

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 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：2009～2011
 課題番号：21510174
 研究課題名（和文）RF-IDシステムによる暴風雪悪視界下の車両ナビゲーションシステム
 研究課題名（英文）Vehicle navigation system using RF-ID system against a low visibility caused by a blizzard
 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

研究成果の概要（和文）：暴風雪悪視界下の車両のナビゲーションシステムを UHF 帯 RF-ID システムを用いて構築することが本研究の目的であった。まず RF-ID タグをアスファルト道路中に埋めるための埋設方法を検討し、実用に供するに足る埋設方法を開発した。また UHF 帯 RF-ID タグの埋設間隔などのシステムの構築方法を屋外の計測実験より導き、実験道路に RF-ID タグを埋設し、実験を行った。

誘導用の Graphical User Interface(GUI)を Windows Xp 上に作成し、誘導実験を行った。またシステムに用いるアンテナの数を 1 個から 2 個に増やし、これに対応する GUI も作成した。屋外実験において、視界の良い天候でも、暴風雪悪視界の状況を再現するために実験車両の運転席前面のウィンドウにビニール製発泡梱包材をはり、前方が見にくい条件下で走行実験を行った。その結果、発泡梱包材をはった悪視界下でも車両を良好に誘導できた。

700MHz 帯での RF-ID システムの対応に備えて、同周波数の交差点等での電波伝搬に関するシミュレーション実験を行い同周波数帯の交信に関する知見を得た。

研究成果の概要（英文）：Our main purpose is composition of a vehicle navigation system with UHF RF-ID system against low visibility caused by the blizzard. Firstly, we measure a communication range between RF-ID antenna and RF-ID tags. Using communication conditions, we developed installation conditions for RF-ID tags into an asphalt road.

For the navigation experiment, we prepared Graphical User Interface (GUI) on Windows Xp. In our driving experiments, we put 1 RF-ID antenna or 2 RF-ID antennas on our experimental vehicle. And we make two types of GUI for 1 antenna navigation system and 2 antennas navigation system. In our driving experiment on the experimental road, we put a bubble wrap on windshield in front of driver's seat to simulate low visible conditions caused by the blizzard. Under the low visible conditions, we can drive along the experimental road safely.

We also simulate the communication conditions of vehicles in intersections using UHF band.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：安全システム

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。(交通事故総合分析センター，イタルダ・インフォメーション No.56, 2005) 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。また自家用自動車などに GPS(Global Positioning System)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 もあるが，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，このシステムは主に精密測量に用いられている。

国内の RF-ID システムの同様の研究には，富樫宏謙，山田茂樹，RFID を活用した自車位置検出に関する考察，2008 年電子情報通信学会総合大会，基礎・境界講演論文集，A-17-17, p.328, 2008.があるが，通信のホップ数の比較検討を主にしており，本研究のように実験を伴っていない。また冬季間，降雪条件下の研究は見当たらない。

2. 研究の目的

本研究の目的は，UHF 帯の RF-ID システムの車両での運用のために，まずアスファルト中での通信状態の把握することおよび Windows 上での GUI によるナビゲーションシステムの作成することが主に挙げられる。

RF-ID タグに書き込まれた情報を元に自車位置と交差点の位置認識をして，一時停止忘れなどのうっかりミスを防ぐシステムを構成する。警告を発することは GUI 開発に伴う経験から難しいことではない。

当研究分野において，野外特に冬季間の降雪下・悪視界下のナビゲーションを考えた研究は皆無であり，RF-ID システムの車両ナビゲーションシステムへの応用の研究もない。これらの点が特に独創的な点である。学術的には，UHF 帯(700MHz 帯)の RF-ID システムのアスファルト道路での更新範囲の測定から，通信特性の把握が必要であり，これまで類似の研究はない。また RF-ID を用いた総合的な車両の安全システムの構築に向けて上記のような RF-ID システムの特性だけではなく，車両の制御および付随する技術的・理論的な問題の解決が必要となる。本申請の研究は，これに対する基礎部分の研究である。

3. 研究の方法

本研究は，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，リーダライタ一式)を活用して，自車の路上位置認識などの安全システムを構築する。RF-ID システムのアスファルト上の通信解析等の準備段階を経て，実験車両(パジェロミニ)上でのナビゲーションシステムの構成を行う。(図 1)

