

物体の固有反射スペクトルを利用した多チャンネル光 ID システム

1211001 齋藤 嶺 (光制御・ネットワーク研究室)

(指導教員 小林 弘和 准教授)

1. 研究背景・目的

近年、LED の普及から可視光通信が実用化されている。可視光通信では人の目に見える可視域の波長 (約 400nm ~ 700nm) を持った電磁波を通信の媒体とする。可視光通信は電磁波による生体や電子機器への影響がなく、電波法の規制外である為扱いやすい。

この可視光通信の実用化例として光 ID 送信というシステムがある。光 ID 送信システムのイメージを図 1 に示す。このシステムでは LED 照明の光を人の目に見えない速度で変調し、その光に固有の ID 情報を搭載して物体に照射する。受信側は LED 照明光の照射物をスマートフォンなどのカメラで撮影する。次にカメラから得られた情報を元にデバイス上で復調し、ID 情報を得る。得られた ID をもとにクラウドなどの外部にアクセスし、ID に対応するホームページや画像などを表示することで物体固有の情報が配信できる。

しかし従来のシステムでは情報源の数だけ光源が必要となる。そこで本研究では物体の固有反射スペクトルを用いて、単一光源で複数の物体に対しそれぞれ異なる情報を送信可能なシステムの構築を目的とする。

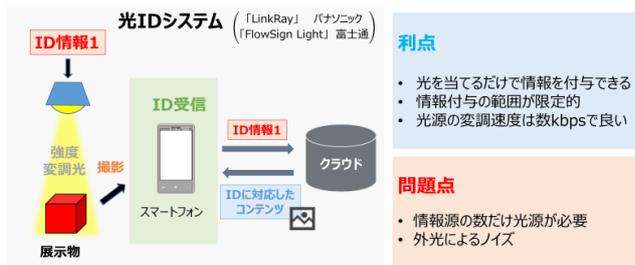


図 1 光 ID システム

2. LED 変調

目標とする光 ID 送信システムを構築するには LED の変調方法を確立する必要がある。そこでまず、光源のスペクトルを変化させたときの物体の固有反射スペクトルを観測する。観測された物体ごとの反射スペクトルを行列 Λ として扱い、LED 光源から照射する波長の光強度をベクトル \vec{I}_{in} で表すと、図 2 に示すように、各物体からの反射光強度 \vec{I}_{out} は $\vec{I}_{out} = \Lambda \vec{I}_{in}$ と表せる。行列 Λ は正方行列ではないが、一般化逆行列 Λ^{-1} は求めることができる。したがって反射光として受信したいデータ列 $\vec{I}_{out}^*(t)$ を得るためには Λ^{-1} を用いて各波長の照射強度を $\vec{I}_{in}^*(t) = \Lambda^{-1} \vec{I}_{out}^*(t)$ とすれば良い。

$$\left(\begin{array}{c} \text{固有反射スペクトル行列 } \Lambda \\ \text{照射の光強度 } \vec{I}_{in} \\ \text{反射強度 } \vec{I}_{out} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} I(\lambda_1) \\ \vdots \\ I(\lambda_N) \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} I_R \\ I_B \end{array} \right)$$

図 2 固有反射スペクトルと反射光強度

3. 実験構成

実験構成を図 3 に示す。まず白色 LED 光源の光を回折格子でスペクトルごとに分光する。続いてデジタルマイクロミラーデバイス (DMD) と呼ばれる多数のマイクロミラー (一

辺 10 μ m) が配列した素子を用いて任意のスペクトル領域のみを反射して変調を行う。今回は Texas Instruments 社の DLP Lightcrafter を DMD として使用した。この光を物体の反射スペクトルを模したカラーフィルタに通しフォトダイオードを用いて観測する。今回は DMD をパソコンから操作して変調を実現するためのプログラミング環境を構築した。一般化逆行列を用いた LED の変調プログラムを作成し、その動作結果を測定した。

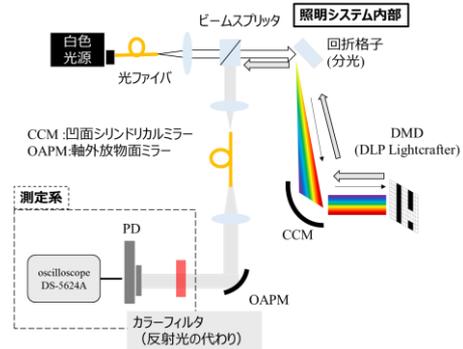


図 3 実験構成

4. 実験結果

4.1 資料の構成

3 つの物体に対して異なる情報を送ることを仮定とし、以下の 3 種のカラーフィルタの条件で LED 変調を実行した。

カラーフィルタ	送信データ
FGL495 (495nmLPF)	4KHz で ON/OFF 切替
FGL550 (550nmLPF)	2KHz で ON/OFF 切替
NoneFilter (フィルタなし)	1KHz で ON/OFF 切替

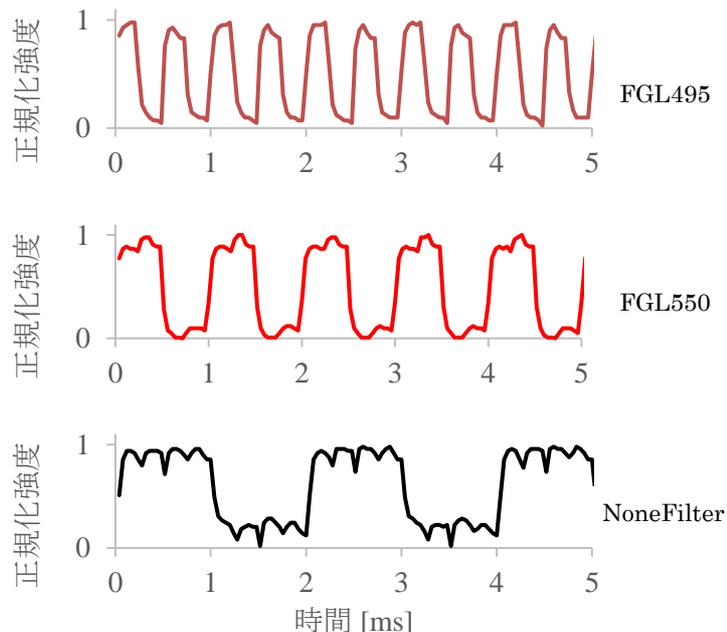


図 4 3つの物体に対する LED 変調

5. まとめ

物体の固有反射スペクトルを利用した多チャンネル光 ID システムの構築を目的とした。目的の LED 照明光変調による情報送信システムを実現させた。