

RFID を利用した安全運転支援システムにおける位置・進行方向・速度情報による安全 情報伝達方法の検討

小田 英雄、久保田 創一、岡本 栄晴

情報通信研究機構 横須賀 ITS リサーチセンター

〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘3-2-1

あらまし 交差点付近等における歩行者や自転車の交通事故を削減することを目的とした、安全運転支援に RFID (電子タグ) 技術を適用することを検討している。

本稿では、電子タグを携帯した歩行者や自転車などが磁場発生用コイル (LF 信号発生装置) の上を通った時に、磁場により励起された電子タグがその磁場発生用コイルの位置情報と電子タグ id 情報とを UHF 帯電波で発信し、その情報を約 100m の範囲内にいる自動車の運転者に通知することにより、歩行者や自転車などと自動車とによる交通事故を削減するシステムについて報告する。

また、磁場発生用コイルを複数置くことにより歩行者や自転車の進行方向と速度を求めることができる。このシステムでは、運転者に事故を削減するための有効な情報伝達方法が大きな課題となる。このため、歩行者や自転車などの位置情報、進行方向情報、速度情報をどのような場合にどのように伝達すれば良いか検討しており、その検討状況についても報告する。

キーワード RFID、アクティブタグ、LF 信号、歩行者

Study of how to notify the warning information such as pedestrian's position, direction and speed to the driver, in Safety Driving Support System using RFID

Hideo Oda, Soichi Kubota, Yoshiharu Okamoto

Yokosuka ITS Research Center, National Institute of Information and Communications Technology (NICT)

3-2-1, Hikarino-oka, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan

Abstract We study a new application system of RFID (Electronic Tag) technology for safety driving support in order to reduce traffic accidents involving pedestrians and bicycles occur near intersections.

In this paper, we report an experimental system that senses the existence and position of pedestrians with active tag, send the data to an on-board device near that position and notifies it to the driver. The active tag is carried by a pedestrian or installed in a bicycle. When the tag enters the area of magnetic field generated by the LF-signal generator, it is excited and transmits the tag ID together with the position data to indicate the precise position of the object.

When two LF-signal generators are embedded in a sidewalk with some appropriate interval, we can obtain the information of the direction and speed of the tag. It is important for this system to consider how to notify the information such as pedestrian's position, direction and speed to the driver. So we report our consideration about it, too.

Keyword RFID, active tag, LF-signal, pedestrian

1. はじめに

自動車と歩行者または自動車と自転車との事故による死亡者が2年前には全体の交通事故死亡者の約40%であり、さらに昨年は約45%とその割合が増加傾向にある。

また、自動車と歩行者/自転車の交通事故死亡者が発生した事故原因の約80%が運転者の発見遅れによるものである。

このため、我々は、RFID（電子タグ）技術を利用して、自動車と歩行者/自転車の事故を削減するための研究を昨年度から開始した。

自動車と歩行者/自転車との事故が多く発生している十字路などに磁場を発生させるためのコイルを置き、その上を電子タグを携帯した歩行者や自転車などが通ると、磁場により電子タグが励起されて、コイルの位置情報と電子タグのid情報とを950MHzのUHF帯の電波で発信し、約100mの範囲内にいる車の運転者にその情報を通知することにより、自動車と歩行者/自転車の交通事故を防ごうというものである。

現在、一部システムの試作が完成し今後実証実験を行うことにより、交通事故削減のための有効な情報伝達方法の検討と課題の抽出、実用化に向けてのシステムの開発を行っていく予定である。

2. システムの概要

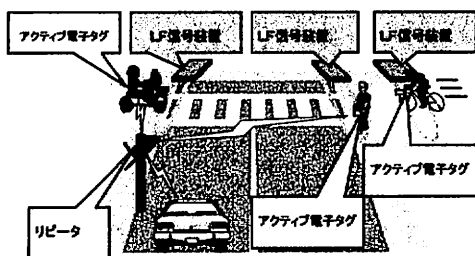


図1. システムの概念図

本システムは950MHz帯のアクティブな電子タグと、磁場を発生させるための125KHz帯のLF (Low Frequency) 信号装置の技術をITSに適用したものである。

電子タグを携帯した人/自転車がLF信号装置により発生された磁場の上を通過すると、磁場により励起された電子タグがLF信号装置から得たLF信号装置の位置情報と電子タ

グが有する固有識別id情報とを950MHzのUHF帯域の電波で発信する。

自動車には、950MHzの電波のレシーバを搭載しておき、路側に設置されたリピータを介して、または電子タグから直接受信することにより人/自転車の情報を運転者に通知する。

