

# 発光色の変化により情報の伝達を実現する災害時通信方式の提案

原山 拓士<sup>†</sup> 塚田 晃司<sup>‡</sup>

<sup>†‡</sup>和歌山大学システム工学部

## 1 はじめに

災害時は、建物の倒壊や地割れ、またアクセスの集中などにより電話、メールといった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。さらに、日没を過ぎると被災者の捜索、救出が打ち切られてしまうなど、対面以外でのやりとりがほぼ不可能となる。実際に 2004 年 10 月 23 日 17 時 56 分に発生した新潟県中越地震では、すぐに日没を迎え被災地の確認すら難航した。このような時、ある程度離れた場所にメッセージを伝達するにはどうすれば良いだろうか。笛などで音を出す、無線技術を使用する、光を点滅させるといったことが考えられるが、本研究では最も離れた場所まで変化がわかりやすい光による通信、それも色の変化により情報を伝達する災害時通信を提案する。この手法により、信号発信の知覚、通信内容の確認の流れを円滑にすることを目指す。

## 2 提案手法

災害時に利用される通信手段としては、音によるもの、無線技術によるもの、可視光によるものなどが挙げられる。声や音を発する方法では、その音源がやや曖昧となり、明確な特定はできない。さらに複数箇所から発せられた場合も判別が困難である。また無線技術の利用では、電波が目に見えるものでないことから、いつ信号が発せられても良いように常に機器を待機状態にさせておく必要がある。これは電力を浪費することになり、災害時において好ましいとは言えない。その点、可視光での通信では、発信源が明確に特定出来る上に目に付きやすい。また複数箇所からの発信にも対応出来る。ただし、近年の主流となっている可視光通信は、照明光通信[1]、灯台・信号機による通信[2][3]のように、人間の目に知覚できないほどの高速な点滅

Visible light communications using color-changing LEDs in disaster site

<sup>†</sup>Takuji Harayama · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

<sup>‡</sup>Koji Tsukada · Faculty of System Engineering, Wakayama University

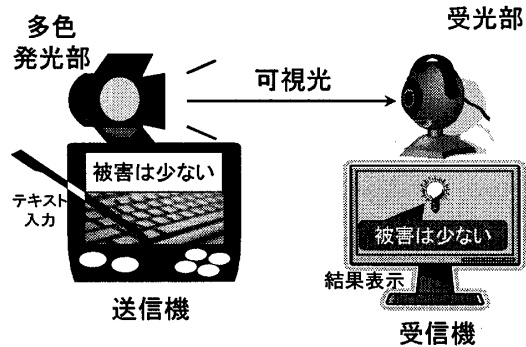


図 1: システム構成図

で情報をやり取りするものがほとんどであり、それには多くの場合特別な装置が必要となる。

そこで今回提案する手法は、一般的な機器を利用し、人間にも情報が発信されていることが認識できるような、従来の高速、単色の点滅ではなく、低速な発光色の変化によって通信を行うものである。既存のものは、屋内を想定していたり、ID タグのように一定の情報を発信し続けていたりするものであり、柔軟な内容の変更には向いていない[4][5]。

## 3 実装・実験

本システムは WindowsXP 上で、Visual C++ 2008 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 LED 発光体を、受信には USB 接続の Web カメラを使用する。なお、Web カメラは WindowsXP と接続している。また発光体は、AC 電源から電力の供給を受ける。本システムの構成図を図 1 に示す。

### 3.1 LED 発光体 (送信部)

ラステール・システムズ社の RLSL-16000 を使用する。発光体に信号パターンを送信するには、USB で接続したコンピュータから行う。一度パターンを発光体に送信してしまえば、それ以後は PC と接続しなくても内蔵 ROM 内に保存したパターンを繰り返し発信する。

試作システムには送信文字列入力欄があり、

テキストの送信に対応している。入力された文に対し、まずそれをビット列に変換する。そのビットパターンを色の変化と対応づけ、送信する色を決定し LED を発光させる。理論上 RGB 値がそれぞれ 256 通りの組み合わせとなるが、Web カメラにそこまでの分解能がないため、単に RGB 値の On/Off でやり取りする。全組み合わせである 8 通りの内、すべて Off である値は除外し、またすべて On である値はリセット信号として使用する。つまり、その 2 通りを除く 6 通りの色の組み合わせを情報伝達に使用する。今回は予備実験の結果、特に識別しやすいことが確認できた赤、緑、青、マゼンタの 4 色を用いる。

### 3.2 Web カメラ (受信部)

Microsoft 社の LifeCam Cinema を使用する。カメラを動作させるために Microsoft 社のドライバのみ使用する。

受信側では Web カメラの画像を OpenCV によって解析する。指定矩形領域内の色相値を計算し、送られてきている信号を受信する。情報をすべて受信し終わってから表示するのではなく、文字 1 つ分の信号が届き次第逐一表示することが可能である。周辺環境によって、信号の判別が難しい場合は Web カメラの入力画像をそのまま利用するのではなく、OpenCV によって加工した画像を用いて解析する。送られてくる信号が複数箇所から発せられている場合は、それぞれ並列に解釈し入力画像上の適切な場所に各解析結果を表示する。

## 4 評価・考察

予備実験として、以下のように評価を行った。今後、距離、天候条件、時間帯、外乱の有無等を考慮した本格的な評価を行ってゆく。

### 4.1 評価

夜間の大学構内の廊下で、約 45m 程度発光体と Web カメラを離して、ビット信号を送信した。十数回実験を繰り返し、誤認識がほぼ無いことを確認した。廊下の照明が点灯している場合も同程度の結果となったことを確認した。

### 4.2 考察

今回実験した範囲では誤認識はほとんど見られなかったが、屋外での実験が不可欠である。また夕日など強烈に色が差す場合には色の識別が困難となり、現状ではあまり機能しなくなってしまうものと思われる。そのため、信号受信前に周辺環境を Web カメラで撮影することで、ある程度画像を補正する方法や、符号化を動的

に変化させる方法が考えられる。ほかにも現在は発光箇所を手動で指定する必要がある、やや操作が煩雑になっている。この部分も画像の特徴点から自動で認識できるようになれば、操作性が向上するものと思われる。

## 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提案し、ビット列での通信ができることを確かめた。しかし、主に通信速度の面で課題が残った。可視光通信のビットレートは点滅周期である。周期を早くすればするほど速度は上がるが、Web カメラでは追えなくなったり、そもそも人間の目に悪影響を与えてしまったりしてしまう。より効率のよい符号化というアプローチからも、さらなる高速化を考える必要がある。そのほか、情報を LED に送る方法を携帯電話などのデバイスから出来るようにするなど、モビリティの向上も考えなくてはならない。まだまだ新しい分野なだけに、改良の余地が多く残る。

### 謝辞

本研究の一部は、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。

### 参考文献

- [1] 小峯敏彦, 春山真一郎, 中川正雄: 照明光 (可視光) を用いた双方向通信システムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告. RCS, 無線通信システム, Vol. 102, No. 549, pp. 41-46 (2003).
- [2] 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 2009-03-23)
- [3] 岡田賢詞, 圓道知博, 谷本正幸ほか: 長距離可視光通信のための LED 信号機検出, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 33, No. 6, pp. 139-144 (2009).
- [4] 宮奥健人, 東野豪, 外村佳伸: 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] 木村昭輝: 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).