1) UHF 帯の RF-ID システムの実験道路上での基本性能を明らかにする。

屋外の実際の環境下での計測は，カタログデータでは想定されていない条件下であるため，車両のナビゲーション実験の前に必ず必要である。これまでの実験研究(電磁誘導方式の RF-ID システムの研究)で得たノウハウを用いて，車両ナビゲーション用の GUI の作成の準備を行う。

2) 1)で得られた路上での基本性能を踏まえて，実験道路上(RF-ID タグは地中)に RF-ID タグのグリッドを作る。それぞれの RF-ID の間隔や記憶させるべき情報データは電磁誘導方式 RF-ID システムの実験研究で得た知識を活用するとともに，1)で得られた RF-ID システムの通信に関する実測データを基に実験道路上で設計，設置まで行う。

3) さらに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。

4) 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。

現在，電磁誘導方式の RF-ID システムでナビゲーション用の GUI の製作し，試験，改良を重ねている。本申請の研究でもここで培ったノウハウを生かして，UHF 帯の RF-ID シ

システムの応用について研究する。
 UHF 帯の RF-ID タグの送受信の志向性とそのエンベロープより、アンテナの設置方法および複数のアンテナを用いた場合の最適配置についても考える。

さらに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 タグの取得情報と車輪速センサから、走行速度を検出し、ブレーキをかけることを考える。

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 Xp 状の GUI を C#により、製作する。

6) 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収集し、システムの改良を試みる。

7) 700MHz 帯での RF-ID システムの対応に備えて、同周波数の交差点等での電波伝搬に関するシミュレーション実験を行い同周波数帯の交信に関する考察を行う。

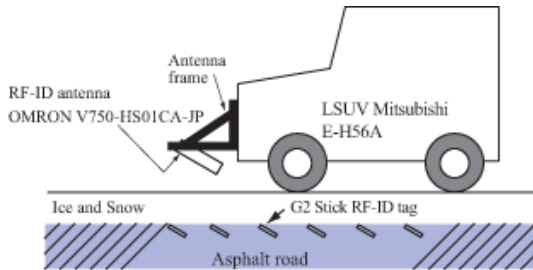


図 1 実験車両と実験道路(側面図)

4. 研究成果

RF-ID タグの埋設方法などの開発と基本走行実験

平成 21 年度では、下記の項目について検証・実験を行った。

1. UHF 帯の RF-ID システムの基本的な挙動について：実際に実験道路に RF-ID タグを埋めて、RF-ID アンテナとの交信実験をおこなった。事前に実験室内で RF-ID システムの交信実験を行い、ついで屋外の実験線に RF-ID タグを埋め込み、同様の実験を行った。鉛直に RF-ID タグを埋め込むのが最も作業効率が良いが、この場合、UHF 帯の RF-ID システムでは、交信距離が数 cm しか取れなかった。このため、埋設するタグのための下穴の穿孔角度を調整して高さ 60cm 程度の交信距離が取れて、数十 cm の直径で交信可能な埋設方法を見出した。経年変化などをみるために RF-ID タグの列を試験的に設置した。

図 2 の 30 度の埋設角で RF-ID タグを埋設することで実用的な交信距離を得た。

2. RF-ID システムの誘導および交差点での知見について：UHF 帯の RF-ID システムの実験および誘導用の Windows 上の Graphical User

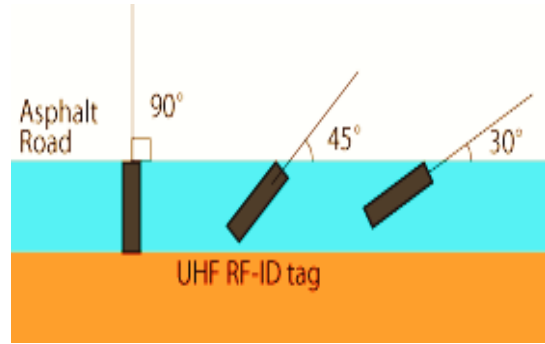


図 2 RF-ID タグの埋設方法

Interface (GUI) の開発のため、まず既存の電磁誘導型の RF-ID システムの GUI の整備および UHF 帯 RF-ID システムへの移植を行った。UHF 帯の RF-ID システムでの GUI は、電磁誘導型の RF-ID システムのものと同様の機能を持つまでに至った。これと並行して屋外の実験線の T 字路で電磁誘導型の RF-ID システムで交差点での右折・左折誘導実験を行うために、GUI の改良および誘導方法を考案した。その後、誘導実験を行い、交差点での誘導に関する知見を得た。(図 3, 図 4)

