

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510221

研究課題名(和文)RF-IDシステムによる暴風雪悪視界下のインタラクティブナビゲーション

研究課題名(英文)Interactive vehicle navigation under low visible condition in the blizzard with RF-ID system

研究代表者

川村 武(KAWAMURA, Takeshi)

北見工業大学・工学部・准教授

研究者番号：80234128

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、まずUHF帯RF-IDシステムを2アンテナで運用するためのRF-IDタグの配置および基本的なソフトウェアの整備を行った。次に交差点での誘導を念頭に直線路において、磁気方位情報を取り入れ、道路方向の情報をRF-IDタグより得ることにより誘導精度の向上を図った。最後に交差点前の警告および停止動作用にRF-IDタグに情報を付加し、交差点前での停止を実現し、さらに交差点内で理想進行方向をRF-IDタグに載せて交差点での右折動作を行えるようにした。

研究成果の概要(英文)：Firstly, RF-ID tags arrangement and basic software for UHF RF-ID system with two antennas are developed. In order to achieve drive guidance in the intersection, magnetic azimuthal instrument is installed to RF-ID system. Traversing direction getting from magnetic azimuthal instrument is also useful for driver in a straight driving lane. Our RF-ID system for navigation can issue the warning of stopline in front of intersection and it helps drivers to stop at the stopline. In the intersection, RF-ID tags arrangement is improved and each RF-ID tag has an azimuthal information of ideal driving direction. Using ideal driving direction on RF-ID tag and driving direction of experimental vehicle, right turn action in the intersection is accomplished.

研究分野：制御工学

キーワード：RF-ID システム 暴風雪 悪視界下 ナビゲーションシステム

## 1. 研究開始当初の背景

申請者の居住する北海道，特に北部地域では，吹雪，降雪による悪視界によって，自動車の運転者が運転中に路上での位置認識を失うことやこれに伴う路外転落事故などが起こる。

近年は，国鉄の民営化に伴い赤字ローカル線の廃止が相次ぎ，鉄道輸送の代替として悪天候下でも路線バスの運用が強く望まれている。このような社会情勢下では，降雪悪天候下でも安全に車両の運用ができることが必要である。

また交差点での接触事故が一時停止標識の認識ミスに依るものも全体の 5%を占めている。特に冬季間の凍結路上では，急ブレーキは禁忌行為であり，スリップによる事故を引き起こす。特に高齢ドライバーがこれから増加する一方では，このようなヒューマンエラーを未然に防ぐ安全システムの整備が近い将来望まれる。

現在，自家用自動車などに GPS(Global Positioning System)を利用したカーナビゲーションシステムが普及しつつあるが，一般の GPS はその精度が数 m 程度であり路上での位置認識には不向きである。特に地吹雪の起きやすい郊外では，目印となるランドマークがなく，従来の GPS システムでは自車位置の特定が難しい。さらに精度を高めた RTK-GPS や「準天頂衛星みちびき」を利用したシステムもあるが，高精度の測位に 1 秒から 1 分程度かかることや通信が中断した場合，初期化から始めなければならず，高速車両の位置認識には不向きである。実際，これらのシステムは主に精密測量や農作業車など低速車両誘導などに用いられている。また GPS は，反射波や電波遮蔽により，測位誤差も生じうる。他にも車線逸脱防止についての基礎的な研究が行われているが，本研究のような具体的な誘導システムには至っていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は，北国冬季間特有の降雪による悪視界での車両のナビゲーションシステムを RF-ID (Radio Frequency Identification) タグ，アンテナ，リードライタなどのシステムを用いて，構築し実用化を図ることである。これまでの研究で UHF 帯の RF-ID システムで 2 アンテナを用いた誘導方法が 1 アンテナを用いた場合より使用する RF-ID タグの数を抑えられ，経済的な効果もある。このため，本研究では UHF 帯の RF-ID アンテナ 2 個を実験車両前面に付けて誘導することをかんがえる。まず，2 アンテナ RF-ID システムに適した RF-ID タグの配置を考える。さらに交差点での車両誘導の方法を検討し，路外逸脱することなく車両を交差点内で誘導することが本研究の目的である。本研究は特に交差点など車両の進路変更を伴う場合について運転者の意思をナビゲ

