

論文内容の要旨

博士論文題目

Efficient Error Correction Solutions for Flicker Free Visible Light Communication Systems (フリッカーフリー可視光通信システムのための効率的な誤り訂正手法)

氏名 Le Dinh Dung

本論文は、フリッカーフリー可視光通信 (VLC) システムのための誤り訂正手法を提案し評価している。本システムは、順方向誤り訂正 (FEC) およびランレングス制限 (RLL) コードをそれぞれ実装し、信頼性の高いデータ伝送を保証し、フリッカーを軽減している。先行研究では、RLL と FEC コードのいくつかの組み合わせが提案されている。ただし、これらでは、一般的な RLL コードが固定的デコーダのみをサポートするため、高いエラー訂正能力を実現できない。

本論文の前半は、VLC 向け FEC として、Polar コードとの直列接続による RLL コードの利用を提案している。エラー訂正機能を改善するために、Polar デコーダのソフト情報を後に生成するソフト入力-ソフト出力 RLL デコーダを採用している。このソフト RLL-Polar デコード方式は、先行研究と比較して最も良好なビット誤り率 (BER) を達成している。

ところで、ソフト RLL-Polar デコーダにより信頼性を向上させるには、VLC チャネルの正確な知識が必要であるものの、実際の VLC システムでは取得が困難である。本論文の後半は、RLL-FEC デコード方式のソフト入力を計算する低ビット復調器を提案している。本復調器は、低ビットアナログ-デジタルコンバーター (ADC) を使用して受信信号の信頼ビットを決定し、VLC チャネルを統計的に特徴付けて、ソフト RLL-FEC デコーダに提供されるソフト情報を生成する。ソフト RLL-FEC デコード方式の主な欠点である複雑さを軽減するため、本論文の最後では、RLL と FEC デコーダの連結部を置き換えるディープラーニングベースのデコーダを提案している。本提案では、1 層のリカレントニューラルネットワーク (RNN) の後に全結合層が配置される。また、低ビット復調器を使用して RNN 構造の入力データを生成することが提案されている。評価の結果、提案技術である短ブロック長の RNN ベース・デコーダが、処理速度を大幅に改善しつつ、最新のデコーダに近いエラー訂正能力を達成できることを示した。

(論文審査結果の要旨) (A4 1枚 1、200字程度)

本論文は、フリッカーフリー可視光通信 (VLC) システムのための誤り訂正手法を提案し評価している。本システムは、順方向誤り訂正 (FEC) およびランレンクス制限 (RLL) コードをそれぞれ実装し、信頼性の高いデータ伝送を保証し、フリッカーを軽減している。先行研究では、RLL と FEC コードのいくつかの組み合わせが提案されている。ただし、これらでは、一般的な RLL コードが固定的デコーダのみをサポートするため、高いエラー訂正能力を実現できない。

本論文の前半は、VLC 向け FEC として、Polar コードとの直列接続による RLL コードの利用を提案している。エラー訂正機能を改善するために、Polar デコーダのソフト情報を後に生成するソフト入力-ソフト出力 RLL デコーダを採用している。このソフト RLL-Polar デコード方式は、先行研究と比較して最も良好なビット誤り率 (BER) を達成している。

ところで、ソフト RLL-Polar デコーダにより信頼性を向上させるには、VLC チャネルの正確な知識が必要であるものの、実際の VLC システムでは取得が困難である。本論文の後半は、RLL-FEC デコード方式のソフト入力を計算する低ビット復調器を提案している。本復調器は、低ビットアナログ-デジタルコンバーター (ADC) を使用して受信信号の信頼ビットを決定し、VLC チャネルを統計的に特徴付けて、ソフト RLL-FEC デコーダに提供されるソフト情報を生成する。ソフト RLL-FEC デコード方式の主な欠点である複雑さを軽減するため、本論文の最後では、RLL と FEC デコーダの連結部を置き換えるディープラーニングベースのデコーダを提案している。本提案では、1層のリカレントニューラルネットワーク (RNN) の後に全結合層が配置される。また、低ビット復調器を使用して RNN 構造の入力データを生成することが提案されている。評価の結果、提案技術である短ブロック長の RNN ベース・デコーダが、処理速度を大幅に改善しつつ、最新のデコーダに近いエラー訂正能力を達成できることを示した。

以上、本論文は学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。