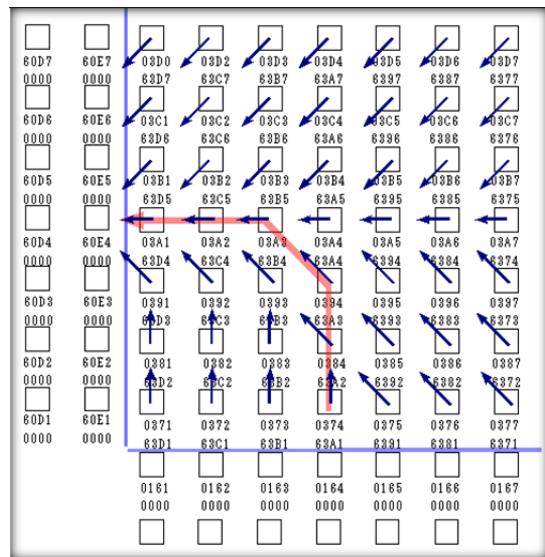


図 3 交差点での左折誘導例

平成 22 年度では、

1. UHF 帯の RF-ID システムの基本的な挙動について：実際に実験道路に RF-ID タグを埋めて、RF-ID アンテナとの交信実験をおこなった。平成 21 年度得られた結果に基づき屋外の実験線に RF-ID タグを調整した下穴の穿孔角度で埋め込み、走行実験を行った。また経年変化を見るために昨年度埋設した RF-ID タグについても状態を調べた。また交信可能範囲とシステムの処理速度の関連を調べ、適切な RF-ID タグの配置についても考察した。



図 7 発泡梱包材を張った運転席窓（内側から撮影）



図 8 発泡梱包材を張って走行実験(1 アンテナ)



図 9 2 アンテナを取り付けた実験車両

[056]	+	+	*		+	+	+
[055]	+	+	+		*	+	+
[054]	+	+	+	*	+	+	+
[053]	+	+	+		*	+	+
[052]	+	+	*		+	+	+
[051]	+	+	+	*	+	+	+
[050]	+	+	+	*	+	+	+
[049]	+	+	+		*	+	+
[048]	+	+	+	*	+	+	+
[047]	+	+	+		*	+	+
[046]	+	+	+	*	+	+	+
[045]	+	+	+		*	+	+
[044]	+	+	+	*	+	+	+
[043]	+	+	+		*	+	+
[042]	+	+	+	*	+	+	+
[041]	+	+	+		*	+	+
[040]	+	+	+	*	+	+	+
[039]	+	+	+		*	+	+
[038]	+	+	+	*	+	+	+
[037]	+	+	+		*	+	+
[036]	+	+	+	*	+	+	+
[035]	+	+	+		*	+	+
[034]	+	+	+	*	+	+	+
[033]	+	+	+		*	+	+
[032]	+	+	+	*	+	+	+
[031]	+	+	+		*	+	+
[030]	+	+	+	*	+	+	+
[029]	+	+	+		*	+	+
[028]	+	+	+	*	+	+	+
[027]	+	+	+		*	+	+
[026]	+	+	+	*	+	+	+
[025]	+	+	+		*	+	+
[024]	+	+	+	*	+	+	+
[023]	+	+	+	*	+	+	+
[022]	+	+	+	*	+	+	+
[021]	+	+	+		*	+	+
[020]	+	+	+	*	+	+	+
[019]	+	+	+		*	+	+
[018]	+	+	+	*	+	+	+
[017]	+	+	+		*	+	+
[016]	+	+	+	*	+	+	+
[015]	+	+	+		*	+	+
[014]	+	+	+	*	+	+	+
[013]	+	+	+		*	+	+
[012]	+	+	+	*	+	+	+
[011]	+	+	+		*	+	+
[010]	+	+	+	*	+	+	+
[009]	+	+	+		*	+	+
[008]	+	+	+	*	+	+	+
[007]	+	+	+		*	+	+
[006]	+	+	+	*	+	+	+
[005]	+	+	+		*	+	+
[004]	+	+	+		*	+	+
[003]	+	+	+	*	+	+	+
[002]	+	+	+		*	+	+
[001]	+	+	+		+	*	+