ーション機器に反映させる方法などについても検討を加える。

また交差点前の停止線を想定して，視界不良時でも停止線で車両を止めることができるように停止線に対する警告を発することを含めて，ソフトウェア特に (GUI) Graphical User Interface を作り，悪視界下でも運転者が運転しやすい環境を提供する。

## 3. 研究の方法

本研究は，UHF 帯 RF-ID システムを基に悪視界悪天候下でも安全に車両のナビゲーションを行えるシステムを作ることを主目的としている。UHF 帯の RF-ID システム (OMRON 製 V750 シリーズ，RF-ID アンテナ，リーダライター式)を活用して，自車の路上位置認識など行う。これまでの研究で RF-ID システムのアスファルト上の通信解析等は済んでいるため，まず直線路において 2 アンテナ UHF 帯 RF-ID システムに適した RF-ID タグの配置を考える。

1) UHF 帯の RF-ID システムの実験道路上での基本性能より，RF-ID タグの配置を直線路で考え，スティック型 RF-ID タグを路面に埋設する。

2) 複数年度で実験を行うので前年度に設置した実験道路上の RF-ID タグの経年変化を観察・調査する。

3) RF-ID システムを用いた誘導用の GUI の製作及びその試験運用について考える。

4) 交差点での一時停止の標識の見落としによる衝突事故を防ぐために，停止線手前で減速し，停車できるように RF-ID タグの取得情報から停止線の警告を発し，悪視界下でも停止線で停止できるようにする。

5) RF-ID システムが，運転者に自車の状態を伝えるためのインタフェースの整備が欠かせないため，Windows 上の GUI を C#により，製作する。

6) 交差点内での誘導では自車の進行方向および道路の方向の把握が欠かせない。このため，磁気情報を INS(Inertial navigation system) より取り込み，車線の情報は RF-ID タグに書き込み，これを読み取ることにより交差点での誘導に必要な情報を得ることにする。また運転者の右左折の意思は，ウィンカー操作を交差点内で行うことで右左折動作をすると考える。これを元に交差点での動作を考える。

7) 繰り返し走行実験を行い，乾燥路面および雨天，降雪下の条件など種々の条件下のデータを集め，システムの改良を試みる。

## 4. 研究成果

### 1. 研究の概要

本研究では，冬期間の悪視界下で路面の把握および外部の視認が難しい状況でも安全に車両の誘導を行うことを第 1 義の目的としている。この目的を果たすために RF-ID タグを路面に埋設して，その情報を車載の RF-ID

アンテナで読み取り、RF-ID リーダ/ライターを介してコンピュータで処理して運転者に情報を提供するシステムを作った。さらに実験車両にこれらを実装して、誘導実験を行った。図1は、冬期実験路上の実験車両である。



図1：RF-ID アンテナを実装した実験車両

写真1での車両の前面にL字アングルで作ったアンテナフレームにRF-IDアンテナが2個付いている。また視界不良を実現するために走行実験時には気泡梱包材で運転席周囲を覆っている。特に前面ウィンドウには、2枚の気泡梱包材の間に黒色ビニルシートを挟んでさらに透過率を下げている。

## 2. 2 アンテナ RF-ID システムに適したRF-ID タグの配置

直線路においては、埋設したRF-IDタグとアンテナの発信範囲の測定等の基礎実験とRF-IDタグのアンテナとの関連から図2のようにRF-IDタグを配置することとした。

