

可視光通信による視覚障害を配慮した実験用 LED 街路灯

Information Ensuring by LED Visible Light Communication for the Visually Impaired

巽 久行¹ 村井 保之² 荒木 智行³ 宮川 正弘¹
 Hisayuki Tatsumi Yasuyuki Murai Tomoyuki Araki Masahiro Miyakawa

1. はじめに

可視光通信とは、照明や信号に使われる LED のような可視光素子を高速に点滅させてデータを符号化することにより、視覚では可視色にしか見えない可視光に情報を載せる技術である。例えば、歩行者用信号機に安全情報を付加することで、受光器を持った視覚障害者が信号の色や残り時間を知ることができる。著者らは既に、可視光通信を利用した視覚障害補償を取り上げて[1]、どのような情報伝達や支援が行えるかを、試作機を作成して実験した。本報告はこれを発展させて、視覚障害補償支援の一例として、可視光通信を利用した実験用 LED 街路灯の構築に挑戦する。

2. システムの概要

図1に、可視光通信を行なう LED 街路灯の考えを示す。本研究で目標とする視覚障害を配慮した実験用 LED 街路灯は、可視光通信受光端末を持つ視覚障害者に対して、安全に歩行が行なえる領域と、そうでない領域の区別を、異なる光で与えることができる。また、歩行領域以外の情報として、現在地情報や道案内、進行先にあるランドマークや横断歩道の情報などを盛り込むこともできる。

図2は本システムの補償支援の説明であり、黄色領域は歩行可能な領域、赤色領域は歩行不能な領域である。街路灯の LED 照射角で異なる光を出すことにより、可視光に危険度情報を付加できることを表している。

現在、LED 街路灯を設置している自治体は徐々に増えており、5年後には街路灯の約75%が LED 街路灯になるとの試算も報告されている。

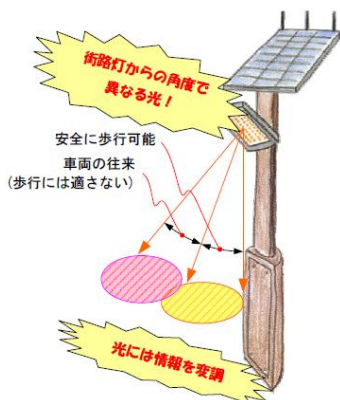


図1. 可視光通信を行なう LED 街路灯

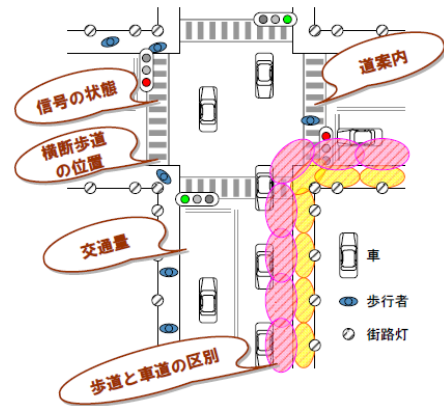


図2. 視覚障害補償支援の例

3. 試作機器の開発

可視光通信を利用した実験用 LED 街路灯システムでは、一灯の LED 街路灯から複数の信号を送出することにより、受光した信号から街路灯の角度が判別できるので、現地点での歩道上の位置を知ることができる。例えば図3に示すように、受光した信号から A, B, C の違いにより、歩道上のどの辺りを歩行しているかを理解できる。

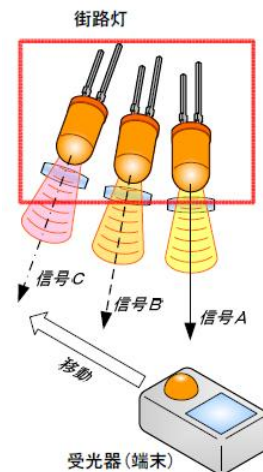


図3. 受光信号による角度検出

本研究では、デジタル信号の2値(0または1)に対応して光の位相を切り替える BPSK (Binary Phase Shift Keying) 変調方式を採用している。作成中のシステム全体の構成を、図4に示す。送信側の PSK 変調に対する受信側の変調波は、さらなるデータ復調の精度向上を図らなければならないものの、実験では正しく復調されて動作していることが確認できた。

1 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology
 2 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University
 3 広島工業大学, Hiroshima Institute of Technology

