標題 (k,n)視覚復号型秘密分散法によるデータ分散照明光通信システム
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 羽淵裕真, 松島丈
2. 発表標題 RGB-LED並列伝送法における変形MPPMフレーム同期法
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Daisuke Ogawa, Kouki Taruishi, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Improved Optical Fingerprint Positioning System for Illumination-Light VN-CSK Communications
3. 学会等名 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kouki Taruishi, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Design of VN-CSK System Based Parallel Transmission with RGB-LED
3. 学会等名 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jyo Matsushima, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Novel Frame Synchronization System for RGB-LED Parallel Transmission Employing BPPM Format
3. 学会等名 International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryouta Kuriyama, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Code Tracking System for Optical-Wireless Code-Shift-Keying Using Two-Layered PN Code
3. 学会等名 International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryohei Hazu, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Visual Secret Sharing Based RGB Parallel Transmission System
3. 学会等名 24th International Symposium On Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Ogawa, Kouki Taruishi, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Simple Optical Fingerprint Method for Indoor Visible-Light Communications
3. 学会等名 2022 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communicaions and Signal Processing (NCSP'22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryohei Hazu, Keisuke Manaka, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Enhancement of VN-CodeSK with VSS System on RGB Illumination-Light Parallel Communication
3. 学会等名 2022 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communicaions and Signal Processing (NCSP'22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 幡豆亮平, 真中佳祐, 羽淵裕真
2. 発表標題 視覚復号型(n,n)秘密分散法によるRGB並列伝送システム
3. 学会等名 電子情報通信学会研究会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小川大輔, 垂石興起, 羽淵裕真
2. 発表標題 VN-CSK照明光通信における光フィンガープリント法の性能向上法
3. 学会等名 電子情報通信学会研究会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島丈, 木口朋洋, 羽淵裕真
2. 発表標題 RGB-LED並列伝送におけるBPPMフレーム同期法
3. 学会等名 電子情報通信学会研究会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 垂石興起, 小澤佑介, 羽淵裕真
2. 発表標題 VN-CSK型RGB並列伝送における誤り率性能の位置依存性
3. 学会等名 電子情報通信学会研究会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羽淵裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 VN-CodeSK方式による知的照明光通信
3. 学会等名 電子情報通信学会革新的無線通信技術に関する横断型研究会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 垂石興起, 小川大輔, 小澤佑介, 羽淵裕真
2. 発表標題 VN-CSK型RGB並列伝送における光フィンガープリント法
3. 学会等名 電子情報通信学会研究会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keisuke Manaka, Liyuan Chen, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Theoretical Analysis of Illumination-Light VN-CSK Based Equal-Weight (2, 2) VSS with MPOMS Balancer
3. 学会等名 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics(IEEE GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kouki Taruishi, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 A Two-stage Coding Scheme by Using Two Kinds of PN Codes for RGB Parallel Optical Wireless Communication
3. 学会等名 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications(ICETC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomohiro Kiguchi, Yusuke Kozawa, Hiromasa Habuchi
2. 発表標題 Evaluation of Optical-Wireless Turbo Coded System Having Simple Self-Synchronization Method
3. 学会等名 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications(ICETC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 真中佳祐, Liyuan Chen, 羽瀨裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 VN-CSK照明可視光通信におけるMPOMSを利用する等重み(4,4)視覚復号型 秘密分散法
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 垂石興起, 羽淵裕真
2. 発表標題 二種類の疑似雑音符号を用いるRGB並列可視光通信の性能評価
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 羽淵裕真, 小澤佑介, 真中佳祐
2. 発表標題 視覚復号法を用いる照明光通信システムについて
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 垂石興起, 小澤佑介, 羽淵裕真
2. 発表標題 屋内照明光通信のためのVN-CSK型RGB並列伝送
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木口朋洋, 小澤佑介, 羽淵裕真, 孫冉
2. 発表標題 自己同期法を用いる光無線ターボ符号システムの誤り率性能
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 孫由, 羽淵裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 光無線ターボ符号通信システムのための高速伝送方式
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 垂石興起, 羽淵裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 色間電力の異なるRGB-LED照明を用いるVN-CSK型 並列屋内照明光通信の性能評価
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小川大輔, 垂石興起, 羽淵裕真
2. 発表標題 屋内照明光通信における光フィンガープリント法による 位置推定法
3. 学会等名 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 幡豆亮平, 真中佳祐, 羽淵裕真
2. 発表標題 RGB並列伝送型照明光通信における視覚復号型秘密分散法の適用
3. 学会等名 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島丈, 木口朋洋, 羽瀨裕真
2. 発表標題 RGB並列伝送におけるBPPMシステムのためのフレーム同期法
3. 学会等名 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomohiro Kiguchi, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Proposal of Frame Synchronization Method for Optical Turbo Coded System with Hybrid PPM-OOK Signaling
3. 学会等名 IEEE Asia-Pacific Wireless Communications Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keisuke Manaka, Liyuan Chen, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Proposal of Equal-Weight (2,2) Visual Secret Sharing Schemes on VN-CSK Illumination Light Communication
3. 学会等名 IEEE Asia-Pacific Wireless Communications Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomohiro Kiguchi, Hiromasa Habuchi, Ran Sun, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Frame Synchronization Performance of Optical-Wireless Hybrid BPPM-OOK System
3. 学会等名 29th International Telecommunication Networks and Applications Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keisuke Manaka, Liyuan Chen, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Theoretical Analysis of Equal-Weight (2,2) VSS on VN-CSK Illumination Light Communication
3. 学会等名 29th International Telecommunication Networks and Applications Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hikari Iizuka, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Illumination-light Fingerprint Positioning Method using Modified Prime Sequence Codes
3. 学会等名 1st Workshop on Optical Wireless Communication for Smart City (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomofumi Haruna, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Proposal of Optical-Wireless Code Shift Keying System using Pseudo Bi-Orthogonal Extended Einarsson Code
3. 学会等名 1st Workshop on Optical Wireless Communication for Smart City (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomohiro Kiguchi, Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Optimization of Frame Synchronization System for Optical Wireless Hybrid PPM-OOK Frame Communication
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communication and Signal Processing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Enhancement of Optical Wireless Punctured Turbo Code System in Strong Turbulence Channel
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communication and Signal Processing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomofumi Haruna, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Multiple Access Capability of Einarsson Code based Optical-Wireless Code Shift Keying System
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communication and Signal Processing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keisuke Manaka, Liyuan Chen, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa
2. 発表標題 Performance Enhancement of Equal-Weight (2, 2) Visual Secret Sharing System with MPOMS on Illumination-Light VN-CSK Communication
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communication and Signal Processing (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯塚暉, 孫冉, 羽淵裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 屋内可視光VN-CSKシステムにおける光フィンガープリント測位法の評価
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真中佳祐, 陳力源, 羽瀨裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 VN-CSK照明可視光通信の照明光間干渉エリアにおけるデータ伝送の一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木口朋洋, 孫冉, 羽瀨裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 BPPM-OOKハイブリッドフレームを用いるフレーム同期法の一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 春名智文, 羽瀨裕真, 小澤佑介
2. 発表標題 擬直交拡張Einarsson符号を用いる光無線CSK方式の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽瀨裕真, 小澤佑介, 孫冉
2. 発表標題 振幅2値疑似雑音符号を用いる照明光通信の高度化について
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------