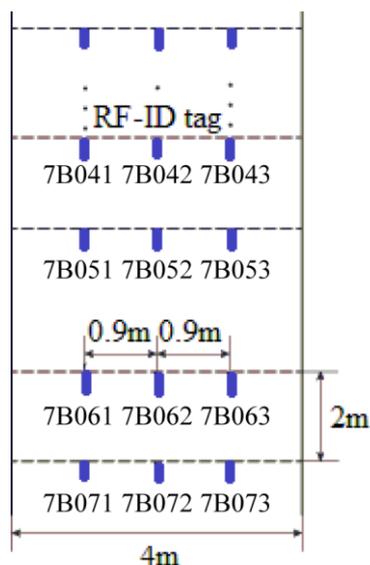


図2 直線実験線でのRF-IDタグの配置

図2で実験車両は実験線上を図の下から上の向きに走行する。このとき、それぞれの

RF-IDタグに書き込まれている情報が図2の7B0\*\*である。RF-IDタグに書き込まれている5桁の数字の内、最初の2桁7Bは車線の方向をしめしている。INSの検出角度の精度も考慮して全周囲360°を2°ずつ、180分割して、真北を0°として、16進数で表している。つまり、この場合は7Bであるので、246°の方向、つまり西南西に向いている。3桁目は道路の形状を示している、0は直線路を表す。4桁目は進行方向に沿ってのRF-IDタグ列の番号であり、16進数を繰り返し使う。最後の5桁目はRF-IDタグの列中の位置である。

3. 磁気情報を用いた直線路での誘導の補正  
本研究では交差点での車両の誘導を最終的に行った。このためには、車両の進行方向の把握と車線方向の情報が不可欠であるが、前節で示したように車線方向はRF-IDタグに記録した。車両の進行方向は磁気方位情報をINSより取得した。従来は、車線の位置のみにより、誘導を行っていたが、本研究では、車線に対する車両の向きによって、車両の誘導の補正を行い、誘導の精度が向上した。

## 4. 停止線に対する警告と車両誘導

本研究では、交差点の停止線から30m以内をRF-IDタグに書き込まれている5桁の情報の3桁目を1として、識別している。この情報とRF-IDタグ列番号から停止線までの距離を把握できる。この情報を利用して、停止線への警告をコンピュータに接続した液晶上のGUIで表示し、運転者に情報を与えている。これを実装して実験を行うことにより、停止線で停止することができた。

## 5. 交差点での車両誘導(右折動作)

本研究では、実験線として大学構内道路を借用しているため、構内道路の都合のため、今回は右折動作のみに絞って誘導実験をおこなった。

ここでは、交差点内にRF-IDタグを配置することより始めた(図3)。

図3では、矢印に示すような方向に実験車両が走行する。つまり、車線方位4A:148°の車線(以下4A車線)を進行している車両が、車線方位7B:246°の車線(以下7B車線)へ右折する。この時、交差点内に図3の○で示しているようにRF-IDタグを配置する。交差点内では図3の①、②、③で示す3ブロックに分けて考える。まず交差点への侵入始めの①のブロックでは4A車線上で赤字の”1”で示される目標に向かうように理想方向を与える。次に①ブロックの赤い縦線より右側では、赤字”2”のRF-IDタグを目標とする理想方向を与える。①と②の境界上のRF-IDタグでは、目標方向をさら7B方向に近づけて赤字”3”のRF-IDタグを目標とする理想方向を与える。右端のRF-IDタグのみ目標方向を赤字”4”のRF-IDタグとしている。

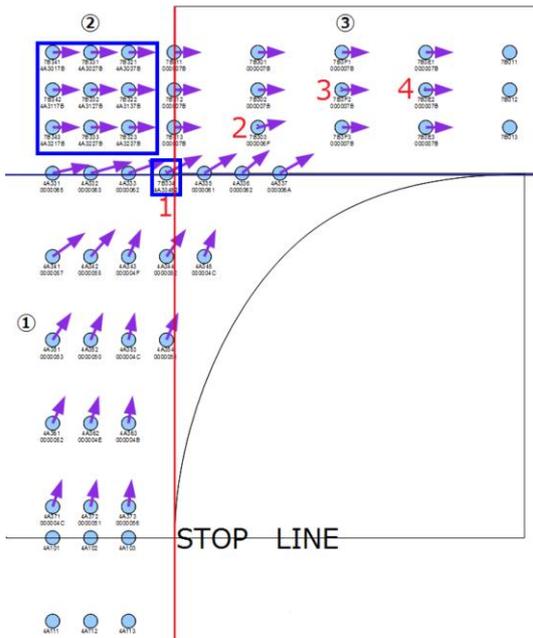


図3 交差点内のRF-IDタグの配置および理想進行方向

②と③のブロックは4A車線と7B車線が交差する部分であり、ここにおいては進行すべき方向は7Bである。このため、すべてのRF-IDタグの理想方向は7Bとしている。これに伴い、運転者への誘導の指示のGUIも改良を加えた。(図4)

