

平成 22 年 5 月 30 日現在

研究種目：基盤研究(B)  
 研究期間：2007 ～ 2009  
 課題番号：19360180  
 研究課題名(和文)非情報化車両を含む車両安全走行を目指した次世代型車載情報通信システムの開発  
 研究課題名(英文)Development of the next generation vehicular information system for collision avoidance in the environment including non-information vehicles  
 研究代表者  
 岡田 博美 (OKADA HIROMI)  
 関西大学・システム理工学部・教授  
 研究者番号：10093387

研究成果の概要(和文)：本研究は、情報通信機器の未搭載車両を考慮した上で、衝突回避支援システム(VCASS)搭載車両が走行中の周辺状況の認識とその情報広報を自動的に行うことにより、安全な道路交通を可能とする次世代型システムの開発を行った。研究結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 非情報化車両の搭乗者のもつ携帯端末に、VCASS 機能を代行するシステムを装備し、車両間衝突回避を実現する S-VCASS を開発し、その有効性を実験で確認した。
- 2) 歩行者の動きを追尾し、位置予測を行うことにより車両との事故回避支援を行う P-VCASS を新たに開発した。
- 3) 関連要素技術として、RFID システムを用いた迅速で高精度の測距・位置情報獲得方式として新たに CRR 方式、S-CRR 方式を開発した。

研究成果の概要(英文)：This research dealt with vehicular collision avoidance in the environment of co-existence of vehicles with VCASS and without VCASS. The major results of this research are as follows.

- 1) To develop S-VCASS system for non-VCASS vehicles and show its validity by experiments.
- 2) To develop P-VCASS for pedestrians to estimate the position information of them during their walking situation.
- 3) To present accurate and fast position estimation methods for RFID, named as CRR(Communication Range Recognition) and S-CRR(Swift CRR).

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2008 年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2009 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
年度			
総計	11,000,000	3,300,000	14,300,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：VANET、次世代 ITS、車両衝突回避、VCASS、車両位置測位、  
 ERUC(非常時緊急通信)、S-VCASS、P-VCASS、

## 1. 研究開始当初の背景

先進国において ITS 開発は第 2 段階に入り、安全・安心や快適・利便を視野に入れた本格的な ITS 社会の実現が期待され、路車間通信を中心に車車間通信を含めた各種研究が盛んに行われている。特に車車間衝突回避は交通システムの各種事故を劇的に低減することが期待され、次世代 ITS の主眼と考えられている。本研究者らも、すでに過去 10 年程度の研究開発により、車車間衝突回避支援システム VCASS (Vehicular Collision Avoidance Support System) を開発していた。しかしこれら研究の多くは、すべて高度な車載情報機器の搭載車が対象である。現実には交通トラヒック内での未搭載の非情報化車両が存在し、搭載車/非搭載車間の衝突回避が、解決困難な大きな課題となっていた。本研究は、高度 ITS 機器搭載車両が今後普及していくための必須要素である未搭載車両を含めた車車間衝突回避を扱った先進的な研究である。

## 2. 研究の目的

本研究は、既に開発した VCASS 未搭載の非情報化車両を考慮に入れた上で、VCASS 搭載車両が走行中の周辺状況の認識とその情報広報を自動的に行うことにより、安全で安心な道路交通を可能とする次世代型車載情報通信システムを開発を目的としていた。さらに歩行者の歩行状態時の位置予測技術を高めることにより、車両一歩行者間の事故回避も重要な課題であった。本研究はこれらの交通事故一般を事前予測により回避するためのシステム開発を目的とし、以下の具体的な課題に取り組んだ。

課題 1) S-VCASS の開発：一般携帯端末に VCASS 機能を装備し、端末保持者が車両に搭乗した場合に、端末機器に車載機器 VCASS 機能を代行させる S-VCASS の提案とその課題点の解決、車両実験による検証を行う。

課題 2) 交差点における歩行者の位置認識と歩行動作の事前推定により歩行者一車両間の衝突回避支援を行う P-VCSAA の開発

課題 3) 車両周辺測距方式：スペクトル拡散測距方式、赤外線レーザシステムあるいは RFID システムを応用することにより、測距ならびに正確な物体の位置情報認識を可能とする新しい技術の開発。

