

スマートフォンでの CSK 変調を用いた色変化パターンを考慮した可視光通信の色認識率向上手法の提案

笥真弥[†] 林田滉世[†] 塚田晃司[†]

和歌山大学システム工学部[†]

1 はじめに

災害発生時には、建物の倒壊による回線の切断や安否確認のための通信量の増大などによって既存の情報インフラが機能しなくなることがある。さらに夜間は、被災地の捜査や被災者の安否確認が困難となってしまう、被災地から外部への情報を送る手段が必要になる。

そこで、本研究では光の色変化を利用した可視光通信に着目している。可視光通信は発見が容易であり、直進性が高く夜間においても使用することができる。

先行研究[1]では、可視光を送信する際にプロジェクタを用いており、屋外にいる時や発光機材がない場合には使用できないという問題があった。そこで、一般的に普及しているスマートフォンなどの端末を送受信のために使用することを想定する。さらに、受信時に色認識を向上させるために、送信側の新たな色変化パターンを提案する。

2 関連研究

可視光通信を用いた研究には、光の明滅を利用して通信を行う「LinkRay」がある[2]。光源の明滅により送られる光 ID を受け取った端末は LinkRay プラットフォームに ID を問い合わせ、それに対応した情報を WEB サーバから取得するというものだ。

色変化から情報を伝達する可視光通信システムに「Picalico」がある[3]。赤・緑・青の3色の点滅パターンから ID を受信し、サーバから ID に対応したコンテンツを取得する。

3 先行研究

本研究グループでは、可視光の色変化を利用した災害時通信システムを提案している[1][4][5]。先行研究において、認識率や利便性の向上・改善を目標にさまざまな研究が行われた。しかし、先行研究における問題点として、LED 発光機(または LED ライト)やプロジェクタを用いることができる環境があること想定しており、屋外での使用が難しく、実用性に欠けることがあった[1][4]。

また、発光が強い場合では白として誤認識されてしまう色が多くなってしまったため、正しい色変化の認識ができないことがあった。さらに、発光が強い場合と弱い場合で白の判定方法が違うため、予めどちらの判定方法を

使用するかを判断するために事前準備が必要であった[1]。

4 提案手法

本研究では、先行研究における問題点を解決するために、屋外での被災時を想定し、送受信にスマートフォンを用いた可視光通信システムを提案する(図 1-a, 図 1-b)。また、白は発光の度合いによって認識が難しいため使用をやめ、先行研究で使用されている赤(R)、黄(Y)、緑(G)、シアン(C)、青(B)、マゼンダ(M)の6色のみを用いて色変化させ、認識率の向上を目指す。

先行研究では、一度誤認識されてしまうとそれ以降の復号が失敗するのを防ぐために、送信する文字を表す色パターンの間に白を挟んで送信していたが、本研究では白の代わりに赤(R)、黄(Y)、緑(G)、シアン(C)、青(B)、マゼンダ(M)の6色を用いた変化パターンを使用する。



図 1-a: 想定環境, スマートフォンで受信



図 1-b: 想定環境, スマートフォンで送信

4.1 送信処理

送信側では、3 シンボル 4 ビットの情報を送信する 4B3T 通信に、3 つのシンボル「+」「0」「-」の登場回数

Method for Improving the Color Recognition Rate of Visible Light Communication Using CSK Code Patterns on Smartphones

[†]Kakehi Mami, [†]Hayashida Kosei [†]Tsukada Koji · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

が均等になる伝送符号方式 MMS-43Code を用いた方式を適用する。この部分は先行研究をベースとしている[1][4]。シンボルに適応した色変化については、図 2 のように六角形の頂点に時計回りで赤 (R)、黄 (Y)、緑 (G)、シアン (C)、青 (B)、マゼンダ (M) を配置した図を考える。「+」、「-」、「0」のそれぞれのシンボルを送信する場合、図 2 のように色を変化させる。全体の流れとしては、メッセージを 8 ビットの 2 進数に変換した後、8 ビットを 4 ビットずつに区切り、4 ビットを取り出した後、MMS-43Code と照らし合わせることで、3 シンボルの信号を得る。その 3 シンボルを繋げて 6 色を送受信することで復号する。その際、メッセージを表す 6 色を挟むように、区切りとなる色パターンを送受信する。送信側の処理の流れを図 3 で簡潔に示す。