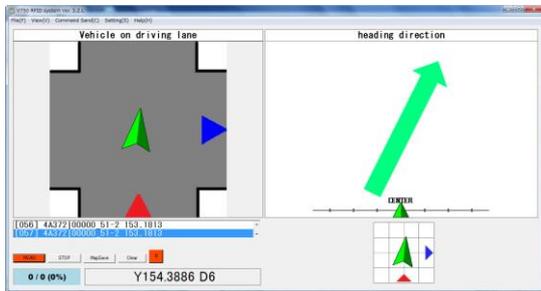


図4：交差点誘導用GUI

このGUI上の右の大きな矢印は、読み取ったRF-IDタグの理想進行方向と自車の進行方向との差分角度より誘導方向を示している。GUI上の左側は、交差点での侵入路を赤三角、脱出路を青い三角で示していて、中央の矢じり型の駒は交差点での相対的な方向を示す。同時に右下の小さなウィンドウ上に自車の進行方向の角度も明示できるようにした。これと従来の直線路の誘導のGUIを組み合わせ、直線路、交差点内、直線路とGUIの表示を切り替えて、右折動作の誘導を行った。走行実験は、図1にあるような気泡梱包材で運転席周囲を覆った状態で行った。走行実験の結果、右折時に車線中央および目標タグを結ぶ線より、幾分外側に膨らんだ走行軌道を取ったが、車線外に出ることなく走行できた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計8件)

- ① 川村武, 柏達也, 田口健治, 岸本恭隆, Intelligent driving lane with RF-ID for vehicle navigation system, Proceedings of ICCVE 2014, 査読有, 2014, TS7-03, 2 pages, <http://www.iccve.org/>
- ② 川村武, 岸本恭隆, 柏達也, 田口健治, Vehicle navigation system using UHF RF-ID and magnetic declination, Proceedings of 10<sup>th</sup> ITS European congress, 査読有, 2014, TP0065, 6 pages, <http://www.clickway.eu/its-2014-helsinki/online-proceedings/>
- ③ 川村武, 柏達也, 田口健治, Vehicle navigation system using UHF RF-ID – Vehicle navigation system in a aspect of lane support system, 査読有, 2013, 91–99, DOI: 10.1007/s12544-013-0092-2
- ④ 川村武, 柏達也, 田口健治, Vehicle navigation system using UHF RF-ID with two antennas, Proceedings of 20<sup>th</sup> ITS world congress, 査読有, 2013, ID:3174, 6 ページ, [http://www.its-jp.org/english/congress\\_e/](http://www.its-jp.org/english/congress_e/)

[学会発表] (計16件)

- ① 川村武, Intelligent driving lane with RF-ID for vehicle navigation system, ICCVE 2014, 2014/11/6, ウィーン市(オーストリア共和国)
- ② 川村武, 停止警告機能を付加した車両誘導に関する研究, 平成25年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2014/10/23, 室蘭工業大学(北海道・室蘭市)
- ③ 川村武, Vehicle navigation system using UHF RF-ID and magnetic declination, 10<sup>th</sup> ITS European congress, 2014/6/16, ヘルシンキ市(フィンランド共和国)
- ④ 川村武, Vehicle navigation system using UHF RF-ID -- Number of antennas and RF-ID tag arrangement, 9<sup>th</sup> ITS European congress, 2013/6/5, ダブリン市(アイルランド共和国)
- ⑤ 川村武, 複数アンテナのUHF帯RF-IDシステムを用いた車両誘導, 第11回ITSシンポジウム2012, 2012/12/13, 愛知県立大学(愛知県・長久手市)

[図書] (計0件)

