

災害時可視光通信における変換パターンを用いた ビットの誤り訂正手法の提案

竹内 稜登[†] 塚田晃司[†]

和歌山大学システム工学部[†]

1.はじめに

災害が発生すると、回線の切断や安否確認のための通信量の増大などで携帯電話などの既存の情報インフラが機能しなくなることが多々ある。さらに夜間では被災地の探索や被災者の安否確認が困難となってしまう、被災地から外部へ情報を送る手段が必要になる。

以上のような状況に対処するために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。可視光通信の光は夜間において目立ち、発信源の特定が容易となる特徴を持つ。可視光通信の利点は無線通信であるため、電波や大掛かりな配線装置が不要であるという点である。

先行研究[1]では光の外乱による色変換のブレによって誤ったビット変換が起きてしまう問題があった。そこで、予め想定される変換のパターンを用意しておき、受け取った結果を照合し、最も誤差の少ないものを出力することで、正しいビット変換に訂正するシステムを提案する。

2.関連研究

可視光通信を用いた研究には、光の点滅を利用して通信を行う「Li-Fi」がある[2]。Li-Fiは目には見えない速度で光の点滅を行い、光の「オン」と「オフ」はそれぞれ2進数の「1」と「0」に対応しており、点滅により得られた2進数のデータを用いて「Wi-Fi」のような通信ができる。

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]。「Picalico」は赤緑青の三色を組み合わせで一定の間隔で変化させることで情報の伝達を行う。

3.先行研究

本研究グループでの先行研究として、発光時の色変化の認識率を向上させる符号化方式を利用した災害時可視光通信手法の提案がある。先行研究では、何色から何色に変化したのかを判断するために3シンボルで4ビットの情報を送信する4B3T通信に、3つのシンボル「+」「0」「-」の登場回数が均等になる伝送符号方式MMS-43Codeを用いている[4]。

A Method of Bit Error Correction by Conversion Pattern for Disaster Communication System using Visible Light Communication

[†]Takeuchi Ryoto, Koji Tsukada · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

シンボルに対応した色変化については、図1のように六角形の頂点に時計回りで赤色(R), 黄色(Y), 緑色(G), 水色(C), 青色(B), 紫色(M), 中心に白(W)を配置した図を考える。中間色を取得した際に推測が容易なのは1色の色変化であるためRGB成分のうちの1成分が変化する2色に「+」「-」を割り当てる。残りの「0」は、3成分すべてが変化する1色に割り当てる。全体の流れとしては、色の初期位置を赤色とし、ビット列から4B3T符号に変換する。変化された3つのシンボルから色配置に従って色変化を行う。

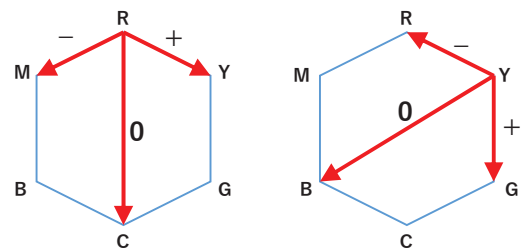


図1：色遷移と送信シンボルの関係

先行研究における問題点として、非同期型通信であるため、蛍光灯や災害時の火災などの光の外乱によって発生する一瞬の色の变化（以降、色のブレと呼ぶ）でさえ、色変化として正常な動作であれば、通常の色変化として処理をすることがあった。そのために送ったメッセージが処理された後、異なるメッセージとなることがしばしばあった。その解決策として、変化する平均時間から短すぎる色変化を検出し、外乱によって生じる「色のブレ」による誤った色変化を訂正する手法がある。しかし、その手法では最初に入ってきた色が間違いであった場合、それを訂正・検出することができなかった[5]。

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、MMS-43Codeによって想定される変換パターンの波形とカメラから受像したRGB成分を二次元にして極座標を用いて計算した時間経過による角度変化の波形との平均平方二乗誤差を計算し、最も誤差の小さいものを出力する手法を提案する。図2で本研究での大まかな流れを表す。

先行研究では、最初にカメラで受像したRGB

の値から「色」を判定して、その色の変化パターンからデータに戻しているのに対し、本研究では、カメラから受像した RGB の値を座標変換し、極座標の角度変化のパターンからデータに戻している。

