

# LED アレーと高速度カメラを用いた可視光通信の研究開発 (092306004)

## Research and Development of Visible Light Communication Systems Using LED Array and High-Speed Image Sensor

### 研究代表者

山里敬也 名古屋大学教養教育院

Takaya Yamazato

Institute of Liberal Arts and Sciences, Nagoya University

### 研究分担者

岡田啓<sup>†</sup> 圓道知博<sup>††</sup>

Hiraku Okada<sup>†</sup> Tomohiro Yendo<sup>††</sup>

<sup>†</sup>名古屋大学エコトピア科学研究所 <sup>††</sup>名古屋大学大学院工学研究科

<sup>†</sup>EcoTopia Science Institute, Nagoya University <sup>††</sup>Graduate School of Engineering, Nagoya University

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

## 概要

本研究開発課題では、運転者が視覚的に認識する信号機情報に加えて、LED 信号機から安全運転支援情報を可視光通信により伝送することで、交差点事故の削減を目指す。具体的には、車両が遠方より信号機のある交差点へ進入するケースを想定し、データ伝送装置として LED 信号機 (LED アレー)、その受信装置として車両に搭載する高速度カメラを用いた路車間通信システムの研究開発を行う。さらに、運転者への安全運転支援を効果的に行うことを目的に、LED 信号機と車両までの距離に応じて異なる情報が伝送できる階層的符号化方式の試作装置の研究開発を行う。

## Abstract

This research aims to improve the visible light communication system using LED array and high-speed camera by proposing what we call “hierarchical coding.” We consider the scenario that a car is approaching to an intersection and driver assist information is transmitted for LED array, liken to an LED traffic light. We have demonstrated a real time data reception in a driving situation. As results, the high priority text data can be obtained from 110m and the low priority audio data can be obtained from 30m.

## 1. まえがき

本研究開発課題では、路車間通信によるインフラ協調型安全運転支援システムの実現を目的に可視光通信の研究開発を行った。具体的には、車両が遠方より信号機のある交差点へ進入するケースを想定し、データ伝送装置として LED 信号機 (LED アレー)、その受信装置として車両に搭載する高速度カメラを用いた路車間通信システムの研究開発を行った。

## 2. 研究内容及び成果

図 1 に本研究開発課題で実現する路車間通信によるインフラ協調型安全運転支援システムのイメージ図を示す。本研究開発課題では、運転者が視覚的に認識する信号機情報に加えて、LED 信号機から安全運転支援情報の伝送も行うことで、交差点事故の削減を目指す。さらに、運転者への安全運転支援を効果的に行うことを目的に、LED 信号機と車両までの距離に応じて異なる情報が伝送できる階層的符号化方式の試作装置の研究開発を行った。階層的符号化方式は LED 信号機と車両の距離が遠い場合、つまり交差点進入のかなり前から重要な、すなわち優先度の高い安全運転支援情報を伝送できる。また、車両が交差点 (LED 信号

機) に近づくと、優先度の高い情報に加えて優先度の低い安全運転支援情報も伝送できる。本研究開発課題では、このようなシステムを構築することで、交差点での事故を減少できる路車間通信の実現を目的とした。

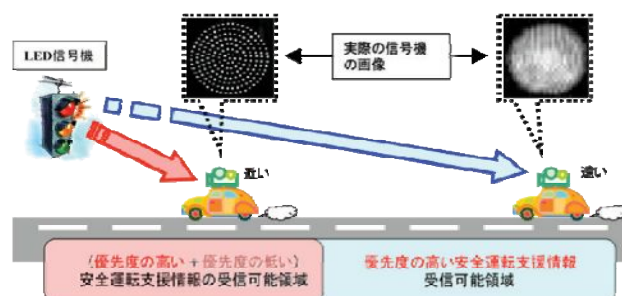


図 1 本研究開発課題で実現する路車間通信によるインフラ協調型安全運転支援システム

平成 21 年度は準静止環境における階層的符号化方式の高速・高信頼性化を目指し、検討を重ねてきた。その結果、復号誤り率の改善により伝送距離を伸ばすことに成功し、さらに、伝送速度を 4 倍に高速化した。

平成 22 年度は、平成 21 年度の結果をもとに、移動環境における階層的符号化方式の高速・高信頼性化を目指し、

検討を重ねてきた。その結果、反転信号を用いた新たな LED アレイの高速認識手法を提案し、移動時でもロバストな LED アレイの追従ができ、かつ、ダイバーシチ受信による高信頼性化にも成功した。

