

# 電波マーカを利用した悪天候時運転支援システムの研究開発 (132302001)

## Lane keeping support system using radio markers

### 研究代表者

磯田陽次 秋田県立大学

Yoji Isota, Akita Prefectural University

### 研究分担者

御室哲志<sup>†</sup> <sup>†</sup>秋田県立大学

Tetsushi Mimuro<sup>†</sup>, <sup>†</sup>Akita Prefectural University

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

## 概要

視界不良をもたらす悪天候下において、より安全で円滑な道路交通を確保するため、インフラ設備として路肩に設置する電波マーカと、その電波マーカから得られた位置情報から車両と電波マーカとの距離、角度を算出する車両システムからなるレーン維持支援システムを提案している。電波マーカと車両の通信特性や低消費電力化、車両と電波マーカとの距離、角度のリアルタイムでの正確な算出方法、ドライバーへの情報提示方法等についての検討結果を述べる。

## 1. まえがき

豪雪地域の冬季の道路は積雪のためにガードレールやセンターラインが見えず、自動車が通行すべきレーンを維持（キーピング）することが困難となる。特に、地吹雪など、視界不良をもたらす悪天候時には非常に危険を伴う。従来、カメラを用いたレーンキーピングを支援するシステムがあるが、視界不良時はその性能が期待できなくなる（図 1）。

本研究では、視界不良時でも通信が可能な電波を用いたレーンキーピング支援システムの開発を行う。電波源として路肩設置型電波マーカを開発し、そのマーカから取得される正確な位置情報を元に自車のレーン上の位置を求めてドライバーにその情報を提示するシステムである。



図 1 冬季の視界不良時の道路

## 2. 研究開発内容及び成果

電波マーカの試作結果と車両システムの開発結果に関して以下に詳細を述べる。

### (1) 電波マーカの開発

路肩に図 2 の構造を持つ電波マーカを設置し、到来する車両に位置データを送信する。円筒形の容器内に無線機、アンテナ、メモリ、電池を収納している。無線機としては低消費電力化のために 400MHz 帯の特定小電力無線機を用いた。

図 3 に積雪量とパケット受信率および受信レベルを示す。1.5m の積雪下でも約 100m の通信距離を確保している。

図 4 に試作電波マーカの写真を示す。高さ約 800mm、直径 150mm で質量は約 6.9kg である。電波マーカ上部に特定小電力無線機とマイコンボードが収納されている。バッ

テリーは下部に設置する。

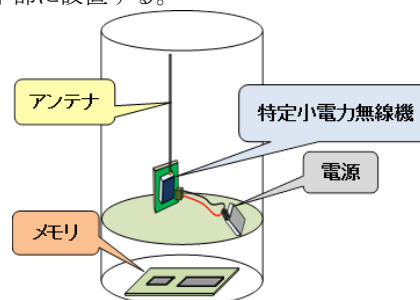


図 2 電波マーカの概略図

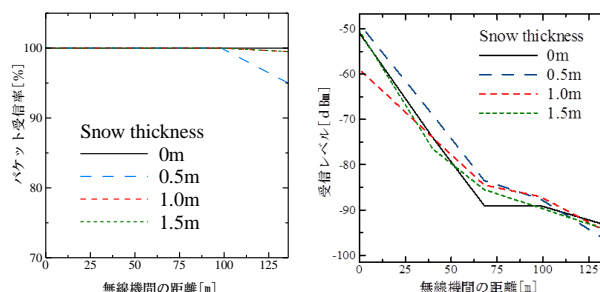


図 3 積雪量とパケット受信率および受信レベル



(a) 全体写真



(b) 内部の無線機とマイコンボード

図 4 試作した電波マーカ

### (2) 車両システムの開発

車両システムは、電波マーカから受信する正確なマーカの位置情報（アクティブマーカデータ）と車両に搭載するレーザセンサから得られる位置情報（パッシブマーカデー

タ)の2種類の情報を基に自車位置を求め、ドライバーの運転支援を行う。図5にソフトウェアの構成を示す。

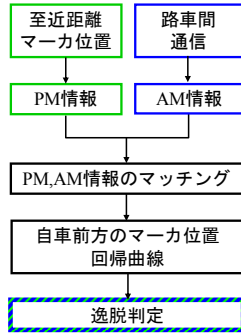


図5 ソフトウェア構成

自車位置の推定は電波マーカからの位置情報とレーザーセンサからの位置情報をマッチングさせて推定する。

最大10個蓄えられたPMデータから座標間の距離 $l_{PMi}$ を以下の式より計算する。

$$PM \text{ 情報} = \begin{bmatrix} x_{PM0} & x_{PM1} & x_{PM2} & x_{PM3} & \dots & x_{PM9} \\ y_{PM0} & y_{PM1} & y_{PM2} & y_{PM3} & \dots & y_{PM9} \end{bmatrix}$$

$$l_{PMi} = \sqrt{\{x_{PMi} - x_{PM(i-1)}\}^2 + \{y_{PMi} - y_{PM(i-1)}\}^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 9$$