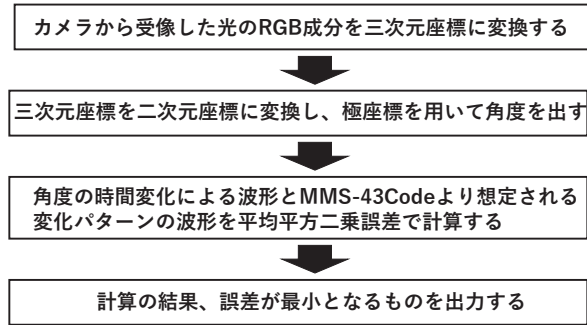


図2：提案手法の流れ

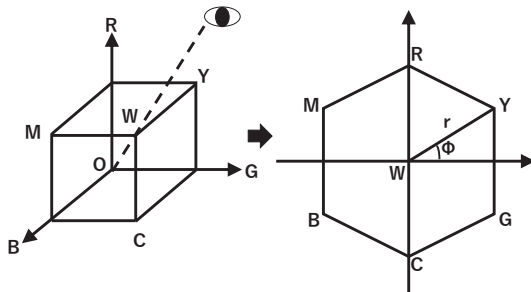


図3：RGB 三次元空間から極座標への変換

本研究では、まずカメラから受け取った RGB 成分を三次元座標に変換する。図3の左の図のように三次元座標を原点 O と白(W)を一直線上に見た場合、右の図のように六角形に見ることができる。この性質からアフィン変換を用いて、三次元座標を二次元座標に変換する。アフィン変換は、y(R)軸を中心とした反時計回りの回転とz(B)軸を中心とした時計周りの回転を行い、白(W)が x(G)軸上に重なるように変換する。この座標変換は以下の式になる。

$$\begin{bmatrix} 0 & \sin \theta_1 & \cos \theta_1 \\ \cos \theta_2 & -\cos \theta_1 \sin \theta_2 & \sin \theta_1 \sin \theta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{B_{\max}}{G_{\max}}, \quad \theta_2 = \tan^{-1} \frac{R_{\max}}{\sqrt{B_{\max}^2 + G_{\max}^2}} \quad (2)$$

アフィン変換で求められた二次元平面上で極座標を用いて角度を計算する。

図4のようにカメラから受像した RGB の値を極座標を用いて求めた角度の時間変化の波形と MMS-43Code によって想定される変化パターンの波形を比較し、平均平方二乗誤差(RMSE)が最小

となるものを選び、出力する。

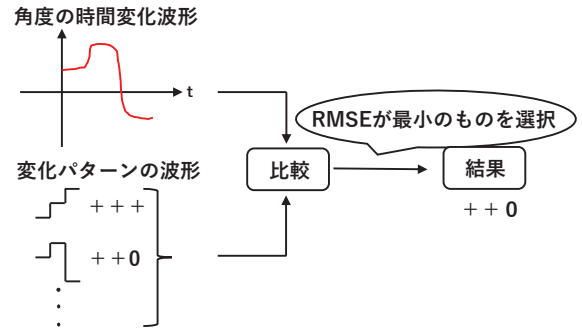


図4：変化パターンの推定

この手法を用いることで外乱による「色のブレ」が生じた場合でも、誤差の最も少ないものを出力することができるので、「色のブレ」が生じたとしても正確な判定を行うことができる。

5.まとめ

本研究では、MMS-43Code によって想定される変化パターンの波形とカメラから受像した RGB 成分を二次元にして極座標を用いて計算した時間経過による角度変化の波形との平均平方二乗誤差を計算し、最も誤差の小さいものを出力することで正しい変化を推定する手法を提案した。この手法を用いることで、より高い色変化の認識率を発揮する可視光通信システムが実現されると考える。

今後、実環境での通信データを用いて性能評価を行う。

謝辞 本研究は、(公財)高橋産業経済研究財団の助成を受けています。

参考文献

- [1]岡崎 匡紀, ほか: 発光色の色変化の認識率を向上させる符号化方式を適用した災害時可視光通信手法の提案, 情報処理学会研究報告, 2016-GN-98(13), pp.1-8, 2016年
- [2]Technology-pureLiFi
<https://purelifi.com/technology/#how-it-works>
- [3]カシオ計算機株式会社: 「可視光通信技術 Picalico (ピカリコ)」
<http://picalico.casio.com/ja/index.html>
- [4]伝送符号方式 MMS-43Code
Infineon Technologies AG: T-SMINTO 4B3T Second Gen.Modular ISDN NT(Ordinary)PEF 80902 Version 1.1
<https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Infineon%20PDFs/PEF%2080902.pdf>
- [5]北中央, ほか: 可視光通信において誤認識の検出および訂正を可能にする色変調方式の提案, 情報処理学会第79回全国大会, 2017年3月