

基準色ベクトルの推定に K-means 法を適用した 災害時可視光通信手法の提案

岡崎 匡紀[†] 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、携帯電話などの既存の情報伝達インフラが機能しなくなることが多々ある。さらに日没後は被災地域の探索や被災者の安否確認が著しく困難になってしまう。そのような状況において、被災地から外部へ情報を送る手段が必要になってくる。

以上のような状況に対処する通信方法として、風景に溶け込み難く、夜間でも発見が容易に行える可視光の色変化が考えられる。

色の推定には、観測した色と各色の基準ベクトルとの類似度から推定する。基準ベクトルは周囲の環境やカメラの性能に影響されるため、K-means 法を用いて動的に推定する。これにより、周囲の環境やカメラの性能に左右されずに認識率を向上できるシステムを提案する。

2 関連研究

イメージセンサ通信における研究で、連続的な色変化と色相差により信号の位置とデータを検出する C-Blink がある[1]。点滅周波数が同じ場合、単色光の点滅に比べ 1 光源あたりのデータ通信速度を高くできるが、送信するデータは ID などの決められた情報しか送ることができず、動的なメッセージを扱うことには向いていない。

可視光通信技術を利用した写真共有アプリ「ピカピカカメラ」がある[2]。送信側は赤緑青の光を順番に点滅させ、受信側がカメラをかざすことにより、データを送ることができる。受信側は受け取ったデータをもとに、クラウドサーバ上からコンテンツを取得する。

3 先行研究

イメージセンサ通信は災害時非常時通信に応用されている[3][4]。送信側は文字情報を色情報に置き換え LED ライトで送信する。受信側は Web カメラで光の色を xy 色度図に基づいて認識

し文字情報に復元する。システムのモデルを図 1 に示す。

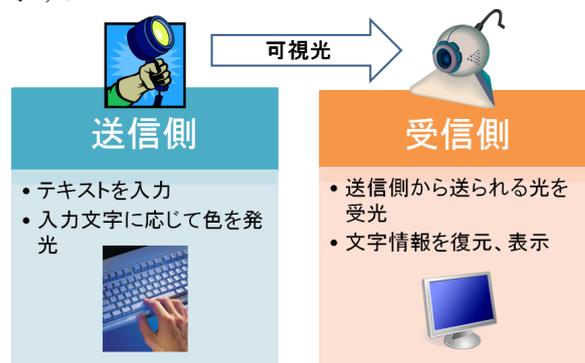


図 1：システムモデル

先行研究[5]では、受信側において色の識別に RGB とその混成色の基準ベクトルとの類似度を用いる。基準ベクトルとは、観測値との比較のための基準となる値である。

基準ベクトルを求めるには、事前に RGB と自然光の三次元ベクトルを用意しておく。しかし、この RGB はカメラや光源の特性により互いに直交していないため、アフィン変換と座標変換により正規直交化を図る。この正規直交化を行う行列を変換行列と呼び、変換行列は事前に求めた RGB の値から求められる。基準ベクトルのイメージ図を図 2 に示す。

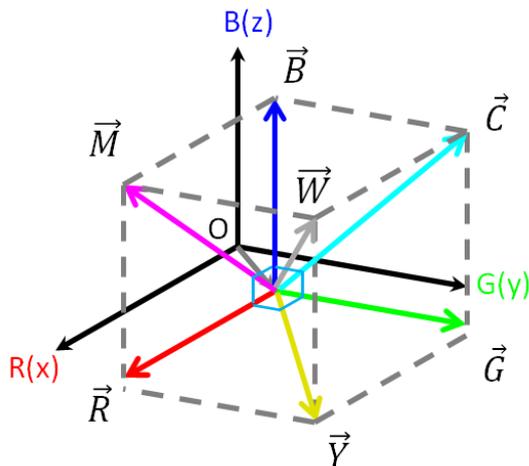


図 2：正規直交化された基準ベクトル

Disaster Communication System using Visible Light Communication applied the K-means Clustering to guess Color of Visible Light

[†]Masaki Okazaki, Koji Tsukada · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

基準ベクトルを求めた後、観測した色のベクトルと各基準ベクトルとの \cos 類似度を計算し、色の推定を行う。

この研究により、高速かつ高認識の通信手法を確立したが、この時用いた変換行列はあらかじめ求めていたものである。実際の場面においては、各場面において RGB を求め、最も適した変換行列を求められるようにする必要がある。

4 提案手法

先行研究においては、基準ベクトルを求めるのに必要な RGB ベクトルを事前に用意していた。しかし、実際には最適な基準ベクトルは環境によって変化していくため、事前に求めていたものとずれが生じてしまう。そこで本研究では、常に変化する最適な基準ベクトルを動的に取得するアルゴリズムを提案する。