課題 4) 非常時緊急通信 (ERUC) と即時状況認識：車載情報機器の開発の延長上に、突発的な事故・災害・テロ攻撃などが発生した場合、

その発生直後の数秒～数 10 秒程度以内に、周辺に位置する車両情報機器や携帯端末間で位置や移動情報の広報・交換を行い、発生した事件・状況の特定や避難・救助などの緊急情報の瞬時の獲得を可能とする、新しい通信システムの開発を試みる。また大規模災害時において、無線基地局や情報センターなどの既存情報インフラを用いず、災害エリアに位置する通信機器群でアドホックなネットワークの構築を行う。

## 3. 研究の方法

各課題に対する研究方法を概術する。

まず課題 1 は、車両衝突回避を実行する携帯端末システムの開発である。最終的な目的は携帯電話など現時点で普及している端末が目標であるが、研究ではノート PC を携帯端末と想定し、システム開発を行った。最も主要な問題点は、端末保持者が VCASS 未搭載車両に搭乗した際に、携帯端末が自動的に状況を判断し、S-VCASS 機能を実行する点である。このため、端末を保持して移動しているユーザが、現時点でどのような状況にあるかを、その動きで自動的に判断し、S-VCASS 機能の実行を決定する。アルゴリズムならびにシステム・ソフトウェアを開発し、3 台の実車両を用いて実働実験を行い、開発システムの有効性や性能を確認し、逐次補正を行った。実験状況を図 1、2 に示す。



図 1



図 2

次に課題 2 では、歩行者と車両の衝突回避を中心とする。道路上を数 10 km 程度の速度で走行する車両の位置情報ならびに位置予測は、比較的正確に行うことができる。これに対して歩行者は、道路歩行時あるいは交差点などにおいて、車両に比較して、速度は格段に遅いが、その動きや方向性の自由度は極めて高い。これは歩行時にちょっとした思いつきで急停止したり、突然方向転換したり、急角度で曲がったりなど、数学的な予測が車両に比べ困難となる。このため、本研究では、主に交差点周辺などにおける歩行者の動きを解析し、車両との衝突危険性の観点から安全側の位置予測を行うシステム開発を行った。開発したシステムの有効性は、実車両を用いて主に実証実験を実施した。実験の様子を図 3、4 に示す。



図 3



図 4

課題 3 では、要素技術として各種測距方式の開発や実験による比較を行った。なかでも RFID システムを用いた短距離測距ならびに位置情報獲得については、ほぼ瞬時に高い精度で位置推定を可能とする CRR 方式ならびに S-CRR 方式を開発し、ロボットを用いた実験によりその精度を測定し、有効性の検証を行った。実験の様子を図 5、6 に示す。

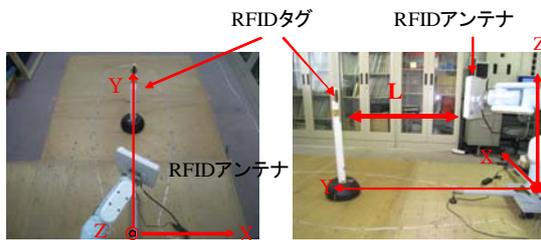


図 5

図 6

課題 4 は、突発的な事故や事件が発生した場合、その周辺に偶然居合わせた被災者は、生命の安全のために緊急避難を行う必要がある。避難の際、発生した事象やその場所、避難方法などに関して有効な情報があれば、安全な避難の実現性が大幅に増加する。本課題は、この種の突発的な事故・事件の発生を瞬時に検知し、近辺の被災者に情報提供しようとするものである。本研究では発生検知を中心に新しいアルゴリズムの開発を試みており、現時点でいくつかの提示を行い、より有効な方式の可能性を探っている。本課題では、関西大学中央体育館内部に 30m × 20m 程度の仮想的な市街地の一部を構築し、100~150 名程度の被験者にたいして、仮想的なテロや火事を発生させ、その避難時の行動データの収集を行った。実験の状況を図 7、8 に示す。



図 7



図 8

#### 4. 研究成果

本研究は、情報通信機器の未搭載車両を考慮

した上で、衝突回避支援システム (VCASS) 搭載車両が走行中の周辺状況の認識とその情報広報を自動的に行うことにより、安全な道路交通を可能とする次世代型システムの開発を行った。また本研究課題に関連する要素技術として、測距・位置推定法ならびに非常時緊急通信方式の開発を行った。以上の研究結果をまとめると以下のようなになる。

