



可視光通信を利用した交通信号制御 回線集約化等に関する調査研究

1 まえがき

LEDを用いた可視光通信は、新しいメディアとして注目されている。また、LEDを用いた交通信号機は、その格段に高い視認性及び省エネ効果と相まって着実に普及が進んでいる。このような背景の元、当協会ではLED交通信号灯器を活用した可視光通信システムを開発し、これを隣接交差点間の交通信号機制御回線として利用し、これら回線を集約することで交通管制センターと交通信号機間の制御回線費用の大幅な削減を図ることを目的に平成20年度を初年度として調査研究を行ったのでその概要を報告する。

2 通信要件の整理

回線集約化のシステムとして、図1に示すとおり、3交差点を9,600bit/sの回線に集約することを前提に、可視光通信区間の所要伝送速度を検討した。

5分間の総データ量（上りデータ量=17,648byte、下りデータ量=7,209byte）をもとに、データ集中及び遅延時間限度などから、可視光通信区間に必要な伝送速度を求めると、 $X > 3,478$ (bit/s)を得た。従って、可視光通信区間として伝送速度4,800bit/s以上あれば運用上問題ないと考えられる。

なお、可視光通信の目標距離は、300メートルとした。

3 環境測定実験

実環境下における可視光通信の通信阻害要因として、①雨、霧、雪、スモッグ、陽炎などで信号光が散乱されることによる受光レベルの低下 ②風や車両通行などで生じる振動による光軸の変動

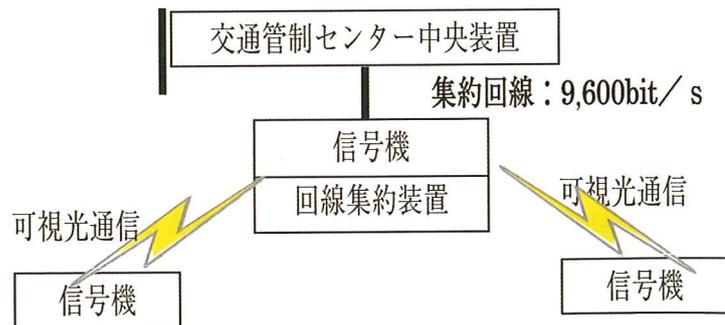


図1 回線集約化のシステム構成

(受信装置の設置は信号機アームを想定) ③太陽光、車のヘッドライトなどの外乱光によるノイズ等、があげられる。これら3つの要因が可視光通信に与える影響度合いを調査するために実際の交差点に画像データ収集カメラ、加速度計、気象センサーなどで構成される環境測定用装置を設置しデータを収集し分析を行った。(カメラ設置状況を写真1に示す。)

データ解析結果の概要は、以下のとおりである。

(1) 距離による輝度差特性

環境測定実験場所では、それぞれ、120m、220m、340m及び450m先の4交差点の信号機を観測している。それぞれ信号機の輝度最大値を図2に示す。

多少の差はあるが、距離によらず、おおむね同じ輝度を得ている。これは、イメージセンサ通信の特徴を示している。

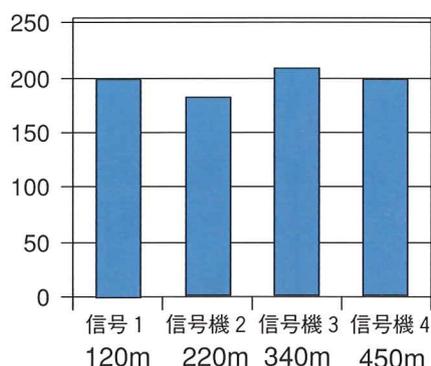


写真1 カメラ設置状況

(2) 天候による輝度差の変動特性

晴天、雨天など天候による1日の平輝度を見ると、雨天時には雨滴散乱等均による影響で受光レベルが低下していることが推察される。更に雨量の大きい日の輝度低下の度合いを確認し、通信可能限界値を得る必要がある。

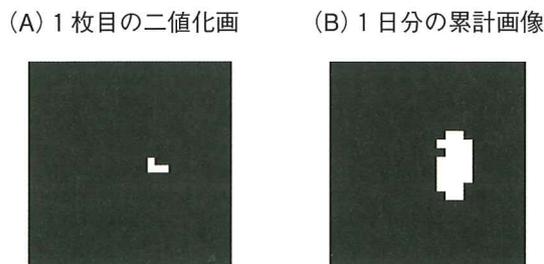
図2 青色灯火の距離による輝度の差



(3) 画像ブレの解析

受信方式の1つであるイメージセンサ通信では、基本的に逐次撮像画像の最適な座標もしくは座標群の輝度変化に基づきデコードを行う。本来信号機同士は固定であるので、センサー面の標的座標を設定するだけで、高度な標的探索処理やトラッキング処理を必要としないことも期待できる。画像ブレの大きい例を図3に示す。本例のブレ幅の標準偏差値は、5.5ドットであった。

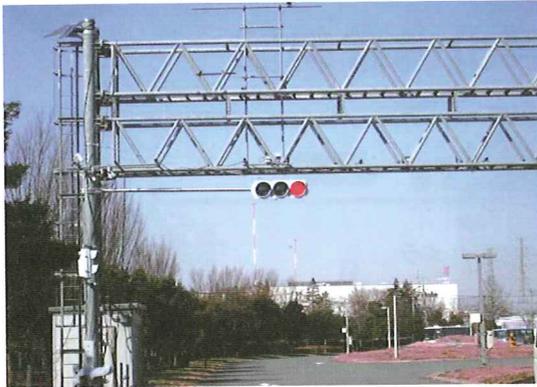
図3 画像ブレ解析処理結果



画像ブレの解析結果から、遠距離の場合は、標的となる画像の時系列変動に伴うトラッキング処理の必要性を暗示するが、近距離であれば、受信座標範囲を予め設定するだけで十分と考えられる。

4 可視光通信実験

LED 信号機を用いた可視光通信機能の確認のため基本実験を行った。実験の内容は、信号制御機との接続試験及び簡易的な通信品質評価である。



送信用 LED 信号機の設置



制御状況確認用信号

信号制御機との接続試験は、2種類の信号制御パターンを用意し、可視光通信により信号制御パターンを交互に送信し信号制御に反映されることを確認した。通信品質評価は、2,800byte 長によるエラーレート測定を行い、受信エラー“0”を確認した。

調査研究に用いた4社の実験装置の諸元概要は、表1に示すとおりである。

表1 実験装置の諸元概要

項目		T・K・N 社実験装置	NS 社実験装置
通信方式	伝送レート	1,100bps (K 社)、 1,200bps (T、N 社)	4,800bps
	変調方式	On off keying 方式	サブキャリア (28.8Khz)
	符号方式	I-4値 PPM(図4参照)	4 値 PPM (図5参照)
受信センサー部	受信方式	イメージセンサ方式	フォトダイオード方式
	フレーム・レート	4,000fps (T 社) 4,600fps (K 社) 4,800fps (N 社)	—