自動車は自身の進行方向やウインカの点滅情報などと人/自転車の位置情報などをもとに、人/自転車が自動車に対して危険と判断される位置にいるかどうかを判定し、危険と判断される位置に存在する場合にその旨を運転者に通知する。

この時、運転者にとって本当に必要な情報のみをいかに的確に通知するかが、運転者が適切に判断するための重要な課題となる。

システムの概念を図1に示す。

3. 進行方向・速度の判定

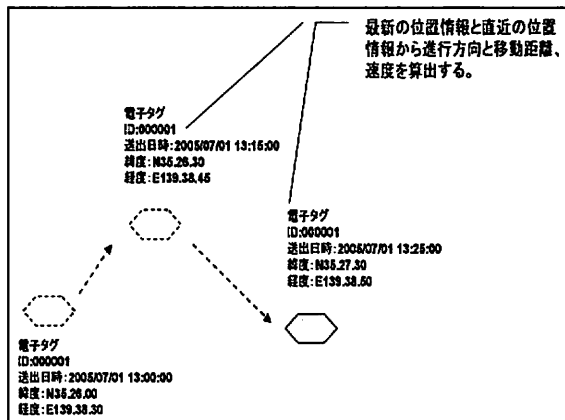


図2. 速度と方向の算出

電子タグの進行方向と速度は最新の位置情報/検出時刻と直近の位置情報/検出時刻と移動距離から求められる(図2)。

電子タグの進行方向を求める場合、その情報はカーナビの位置情報、進行方向との整合をとる必要があるため、カーナビの方式に基づき、真北方向を起点として求めた。

試作したシステムでの表示画面を図3に示す。

4. 位置情報と進行方向情報の利用

次に位置情報と進行方向情報を利用した情報提供方法について述べる。

最初に試作したシステムではまず基本的な考え方で構築し、評価実験を行うことにより改善していくこととした。

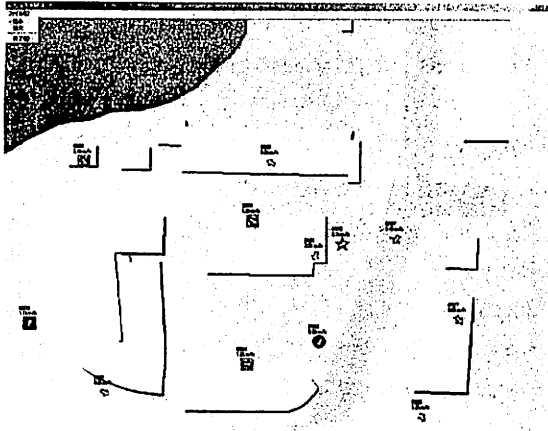


図3. 試作システムでの表示画面例

電子タグが単純に一方に進むと仮定して)。

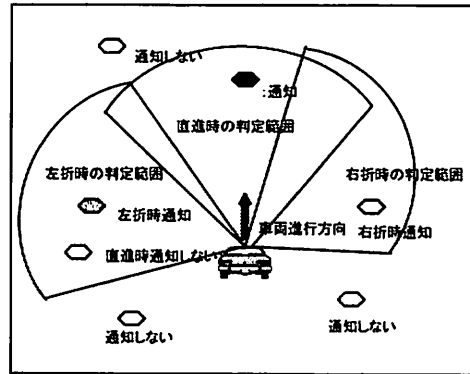


図5 電子タグの表示の考え方

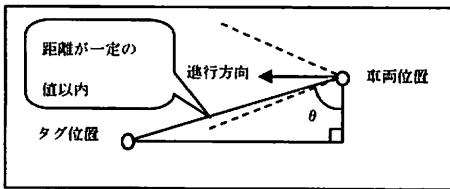


図4. 自動車とタグとの位置関係

自動車と電子タグの位置関係を図4に示す。

基本的考え方として以下を採用した。

- ① 進行方向に対して一定の角度の範囲内にいれば危険と判断する。
- ② 自動車と電子タグ間の距離が一定の範囲内であれば危険と判断する。
- ③ ①かつ②の条件で判断する。また、車のウインカ情報により、右左折の場合はそれぞれの曲がる方向にいかどうかで危険かそうでないかを判定する。

これらの考え方にもとづく電子タグの表示例を図5に示す。

次に進行方向情報を利用した表示の考え方を示す。

まず、十字路における LF 信号発生装置として、図6に示すように各コーナーに4つずつ配置する基本的なパターンを考える。

これらのパターンでは、各コーナーにおいて1つの LF 信号装置が電子タグを捕らえた場合、その直前の電子タグの位置情報から電子タグの方向を求めることができる(ただし、

