

# 可視光通信におけるスマートフォンカメラのパラメータ自動制御による通信性能向上手法の提案

佐野承士† 塚田晃司†  
和歌山大学システム工学部†

## 1 はじめに

東日本大震災や熊本地震などのような自然災害発生時には、建造物の倒壊などによって既存の情報インフラが機能しなくなる場合がある[1]. さらに夜間の場合、被災者の捜索が困難になるため、被災地から外部に向けて情報を伝える手段が必要となる。

そこで、本研究では光の色変化を利用して通信する可視光通信に着目している。可視光通信は光で通信するため他者から発見しやすく、夜間においても利用することが可能である。

先攻研究[2]では、スマートフォンを使って従来とは異なる色変化パターンを用いることで色変化をより正確に読み取っていたが、色変化をユーザにも理解できる表現にしていなかったため、色変化を文字に変換してユーザが理解できるようにする。さらに、スマートフォンカメラで自動調整される露出制御やオートフォーカスといった機能を可視光通信に適した値に設定することで通信性能の向上を行う。

## 2 関連研究

可視光通信を用いた関連研究を挙げる。光の明滅を利用して情報を送信する「LinkRay」がある[3]. 照明器具や内照式看板からの光の明滅をスマートフォンで読み取り IDを受信し、LinkRay プラットフォームに IDを問い合わせ、それにリンクしたコンテンツを WEB サーバから取得し画面に表示する。

また、色変化により情報を伝達する可視光通信システムに「Picalico」がある[4]. 送信側は赤・緑・青の3色を一定間隔で変化させることで情報を伝達し、受信側はカメラで読み取った画像の色変化を読み取り IDを受信し、IDに対応したコンテンツをサーバ側から取得する。

## 3 先行研究

本研究グループでは、可視光通信の色変化を用いた災害時通信システムを提案している。先行研究[2][5]では、色変化の認識率の向上や、効率的な光源の追跡手法といった、通信性能を向上させる研究が行われてきたが、具体的にどのように活用されるのかということについては触れられておらず、実用性に欠けている。

## 4 提案手法

本研究では、屋外における被災時を想定し、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). 送信側から色を変化させながら発光させ、その色変化パターンを読み取り文字に変換することで情報を受け取る。

また、最近のスマートフォンのカメラには、一般のユーザでも綺麗に撮影できるように自動焦点機能や自動露出機能などが搭載されている。こういった機能を、周囲の明るさなどによって可視光通信に適した設定に自動で調整することで、通信性能の向上を目指す。

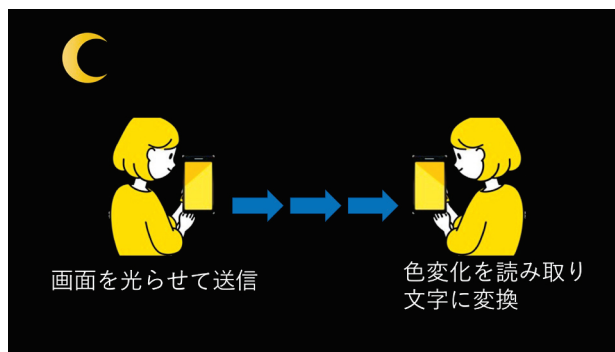


図1 想定環境

### 4.1 送信処理

図2で送信側の全体の処理を示す。送信したい文字を2進数からシンボルに変調を行い、シンボルに対応した色で順番に発光させる。

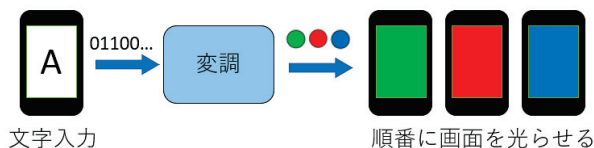


図2 送信側の処理の流れ

変調の方法を図3に示す。変調方式には、先攻研究[2]と同様に、3シンボル4ビットの情報を伝達する4B3T通信に、3つのシンボル「+」「0」「-」の回数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。入力した文字を8ビットの2進数に変換し、それを4ビットずつに区切り、それぞれを MMS-43Code に照らし合わせ、3シンボルの信号を取得し、シンボルに対応した色でスマートフォンの画面から発光させる。

Proposal of communication performance improvement method by automatic parameter control of smartphone camera in Visible Light Communication