同様に最大35個蓄えられたAMデータからも座標間の距離 $l_{AMi}$ を以下の式より計算する。

$$AM \text{ 情報} = \begin{bmatrix} X_{AM0} & X_{AM1} & X_{AM2} & X_{AM3} & \dots & X_{AM34} \\ Y_{AM0} & Y_{AM1} & Y_{AM2} & Y_{AM3} & \dots & Y_{AM34} \end{bmatrix}$$

$$l_{AMi} = \sqrt{\{X_{AMi} - X_{AM(i-1)}\}^2 + \{Y_{AMi} - Y_{AM(i-1)}\}^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 34$$

PM情報の10個のマーカ列がマーカ間距離の意味で最も適合するAM情報内の10個のマーカ列を、次式のように最小二乗法によって特定する。(図6)

$$\Delta_i^2 = \sum_{j=1}^9 \left[ \{l_{AM(i+j-1)}\}^2 - \{l_{PMj}\}^2 \right] \quad i = 1, 2, 3, \dots, 26$$

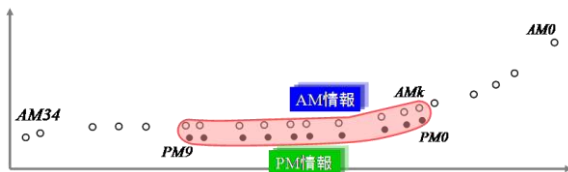


図6 PM情報とAM情報のマッチング

図7に示す構成で実車走行実験を行った。レーザーセンサでスノーボールを検出し、電波マーカからの信号を受信器

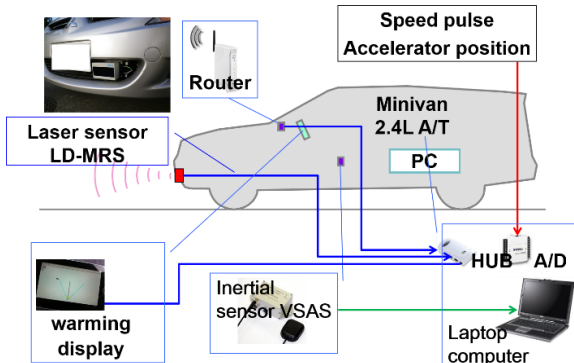


図7 走行実験用のシステム構成

で受信する。検出したスノーボールや電波マーカの位置を

タブレットを用いてドライバーに提示する。検出した自車位置と路肩の距離に応じて3段階の警報を表示する。図8にタブレットの表示例を示す。また、図9に降雪時のレーザの測定結果を示す。降雪時でも晴天時と変わらず動作することを確認した。

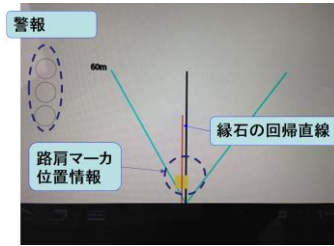


図8 タブレット上に表示される情報

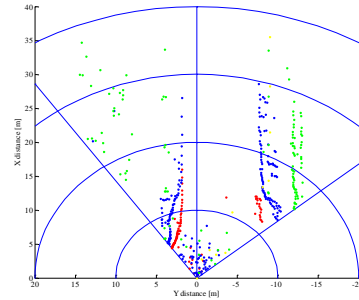


図9 降雪時のレーザの反射点

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本システムが実用化されれば、冬季の視界不良時の事故が減少し、道路の通行止め等が無くなるため、地域経済の円滑な活動が妨げられない等の効果が期待できる。

但し、実用化のためには、道路管理者と連携して道路を使った実験を行う必要がある。また、電波マーカの低コスト化やミリ波レーダの適用なども検討が必要である。地域の企業との共同研究を通して、上記の開発が可能か模索する。

### 4. むすび

視界不良をもたらす悪天候下において、より安全で円滑な道路交通を確保するため、電波マーカを用いたレーン維持支援システムの試作を行い、有用性を示すことができた。

#### 【誌上发表リスト】

- [1] Y. Isota, T. Tobana, and T. Sasamori, "Radio markers for lane-keeping support system using specified low power radio device", Asia-Pacific Microwave Conference 2014, pp.1384-1386, Sendai, Japan (2014.11)
- [2] 磯田陽次, 御室哲志, "電波マーカを用いた悪天候時レーン維持支援システム", 電子情報通信学会 エレクトロニクスシミュレーション研究会 (秋田県由利本荘市) (2014.10)
- [3] 田上浩平, 石黒克弥, 御室哲志, 磯田陽次, "悪天候時レーンキーピング支援の実証システム", 第12回 ITSシンポジウム 2014, 2-1B-04, 仙台 (2014.12)

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

[http://www.akita-pu.ac.jp/system/mise/bio\\_intelligence/human\\_support/mimuro\\_lab/research.html](http://www.akita-pu.ac.jp/system/mise/bio_intelligence/human_support/mimuro_lab/research.html)