すなわち、直前の電子タグの位置情報が同じコーナーの他の LF 信号装置であれば、現在感知した LF 信号装置においてそのコーナーから外に向かう方向にあることになる。

また、直前の電子タグの位置情報が同じコーナーにあるものの LF 信号装置でもない場合は外からそのコーナーに入ってくる方向となる。

このようにして、十字路における電子タグの進行方向を求めることができる。

また、電位タグの位置情報は LF 信号装置の位置情報となるため、電子タグの表示位置は LF 信号装置の真ん中で、真上の位置となる。

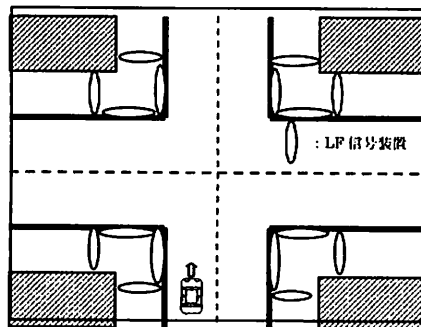


図6 十字路での LF 信号装置の配置例

これらの条件をもとに、電子タグの位置情報と進行方向を表示した例を図7に示す。

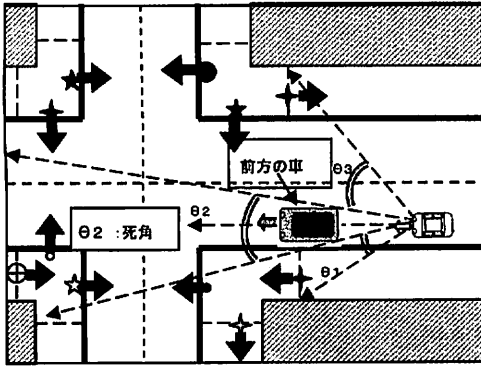


図7 電子タグの位置情報と進行方向の表示例

図7では、前方に他の車が存在した場合の例であるが、自動車の運転者にとって、

(a)前方の車により見えない部分

(b)十字路の近辺の建物の陰になって見えない部分が死角となる。これらの場所の電子タグの運転者への通知は有効と考えられる。また、進行方向が自動車に近づく方向である場合の進行方向表示も有効と考えられる。

しかし、

- ①運転者に見えている電子タグは通知すべきかどうか。
 - ②進行方向が自動車から離れていき危険が少なくなっていく電子タグを表示すべきかどうか。
- という問題がある。

さらに、電子タグの表示位置が LF 信号装置の上になるため、

- ③コーナーの4つの LF 信号装置の中にある場合はどうするのか。
- ④また、十字路の車道(横断歩道)の中にある場合はどうするのか。

といった問題や、我々は運転者の注意を喚起するため画像だけでなく音声でも通知するような機能を実現しているが、図7に示すように

⑤多くの電子タグが存在する場合の音声通知はどのようにすれば良いか。

といった問題もある。

これらの課題については、実証実験にもとづいて評価・検討していく予定である。

4.速度の利用

次に速度を利用する場合について考える。見通しの悪い十字路などにおいて、自転車がある程度のスピードで通過する場合、自動車との出会い頭の衝突事故の可能性が考えられる。

これらの電子タグと自動車との出会い頭の事故を防ぐため、ニアミスの回避ということを考えた。

自動車が電子タグを認識した時点での、条件を以下のようにする。

- ・車両の速度： V_1
- ・電子タグの速度： V_2
- ・車両の進行方向と電子タグへの向きとの角度： θ_1
- ・電子タグの進行方向と車両への向きとの角度： θ_2
- ・車両と電子タグの間の距離： L