†Sano Shoji, †Tsukada Koji

†Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

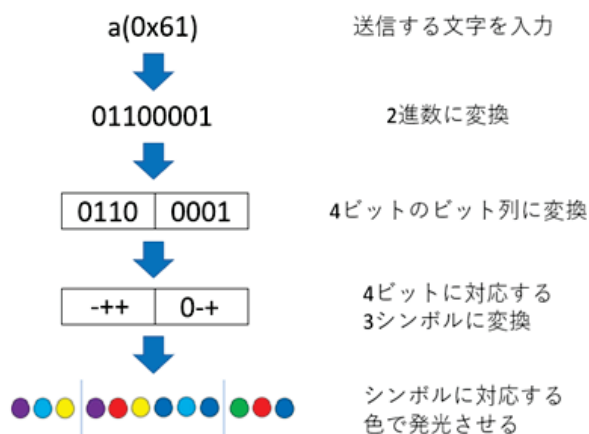


図3 変調の流れ

### 4.2 受信処理

図4で受信側の処理の流れを示す。受信側のスマートフォンが光を受け取ると1フレームごとに画像を読み込みその色変化を読み取り、MMS-43Codeにより復調を行い、得られた文字を画面に表示する。

このとき、カメラに入る光が多すぎると、画像の明るい箇所が白くなってしまふ白飛びという現象が発生し、光源の色識別が困難になる。また、光が少ないと、取得した画像にノイズが含まれてしまい光源の位置特定が困難になる。

そのため、カメラから得られた明るさの情報から、スマートフォンカメラに搭載されているオートフォーカスや自動露出、センサ感度といったパラメータを自動で制御し、最適な明るさになるよう調整する。

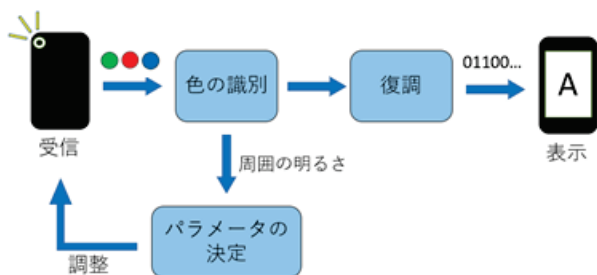


図4 受信側の処理の流れ

### 4.3 カメラパラメータの自動調整

カメラパラメータの決定方法を図5に示す。取得した画像フレームから光源の位置のピクセルの情報を取得し、RGBの値から白飛びもしくはそれに近い状態になっているかを確認する。白飛びになっている場合は、露出時間やセンサ感度、絞り値といったパラメータによって暗く映すように調整する。また、調整により過度に暗くなった場合や周囲が暗い場合には、各パラメータを明るく映すように調整する。

最適なカメラパラメータについては、周囲の明るさや各パラメータを変化させながら可視光通信を行い、最も色認識率の高い値に設定する。

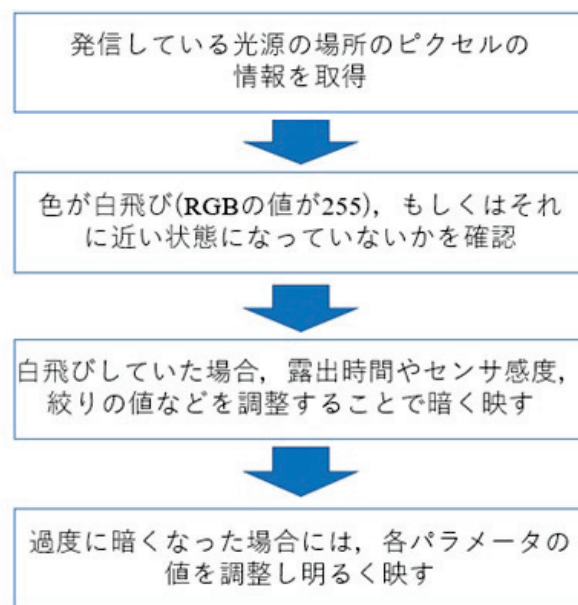


図5 カメラパラメータの自動調整

## 5 おわりに

本研究では、災害時のスマートフォンを用いた可視光通信を想定し、通信性能を向上のためにスマートフォンカメラに搭載されている機能のパラメータを自動で調整する手法を提案した。この手法を用いることで、周囲の明るさに左右されることなく、安定した可視光通信が期待できる。

今後は、カメラパラメータについて、最適な設定を調べるために、周囲の明暗や各パラメータを変更しながら実験する必要がある。その際、通信性能がどの程度上がったのかを先行研究と比較しながら検証する。

## 参考文献

[1]総務省「令和4年度版 情報通信白書」, 入手先 <<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/html/nd242420.html>> (参照 2023-01-11)  
 [2]寛 真弥, 林田 滉世, 塚田 晃司: 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, 情報処理学会第84回全国大会 (2022)  
 [3]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](https://biz.panasonic.com/jp-ja/products-services_linkray)> (参照 2023-01-11)  
 [4]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 2023-01-11)  
 [5]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)