図 10 右寄りから出発して中央に車線中央を走行した例(1 アンテナ)

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 15 件)

1. K.Taguchi, S. Imai, T.Kashiwa, K.Ohshima, T.Kawamura, FDTD Analysis of Radio Wave Propagation at Intersection Surrounded by Concrete Block Walls in Residential Area for Inter-Vehicle Communications Using 720 MHz Band, IEICE TRANS. Electron., 査読有, Vol.E95-C, No.1, pp.79-85, 2012.
2. K.Taguchi, T.Kashiwa, K.Ohshima, T.Kawamura, Propagation analysis of Electromagnetic waves in 700 MHz band at intersection for inter-vehicle communications using the FDTD method, IEICE Trans. Electron., 査読有, Vol. E94-C, No.1, pp.18-23, 2011.
3. 川村武, 吉田憲正, 井川晴仁, 菅原宣義, 柏達也, 田口健治, 埋設型 RF-ID タグの ITS 応用についての基礎研究, 第 9 回 ITS シンポジウム 2009 Proceedings, 査読無, pp. 161-164, 2010.
4. 川村武, 山本悦崇, 菅原宣義, 柏達也, 田口健治, RF-ID を用いた車両誘導システム-インタラクティブ誘導の試み, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 Proceedings, 査読無, pp. 65-69, 2009.
5. T.Kawamura, Y.Yamamoto, N.Sugawara, and T.Kashiwa, Vehicle navigation system using RF-ID, Proceedings of 16th ITS World congress, 査読有, ID:3399, 6 ページ, 2009.

[学会発表] (計 30 件)

1. 吉田明彦, UHF 帯 RF-ID を用いた車両誘導実験, 第 44 回計測自動制御学会北海道支部講演会, 2012 年 3 月 6 日, 北海道大学(北海道)
2. K.Taguchi, FDTD Simulation of Radio Wave Propagation at Intersection Surrounded by Concrete Block Walls in Residential Area for Inter-Vehicle Communications Using 720 MHz Band, International Symposium on Antennas and Propagation ISAP2011, 2011 年 10 月 28 日, Lotte Hotel Jeju (韓国)
3. T.Kawamura, ETC, VICS, and Vehicle Navigation Systems, 2nd Annual Integrated Urban Transportation Network Congress 2010, 2010 年 4 月 23 日, Crowne Plaza Century Park Shanghai (中国)招待講演

4. 川村武, 埋設型 RF-ID タグの ITS 応用, 第 9 回 ITS シンポジウム 2010, 2010 年 12 月 11 日, 京都大学(京都府)

5. T.Kawamura, ETC, VICS, and Vehicle Navigation Systems, 2nd Annual Integrated Urban Transportation Network Congress 2010, 2010 年 4 月 23 日, Crowne Plaza Century Park

6. 川村武, RF-ID を用いた車両誘導システム-インタラクティブ誘導の試み, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009, 2009 年 12 月 10 日, 市立広島大学(広島県) ベストポスター賞受賞

7. 山本悦崇, RFID システムを用いた音声車両誘導システムの試作, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2009 年 10 月 17 日, 北見工業大学(北海道)

8. T.Kawamura, Vehicle navigation system using RF-ID, 16th ITS World congress Stockholm 2009, 2009 年 9 月 22 日, ストックホルムメッセ(スウェーデン)

9. 森下隆司, 自動車アンテナにおける近傍界・遠方界境界に関する一検討, 電子情報通信学会マイクロ波研究会, 2009 年 7 月 30 日, 旭川市民文化会館(北海道)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他] ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川村 武 (KAWAMURA TAKESHI)

北見工業大学・工学部電気電子工学科・准教授

研究者番号: 80234128

(2) 研究分担者

菅原 宣義 (SUGAWARA NORIYOSHI)

北見工業大学・工学部電気電子工学科・准教授 (H23.3 定年退職)

研究者番号: 50003215

柏 達也 (KASHIWA TATSUYA)

北見工業大学・工学部電気電子工学科・教授
研究者番号: 30211155

田口 健治 (TAGUCHI KENJI)

北見工業大学・工学部電気電子工学科・准教授

研究者番号: 60435485

(3) 連携研究者

なし