2V-09

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

北中　央†　　岡本　典樹‡　　塚田　晃司†

和歌山大学システム工学部†

和歌山大学大学院システム工学研究科‡

1. はじめに

災害が発生すると，建物の倒壊や回線の切断などの物理的要因によって既存の通信インフラが機能しなくなってしまう．また，安否確認のための通信量の増大に伴って輻輳が発生し情報の伝達が困難になることがある．

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．夜間において光は大変目立ち，発信源が確認しやすいという特徴を持つ．

先行研究では，外乱によって起こる色変化の一瞬の「ブレ」にも反応してしまっていた．そこで，このブレと同様の特徴を持つ色変化を，送信する際に発生しないようにする．これにより，ブレと同様の特徴を持つ色変化を受信した場合に，誤認識と容易に判断し訂正することができるようになる．

この方式により，発光間隔の変化に柔軟に対応しつつ外乱による一瞬の色変化の検出訂正ができる可視光通信を実現する．

2. 関連研究

可視光通信を用いた研究で，光の明滅によってスマートフォンなどに情報を送信する「光ID」がある．光 ID を読み取った端末はサービス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 サーバーから取得するというものだ．この技術を用いることで，駅やテレビ画面に表示された広告にカメラを向けるだけで，WEB ページへアクセスすることができる．

色変化から情報を伝達することができる可視光通信技術に「Picalico」がある．赤青緑の 3 色を点滅させることで情報を伝達する．点滅のパターンから ID を受信し，サーバーから ID に対応したコンテンツ情報を取得する．これにより，工場などの多数の機器の状態を瞬時に把握でき，機器の障害をいち早く検知することが可能になる．

Proposal of the color modulation scheme that is able to detect and correct erroneous recognition in the visible light communication

†Hisashi Kitanaka, Koji Tsukada・Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

‡Noriki Okamoto・Graduate School of System Engineering, Wakayama University

しかし，どちらの関連研究においても，ID を用いてサーバーへアクセスをするため，動的なメッセージを扱うことには向いていない．

3. 先行研究

本研究グループでの先行研究として，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がある．ある色からある色への変化途中の色を取得してしまう中間色取得問題に対して，1 色だけの色変化ならば何色から何色に変化したのかを容易に判断することができる．この先行研究では，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 を用いることで中間色取得問題を解決している．MMS-43Code の対応表を表 1 に示す．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赤色(R)，黄色(Y)，緑色(G)，水色(C)，青色(B)，紫色(M)の順に時計周りに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．

表 1　MMS-43Code Coding Table

ビット列	オフセット（現在の状態）			
	1	2	3	4
0000	+ 0 + (+2)	0 - 0 (-1)		
0001	0 - + (±0)			
0010	+ - 0 (±0)			
0011	0 0 + (+1)			- - 0 (-2)
0100	- + 0 (±0)			
0101	0 + + (+2)	- 0 0 (-1)		
0110	- + + (+1)		- - + (-1)	
0111	- 0 + (±0)			
1000	+ 0 0 (+1)			0 - - (-2)
1001	+ - + (+1)			- - - (-3)
1010	+ + - (+1)		+ - - (-1)	
1011	+ 0 – (±0)			
1100	+ + + (+3)	- + - (-1)		
1101	0 + 0 (+1)			- 0 – (-2)
1110	0 + - (±0)			
1111	+ + 0 (+2)	0 0 – (-1)		

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 R とし，ビット列から 4B3T 符号に変換する．変換された 3 シンボルから色配置に従って色変化を行う．

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

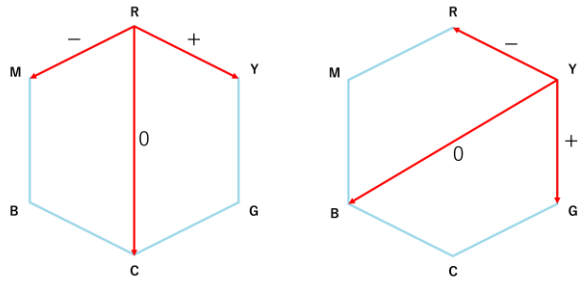


図 1　色遷移と送信シンボルの関係

4. 提案手法

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，蛍光灯などの外乱によって発生する一瞬の「ブレ」に対しても色変化として正常であれば，通常の色変化として処理をすることがあった．そのため外乱が多い環境では，メッセージを復号した際に，送信したメッセージと異なることがしばしばあった．

この色のブレは，ある色から一瞬他の色に変化するものである．例として，赤色を発光中に黄色にブレが発生した際に，その色変化は 4B3T 方式における「+−」のようになる．この色変化は MMS-43Code Coding Table においていくつか当てはまるところがあり，前後の色変化によって全く異なるビット列に変換されてしまう．

本研究グループでは，地上から上空を飛ぶ救助ヘリコプターに対して情報の伝達を行う状況を想定している．そのため，実際の運用においても，発光点とヘリコプターの間に街灯や炎などの外乱となり得る事象が発生することが想像できる．想定される環境を図 2 に示す．



図 2　想定される環境と外乱

そのため，3 つのフィルターを通して，受信した色変化から誤認識の検出訂正する方式を考えた．

1 つ目は，伝送符号方式においてブレと同じ色変化である「+−」「−+」が発生しない Coding Table を用いることで，受信した色変化から色のブレを除去するフィルターである．白色へのブレの場合は，本来の色変化では白色の前後では発光色が異なるという特性を用いる．

2 つ目は，発光間隔による誤認識の除去を行うフィルターである．本システムでは，あるメッセージの送信中に発光間隔を変えることはできない．その特性を利用し，1 つのメッセージを送信する間の平均発光間隔を求め，その平均発光間隔と比べることで，発光間隔の短い誤認識の検出訂正を行う．

3 つ目は，基準となる色との類似度の低い色変化を除去するフィルターである．先行研究では，色の識別に RGB の 3 成分からなる基準ベクトルとの類似度計算を行い，類似度に下限を設けず判別していた．そのため，取得した 3 次元ベクトルが 2 つの基準ベクトルの中間付近に位置する時に，2 色のブレが発生していた．本研究では類似度に下限を設け，外乱の影響を受けた類似度の低い色情報を検出訂正する．

表 2　Coding Table

ビット列	符号	ビット列	符号
0000	00+	1000	0++
0001	0+0	1001	--0
0010	+00	1010	-0-
0011	00-	1011	0--
0100	0-0	1100	+++
0101	-00	1101	---
0110	++0	1110	+0-
0111	+0+	1111	-0+

5. おわりに

本研究では，色変化を用いた非同期型可視光通信において誤認識の検出および修正を可能にする色変調方式を提案した．この手法を用いることで，想定される環境において，発光間隔の変化に対応し，より高い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．

今後の課題として，隣接する色以外へのブレが発生した際の対処法，発光間隔から誤認識を検出する際の判別式，類似度の下限の値をどのように決めるかなどがあげられる．

参考文献

[1] 岡崎 匡紀，岡本 典樹，塚田 晃司：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] 総務省：「大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会」報告書
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000175.html
[3] パナソニック株式会社：「光 ID 技術」
https://www.panasonic.com/jp/corporate/technology-design/technology/lightid.html
[4] 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
[5]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

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.