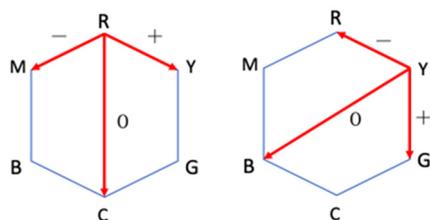


図 2：色遷移と送信シンボルの関係

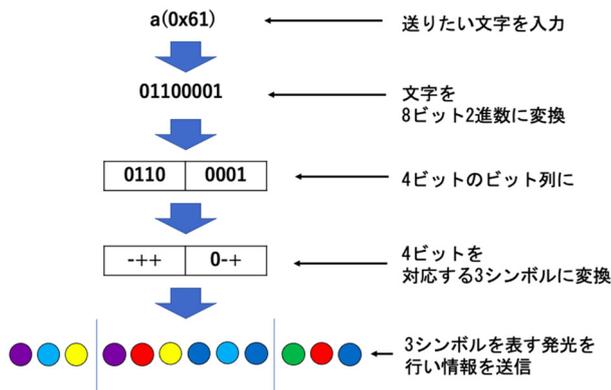


図 3：送信側の処理の流れ

また、区切りとなる色パターンは、先述したように先行研究[1]では白を使用していたが、誤認識の問題があるため、本研究では MMS-43Code での想定パターンに属していない、RGB, CMY の 3 色の並びを区切りパターンとする。

4.2 受信処理

図 4 で受信処理の流れを表す。

(1)(2)では先行研究[1]に従い、受光した RGB 成分を三次元座標に変換し、アフィン変換を用いて二次元座標にし、極座標を出す。(3)では(2)で求めた極座標を用いて角度を計算する。得られた角度を時系列で時間軸方向に並べることで、色角度の時系列三次元曲線を求めることができる。

得られた時系列三次元曲線を MMS-43Code によってあらかじめ想定される時系列変化パターンを一定範囲ごとに比較していく(図 5)。比較した結果、想定されるパターンとの誤差が大きい時、MMS-43Code では想定されていないパターン、つまり区切りの色変化パターンであると

判断する。この区切り色変化パターンを文字と文字の間に挟むことで、色の送信のずれを訂正する。

区切り色変化パターンの判断後は、一定範囲ごとに想定パターンと比較し、MMS-43Code で想定される変化パターンとの誤差が少ないものを出力する。

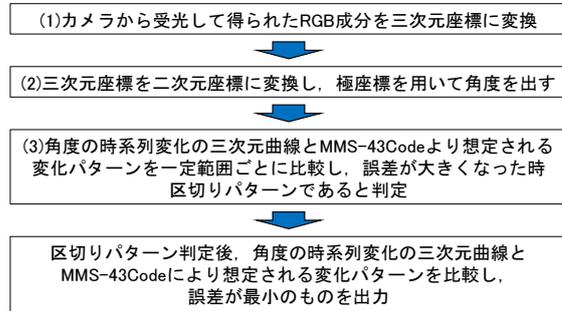


図 4：受信側の処理の流れ

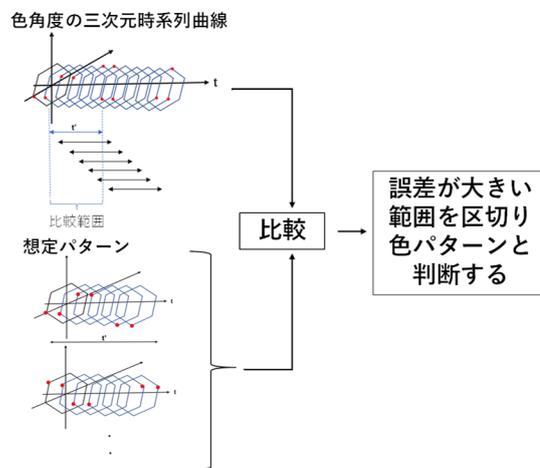


図 5：区切り色変化パターンの判断

5 おわりに

本研究では、災害時可視光通信の際に、スマートフォンを使用することを想定した。また、受信時の色認識を向上させるために、文字を表す色変化パターンの間に、新たに区切りの色変化パターンを提案した。この手法を用いることで、強度な発光により認識しづらくなってしまいう白を使わずに済むため、発光の加減を考慮せずとも利用できるような可視光通信システムが実現されると考える。

参考文献

[1]下前 知世, 藤尾 智彰, 塚田 晃司: 色空間ベクトルの想定時系列変化パターンと類似度を用いて可視光通信の受信誤りを低減する手法の提案, 情報処理学会第 82 回全国大会 (2020)
 [2]パナソニック(株):光 ID ソリューション LinkRay, 入手先 <https://biz.panasonic.com/jp-ja/products-services_linkray> (参照 2022-01-05)
 [3]カシオ計算機(株):可視光通信技術 Picalico(ピカリコ), 入手先<<https://picalico.casio.com/ja/>> (参照 2022-01-05)
 [4]塚田 晃司, 岡崎 匡紀: 災害時における非常時通信のための偽色発生を抑制する非同期 CSK 方式の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.59 No.1 pp.12-21(2018)