また、目標には掲げなかったが、リアルタイム化にも成功した。以上の成果を踏まえ、2011 年 1 月 30 日には外部有識者会議の委員をお招きして公開実験を行なった。公開実験では、LED 信号機に見立てた LED アレイからデータ伝送を行い、車輦が 100m 先から交差点へ近づいて信号待ちをするという状況を想定した。伝送する情報としては、100m 先からテキスト情報（信号機の色、時間）、30m 手前ではテキスト情報に加えて音声情報（音楽）も正しく受信できることを確認してもらった。

さらに 3 月 6 日には広報機関向けの公開実験を実施した。報道機関向けの公開実験については、翌日の中日新聞および毎日新聞の朝刊に掲載された。

以上の結果から目標達成度をまとめると次のようになる。

| 目標                                                                                      | 得られた成果                                                                                | 達成度  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 車と LED 信号機(LED アレイ) までの距離が 70m ～ 30m の範囲において優先度の高い安全運転支援情報を 4kbps で伝送できる技術の確立           | 16kbps (従来の 4 倍) の伝送レートで 70m までエラーフリー伝送を達成。                                           | 100% |
| 車と LED 信号機(LED アレイ) までの距離が 30m 以下の範囲において安全運転支援情報(優先度の高い情報+優先度の低い情報)を 16kbps で伝送できる技術の確立 | 30m まで 128kbps (従来の 4 倍) の伝送に成功。                                                      | 100% |
| 国内外の学会等での口頭発表 4 件、特許 1 件の申請、論文 1 件の投稿                                                   | 招待論文 1 件、国際会議(査読あり)への投稿 9 件、口頭発表 9 件、特許 0 件                                           | 90%  |
| 70m 先にある LED 信号機(LED アレイ)を車載した高速度カメラを用い 3ms 以下で認識、追従する技術の確立                             | 反転信号を用いた LED アレイの高速認識および追従法を新たに見だし、その有効性を確認した。                                        | 100% |
| 国内外の学会等での口頭発表 6 件、特許 1 件の申請、論文 2 件の投稿                                                   | 論文(査読あり) 2 件、国際会議(査読あり) 1 2 件、口頭発表 1 2 件、特許申請 1 件、受賞(FIT 論文賞) 1 件、報道発表 1 件(新聞 2 誌に掲載) | 100% |

### 3. むすび

本研究開発課題では、路車間通信によるインフラ協調型安全運転支援システムの実現を目的に可視光通信の研究開発を行った。具体的には、車輦が遠方より信号機のある交差点へ進入するケースを想定し、データ伝送装置として LED 信号機(LED アレイ)、その受信装置として車輦に搭載する高速度カメラを用いた路車間通信システムの研究開発を行った。本研究開発は、提案時の目標と研究計画をほぼなぞる形で実施した。その結果として、当初掲げた目標については全て十二分な成果が得られと思っている。

また、評価委員会からデモンストレーションを行うようにコメントを頂いた。これを受け、平成 22 年度は当該年度の目標に掲げていなかったリアルタイム伝送も検討をし、さらに伝送する情報の具体例と本研究開発の有効性を示すことを目的に平成 23 年 3 月に公開実験を行った。このコメントが無ければ、このような進展は無く、大変貴重なコメントを頂いたと感謝している。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] 山里敬也、“LED アレイと高速度カメラを用いた可視光通信の ITS への応用”、電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ誌 Fundamentals Review: FR Vol.3 No.2 pp45-53 (2009 年 10 月)
- [2] H. C. N. Premachandra, T. Yendo, M. P. Tehrani, T. Yamazato, H. Okada, T. Fujii, M. Tanimoto, “LED Traffic Light Detection Using High-speed-camera Image Processing for Visible Light Communication System”, The Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, Vol.65, No.3, pp.354-360 (2011 年 2 月)
- [3] T. Nagura, T. Yamazato, M. Katayama, T. Yendo, T. Fujii, H. Okada, “Tracking an LED Array Transmitter for Visible Light Communications in the Driving Situation”, IEEE International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS2010) (York, UK) (2010 年 9 月)

#### 【申請特許リスト】

- [1] 山里敬也、圓道知博、西本早耶香、“光送信装置、光受信装置、及び光通信システム”、日本、2011 年 2 月 9 日

#### 【受賞リスト】

- [1] H. C. N. Premachandra, T. Yendo, M. P. Tehrani, T. Yamazato, H. Okada, T. Fujii, M. Tanimoto, FIT2010 論文賞、“LED Traffic Light Detection Using a High-speed-camera for a Road-to-vehicle Visible Light Communication System”、2010 年 9 月 8 日

#### 【報道発表リスト】

- [1] “「信号機の光」で車に情報 交差点の事故抑止に新たな可能性”、中日新聞、2011 年 3 月 7 日
- [2] “安全運転に活用 点滅で車に交差点情報一名大でシステム実験”、毎日新聞、2011 年 3 月 7 日