

揺れ、移動を考慮した非常時可視光通信システムの改良と実装

原山 拓士[†] 高田 政裕[‡] 塚田 晃司[‡]和歌山大学大学院システム工学研究科[†] 和歌山大学システム工学部[‡]

1 はじめに

地震や土砂崩れなどの災害時は、物理的障害、人為的な障害などにより既存の情報伝達インフラが機能しなくなってしまうことが多々ある。その際、被災地や孤立地域からある程度離れた外部の場所にメッセージを伝達する方法を考えることが急務である。先行研究において提案した視覚に訴える色の変化によって情報を伝達する可視光を用いた災害時通信[1]は、自然環境にほとんど存在しない発光色の変化を用いることで、気づきやすく、夜間でも目立ち、通常の照明との見分けも付けやすい。

本研究では、信号を目で確認した後にそちらへカメラを向けるという一連の自然な手順で通信を行うことを目指した先行研究を進め、カメラの揺れや移動に耐えうるシステムへと改良することにより、実用上の手間を軽減し、実際の利用環境に即した操作性を備えたシステムの実現を目指す。

2 関連研究

可視光通信における近年の主流は、既存の発光インフラに高速な点滅を付与することで情報を重畳する方式である[2][3]。この手法は、一見ただけでは発光インフラなのか情報を発信しているのか区別できず、災害時の利用には不向きである。また、特別で高価な装置が必要な場合が多い。

先の例と異なり、低速な発光色の変化によって通信を行うものも存在する。しかし、情報を送受信している間、カメラと送信機が静止し続けている必要があるもの[4]や、IDのような固有の情報を発信し続けるもの[5]であり、移動や動的な通信内容の変更には対応していない。

移動を考慮した発光点の認識手法には、高度道路交通システムにおける交通信号機の認識に関する研究が挙げられる。この手法では、移動する乗用車上から信号機を検出・信号の発光色を認識することが出来るものの、信号機の形状

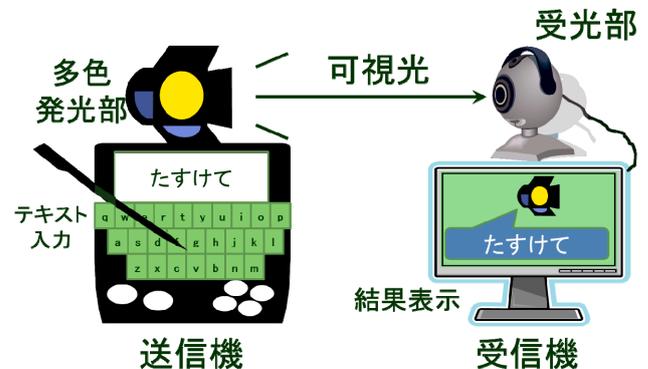


図1: システム構成図

を利用したテンプレートマッチング等により検出するものがほとんどである。そのため、見え方の変化に弱く、多様な発光体への対応が出来ていない[6]。

3 提案手法

既存手法で使用されている色相を用いた変調方式では、発光デバイスが変化すると、色の波長が変わるため、様々な発光デバイスを扱うには不向きである。そこで、IEEE 802.15.7、近距離可視光通信における物理層の実装の1つであるColor-Shift Keying (以下、CSK)を採用する[7]。CSKとは、XY色度図という色座標を用いて情報を伝送する変調方式である。RGB各色の発光強度の比で通信を行うため、光源の波長に影響されず、どのような発光体でも値が等しくなり、多様な発光体への対応が可能となる。また、テンプレートマッチングではなく、風景画像から発光体の輪郭を抽出・追跡することで、揺れ、移動に対応した可視光通信システムの手法を提案する。メッセージ伝達における、本システムの概要図を図1に示す。なお、本研究での改良点は受信側での処理に主眼を置いている。

4 実装・実験

本システムはWindows OS上で、Visual C++ 2010により構築した試作システム上から操作を行う。信号の送信には、[1]で使用したLEDの他に、DMX512-Aに対応したLED照明器具、さらにマイコンとタッチパネルを備えた懐中電灯型の

Disaster Communication System for transfer and shaking, using Visible Light Communication

[†] Takuji Harayama · Graduate School of System Engineering, Wakayama University

[‡] Masahiro Takada, Koji Tsukada · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

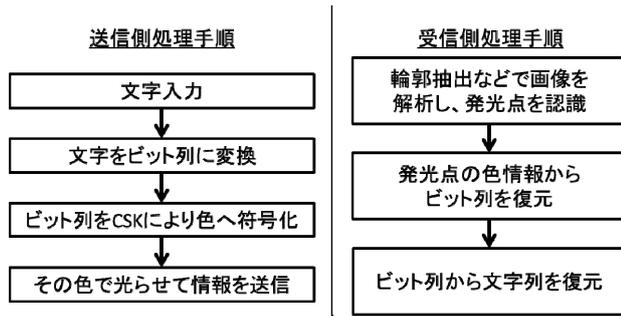


図 2：処理手順概要

自作発光体を使用する。また、受信には USB 接続の Web カメラを使用する。なお、Web カメラは Windows と接続している。

4.1 送信側

文字を送信するために、送信側では、まず入力された文を 2 進のビット列に変換する。そのビットパターンを CSK により符号化し、発光体を光らせる (図 2)。符号化の例を図 3 に示す。既存手法である色相による符号化から CSK を用いた符号化へ変更するにあたり、発光色の測定を予備実験として実施する。大学構内の暗室にて、1m の距離をとって色彩照度計を用いて測定を行う。光の 3 原色である赤・緑・青の発光強度や組み合わせ、混合比率を変えて特性を測り、通信に利用する 4 値～8 値の利用色域を検討する。