これらの条件のもとで、

- ・ t 時間の車両と電子タグの間の距離： L_t

を求める。

自動車が電子タグを認識した時点と、 t 時間後の位置関係を図8に示す。

ここで、

- ・車両と電子タグの間のニアミス距離(それ以上近づくと危険となる距離)： L_c

とし、 L_t が L_c より小さくなる可能性があるかどうかを判断する。

ただし、 $L > L_c$ を前提条件とする。

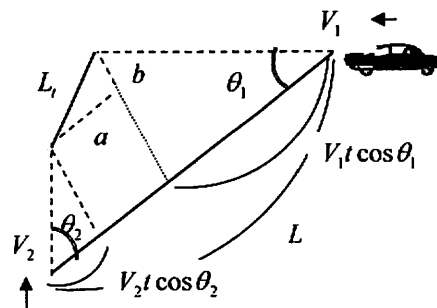


図8 電子タグと自動車の位置・方向・速度関係

(1) L_t の計算と L_c との関係

$$L_t^2 = a^2 + b^2$$

$$a = L - t(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2)$$

$$b = t(V_1 \sin \theta_1 - V_2 \sin \theta_2)$$

L_t が L_c より小さくなると、ニアミスの危険が生じることになるため、ここで、 $L_t = L_c$ となるような t が存在するかを検証する。

すなわち、

$$L_t^2 = L_c^2$$

とすると、

$$(V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2)) t^2 - 2L(V_1$$

$$\cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2)t + L^2 - L_c^2 = 0$$

となる。

ここで、 t の解は以下ようになる。

$$t =$$

$$\frac{(L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) \pm \sqrt{L^2(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2)^2 - (V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2))(L^2 - L_c^2)}}{(V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2))}$$

したがって、有意な t が存在するためには、

$$\textcircled{1} L^2(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2)^2 - (V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2$$

$$\cos(\theta_1 + \theta_2))(L^2 - L_c^2) \geq 0$$

かつ、

$$\textcircled{2} t > 0$$

が条件となる。

①の条件を計算すると、以下となる。

$$L \leq \frac{L_c \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2)}}{|V_1 \sin \theta_1 - V_2 \sin \theta_2|}$$

次に、②の条件を求める。

$$V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \text{ の式が最小となるのは、} \\ \cos(\theta_1 + \theta_2) = -1$$

の時である。この時、

$$V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 = (V_1 - V_2)^2 \geq 0$$

であるため、

$$V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \geq 0$$

である。

∴ ②の条件は、

$$\frac{L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) \pm \sqrt{L^2(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2)^2 - (V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2))(L^2 - L_c^2)}}{(V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2))} > 0$$

の条件となる。

ルートの中の式から、

$$L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) < 0$$

の時は、 $L > L_c$ のため全体は必ず負となる。

また、

$$L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) > 0$$

の時は、 $L > L_c$ のため

全体は必ず正となる。

以上から、②の条件は、

$$L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) > 0$$

となり、この場合必ず2つの t の値が存在する。

したがって、有意な t の値が存在する条件は、

$$L \leq \frac{L_c \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2)}}{|V_1 \sin \theta_1 - V_2 \sin \theta_2|} \quad \dots\dots\dots \textcircled{a}$$

かつ、

$$L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) > 0 \quad \dots\dots\dots \textcircled{b}$$

となる。

このとき、存在する t の値のうち、小さい値のほうが最初の到達時間となるため、 t (ニアミス) の値は、

t (ニアミス) =

$$\frac{(L(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2) - \sqrt{L^2(V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2)^2 - (V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2))(L^2 - L_c^2)})}{(V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos(\theta_1 + \theta_2))}$$

となる。

以上から、 \textcircled{a} かつ \textcircled{b} の条件が成り立つ時に自動車の運転者に対して、この電子タグは t (ニアミス) 時間後にニアミスの距離に達する可能性がある、旨の通知をすることになる。

5. まとめ

以上で、電子タグの位置情報、進行方向情報、速度情報を利用した運転者への通知方法の考え方について述べた。

これらにおける課題を整理すると以下ようになる。

- ① 運転者に見えている電子タグを表示すべきかどうか。
- ② 進行方向が自動車から離れていき危険が少なくなっていく電子タグを表示すべきかどうか。
- ③ 電子タグがコーナーの4つのLF信号装置の中にいる場合はどうするのか。
- ④ 電子タグが十字路の車道の中にいる場合はどうするのか。
- ⑤ 多くの電子タグが存在する場合の音声通知はどうかすれば良いか。

現在、基本的なシステムの試作が完成した段階であり、実証実験を行うための電波免許を取得中である。

電波免許が取得できた段階で実証実験を実施しその評価を

行うことにより、上記課題の解決について検討を行う予定である。

参考文献

- [1] S. Kubota, Y. Okamoto, H. Oda "Safety Driving Support System Using RFID for Prevention of Pedestrian-involved Accidents", 6th International Conference on ITS Telecommunications, 2006.6
- [2] 小田 英雄、久保田 創一、岡本 栄晴 "RFIDを利用した安全運転支援システムにおける位置・進行方向・速度情報による安全情報伝達方法の検討" 電子情報通信学会ソサイエティ大会、2006年9月
- [3] 久保田 創一、岡本 栄晴、小田 英雄 "RFIDを利用した安全運転支援システムでのシステム構成の検討" 電子情報通信学会ソサイエティ大会、2006年9月
- [4] 岡本 栄晴、久保田 創一、小田 英雄 "RFIDを利用した安全運転支援システムにおける車々間マルチホップ同報配信の検討" 電子情報通信学会ソサイエティ大会、2006年9月