はじめに何も光らせていない状態（自然光）と RGBCMYW の光の RGB 値のサンプルを取得する。そして取得したサンプルを 8 つのグループにクラスタリングする。結果を図 3 に示す。

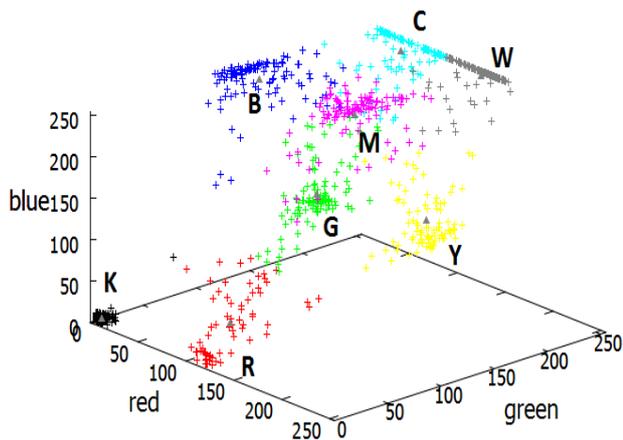


図 3 : 8 色のクラスタリングの結果

クラスタリングの手法には K-means 法を用いる。K-means 法を用いてクラスタ中心を求めるアルゴリズムを以下に示す。

1. 観測したサンプルデータ全てにランダムにクラスタを割り当てる。
2. 各クラスタの中心を割り当てられたデータから求める。具体的には、割り当てられたデータの算術平均を求める。
3. 各データと全てのクラスタ中心との距離を求め、最も近いクラスタに割り当て直す。
4. 全てのデータの所属クラスタに変化がなければクラスタ中心を確定し終了。変化があれば 2 へ戻り繰り返す。

ただし、K-means 法は結果が初期クラスタのランダムな割り当てに大きく依存するため、最適な解が得られるとは限らない。その初期値の選

択手法を改良したものとして、K-means++法がある。K-means++法は、初期のクラスタ中心はなるべく離れていたほうが良いという考え方に基づいている。はじめにランダムにデータを一つ選び、一つ目の初期クラスタ中心とする。それ以降は選んだデータから遠く離れているデータを優先的に選択し、初期クラスタ中心とする。必要なクラスタ中心を決めた後、手順 3 から同様の処理でクラスタリングを行う。

8 つのクラスタ中心を求めた後に、それぞれがどの色の基準ベクトルであるかを識別する必要がある。8 つの色はそれぞれ RGB の各成分を含む(1)か含まない(0)かによって判別することができる。基準ベクトルのそれぞれの RGB 値の平均を計算し、平均より高い場合を 1、低い場合を 0 とし、01 の並びで各色を識別する (表 1 参照)。

表 1 : 各色と RGB 成分の組み合わせ

色	(R,G,B)	色	(R,G,B)
黒(自然光)	(0,0,0)	シアン	(0,1,1)
赤	(1,0,0)	マゼンタ	(1,0,1)
緑	(0,1,0)	イエロー	(1,1,0)
青	(0,0,1)	白	(1,1,1)

以上により、取得したサンプルから常にクラスタ中心を更新することにより常に現在の環境に適した基準ベクトルを求めることができる。

5 実装

本研究は Windows 7 OS 上で Microsoft Visual Studio 2010 において実装した。OpenCV2.4.5 をインストールし、プログラムを作成した。受信機側で用いる USB カメラにはセンサーテクノロジー社の STC-TC33 を使用した。

6 おわりに

本研究では基準ベクトルの推定を動的に行うシステムを導入することにより、実際の現場での使用に耐えうるシステムを提案した。今後の課題として、実際の場面において実験を行い、本研究の有効性を確認することがあげられる。

参考文献

- [1] 宮奥 健人, 吉田 悠一, 東野 豪, 外村 佳伸 : C-Blink : 携帯端末カラーディスプレイによる色相差光信号マーカー, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D-1, No. 10, pp.1584-1594, 2005.
- [2] カシオ計算機株式会社 : ピカピカカメラ, 入手先 <<http://www.casio-isc.com/ja/>>
- [3] 原山 拓土, 村吉 翔大, 塚田 晃司 : 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 年 10 月
- [4] 原山 拓土, 高田 政裕, 塚田 晃司 : 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, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012 年 3 月
- [5] 岡 裕大, 塚田 晃司 : RGB 色ベクトルの推定を用いた災害時可視光通信システムの提案と実装, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013 年 3 月