4.2 受信側

受信側では、Web カメラの画像を OpenCV によって解析する。処理手順は、まず風景画像中から注目色域のみを抜き出し、2 値化を行う。2 値化画像から輪郭に着目し、抽出を行う。その際、ノイズや輪郭内の輪郭を除去するために、ある程度面積の大きい輪郭のみを抽出する。また、1 つの輪郭がいくつかの隣接した輪郭として認識されてしまう場合があるため、補間処理を施す。続いて、抽出された輪郭画像から、注目している発光点をマウスクリックにより指定し、輪郭の重心の計算を行う。重心位置を数フレーム前の重心位置と比較し、注目輪郭を推定すること

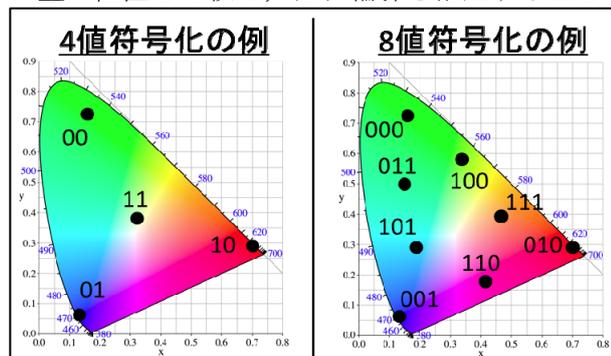


図 3：CSK[7]による符号化例

で追跡を行う。これにより、発光点側・カメラ側のどちらが移動しようとも追跡ができ、またある程度発光体が隠れてしまっても認識することが可能となる。重心位置の色情報を読み取ることで、情報の受信も合わせて行う (図 2)。さらに、同様の処理を並列に行うことで、複数発光点の認識・追跡も可能である。

5 おわりに

本稿では、色の変化による可視光通信を用いて、災害時でも遠隔地に情報を伝達する手法を改良し、揺れ、移動に対応した通信が出来ることを確かめた。今後は予備実験から得た結果を元に、RGB 各色の発光強度を調整し、100m～400m 程度の距離で通信実験を行う。実際に利用環境として想定している、地上と上空を飛行するヘリコプターとの間で通信可能かどうかという有用性の確認が課題ではあるが、同様の環境での実験を予定している。さらなる符号化の改良と高速化を行い、また被災者が発する発光点の見え方から自身の位置との相対距離を算出し、被災者側に位置情報を取得する術が無い場合でも、発信者の位置を推定し、ほぼリアルタイムに被災者マップを作成・共有を行うといった非常時通信システムとしての完成度・信頼度をより高めてゆく必要がある。

謝辞

本研究の一部は、平成 23 年度学術研究助成基金助成金 挑戦的萌芽研究 (研究課題番号 23650029)、独立行政法人科学技術振興機構 平成 22 年度研究成果最適展開支援事業 FS ステージ「多色 LED を用いた非常時通信システムの研究開発」、および、和歌山大学オンリー・ワン創成プロジェクト「中山間地域における災害時の孤立による情報伝達システムの研究」の補助による成果である。

参考文献

- [1] 原山ほか：高輝度フルカラーLED を用いた非常時通信システムの提案，日本災害情報学会第 12 回研究発表大会予稿集，pp. 363-368 (2010)。
- [2] 小峯ほか：照明光 (可視光) を用いた双方向通信システムの提案，信学技報，DSP2002-145，SAT2002-95，RCS2002-214，pp. 41-46 (2003)。
- [3] 可視光通信コンソーシアム：イメージセンサ通信などを利用した長距離可視光通信実験に成功，可視光通信コンソーシアム (オンライン)，入手先 <<http://www.vlcc.net/pr/090323.pdf>> (参照 2011-09-08)。
- [4] 宮奥ほか：C-Blink: 携帯電話ディスプレイによる色相差光信号マーカー，情報処理学会シンポジウム論文集，Vol. 2004，No. 5，pp. 153-160 (2004)。
- [5] 木村：1 箇所の色彩変化 (発光) を使って省スペース化を実現した新コード，自動認識，Vol. 22，No. 3，pp. 55-58 (2009)。
- [6] 仲野ほか：機械学習を用いた交通信号機の検出と認識，情報研報，CVIM-172，pp. 1-7 (2010)。
- [7] IEEE, "Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light", IEEE Standard 802.15.7, Sept. 2011.