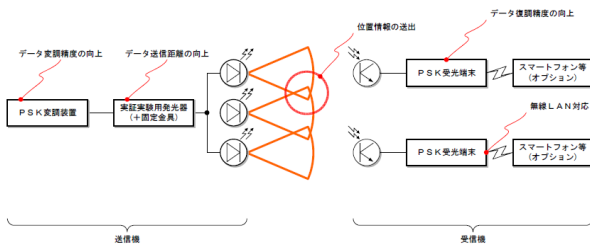


図 4. 実験用 LED 街路灯システムの構成

光は直進性を持つので、光を用いた情報伝達は見通しの良い範囲に設置する必要がある。また、現在主流の LED は、光の出力が 2W 程度であり、高性能なレンズの使用といった光学的な工夫を行なっても、情報伝達可能な距離は数メートルから 10 数メートル程度である。一見すると、この光の直進性と発光出力の制限は、情報伝達の範囲を制限する足かせとなりかねない。しかし、音や電波を媒体としたものと異なり、情報の伝達を限られた範囲に留めたい場合などは逆に有効に働くと考えられる。本研究においては、この光が到達する場所が制限される特徴を利用して正確な位置情報の把握を目指す。本研究では、街路灯等の上方から発光される光を利用することを想定し、その発光源との位置関係より、受光側の位置を割り出す方法を考える。街路灯などの利用は、発光量がある程度必要であることと、対象物が万遍なく照らされる必要がある。そのため、街路灯等の発光源は複数の LED を搭載し、各々の光軸を微妙に変化させることで、発光される光をオーバーラップさせ、光を広範囲かつ安定的に照射することにした。

図 5 に示すように、オーバーラップされた各々の LED に対して異なった情報を印加することができ、かつ、混合された情報を受光側で分離できるならば、受光側は光の到達範囲内を移動する限り、刻々と変化する位置情報を把握することが可能となる。

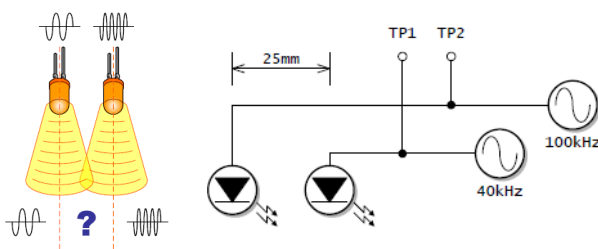


図 5. 光のオーバーラップ

以下、伝送された光の混合と分離を検証する。図 5 に示すように、LED を 2 個用意し、一定距離をもって設置する（ここでは距離を 25mm とする）。設置された各々の LED から異なる信号を印加した光を発行させる。ここで発行する光を α 、 β とし、 α を 40kHz のサイン波、 β を 100kHz のサイン波とする。受光側はフォトダイオードにより、受光した光を電気信号として処理する。受信した電気信号は増幅回路で 100 倍に拡大し、その後 α 、 β が通過するバンドパスフィルタにより、それぞれを分離する。この α 、 β のサイン波は、BPSK 通信の搬送波を想定する。

BPSK 通信は、伝送するデジタル信号の 0/1 符号に合わせ、搬送波の位相を 180 度変化させる通信方式のため、受光側でこの α 、 β の波形が分離できれば、本研究の目的が達せられることとなる。結果は、図 6 に示すように、2 つの異なる LED から発行された α 、 β の信号は、自然と混合されて受光側に到達する。そして受光側において、十分増幅し選択度の高いバンドパスフィルタを通過させることで、2 つの光は確かに分離できた。図 7 に、そのときの実験の様子を示す。

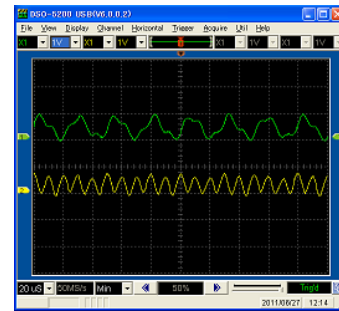


図 6. オーバラップされた光の分離結果

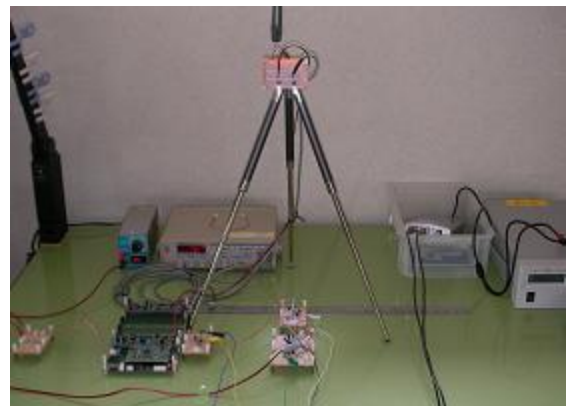


図 7. 分離実験の様子

4. まとめ

視覚障碍補償支援の一例として、可視光通信を利用した実験用 LED 街路灯の構築を行なっている。現在は実験段階にあるが、光の直進性と有限の出力による到達距離の制限を利用することにより、局所的な位置情報の検出に利用できることが分かった。この伝送される光に緯度や経度を印加することで、従来に比べて狭隘かつ精細な位置検出システムに応用することが期待される。

謝辞：本研究は、平成 22 年度国立大学法人筑波技術大学競争的教育研究プロジェクト事業“双方向可視光通信を用いた視覚障碍補償支援の検討”の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。また、機器を製作・納品頂いたビー・スペース社およびキース社に深謝する。

参考文献

[1] 巽, 河原, 村井, 荒木, 宮川: “視覚障碍者のための LED 可視光通信による情報確保”, FIT2010 (第 9 回情報科学技術フォーラム), K-054, pp.741-742, 2010 年 9 月。