1) 非情報化車両の搭乗者のもつ携帯端末に、VCASS 機能を代行するシステムを装備し、車両間衝突回避を実現する S-VCASS を開発し、その有効性を実験で確認した。図 9 は端末保持者が車両に乗車した際、車両に乗車しているかどうかを判定した結果を示す。乗車直後の車両走行速度が低い場合のみ誤判定が見られるが、全般に正確な判定がなされていることがわかる。

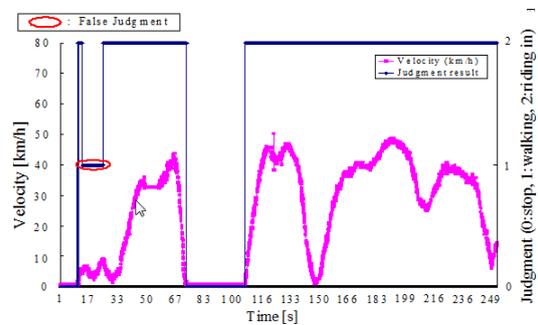


図 9 端末保持者の移動速度と状態判定結果

2) 歩行者の動きを追尾し、位置予測を行うことにより車両との事故回避支援を行う P-VCASS を新たに開発した。図 10 に、P-VCASS による歩行者の位置予測に対する誤差を示す。誤差が最大 2.5m 程度に抑えられており、高い推定精度が実証された。

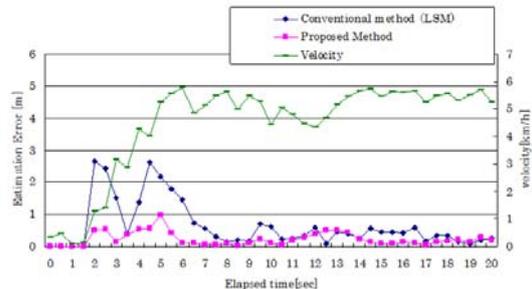


図 10 歩行者の位置予測誤差

3) 関連要素技術として、RFID システムを用いた迅速で高精度の測距・位置情報獲得方式として新たに CRR 方式、S-CRR 方式を開発した。S-CRR による位置推定誤差特性を示す。従来方式に比べ、S-CRR の誤差が十分に低く抑えられていることが示された。

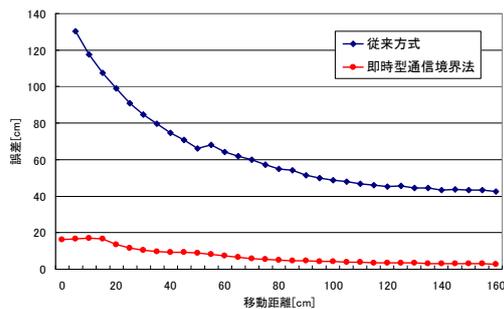


図 1.1 RFID タグの位置推定誤差

課題 4 については、仮想的な市街地におけるパニック型避難実験により被災者の動きやその傾向などのデータ収集を行っている段階であり、本研究で提示した事故・事件検出アルゴリズムの有効性確認には未だ至っていないのが現状である。今後、非常時緊急通信方式の開発を行っていく所存である。

#### 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 28 件)

1. Tomotaka Wada, Norie Uchitomi, Yuuki Ota, Toshihiro Hori, Kouichi Mutsuura, Hiromi Okada, "A Novel Scheme for Spatial Localization of Passive RFID Tags; Communication Range Recognition (CRR) Scheme," IEICE Trans. on Fundamentals, vol.E93-A, no.9, to be appeared, 査読有.
2. Tomotaka Wada, Yuki Nakanishi, Ryohta Yamaguchi, Kazushi Fujimoto, and Hiromi Okada, "Pedestrian Oriented Vehicular Collision Avoidance Support System: P-VCASS," IEICE Trans. on Fundamentals, vol.E93-A, no.4, pp.679-688, April 2010, 査読有.
3. Chikara Okada, Ryosuke Miyamoto, Akinori Yamane, Tomotaka Wada, Kazuhiro Ohtsuki, and Hiromi Okada, "A Novel Urgent Communications Technologies for Sharing Evacuation Support Information in Panic-type Disasters," IEEE ICNS 2010, pp.162-167, March 2010, 査読有.
4. Yuki Nakanishi, Ryohta Yamaguchi, Kazushi Fujimoto, Tomotaka Wada, and Hiromi Okada, "A New Collision Judgment Algorithm for Pedestrian-Vehicular Collision Avoidance Support System (P-VCASS) in Advanced ITS," IEEE ICNS 2010, pp.103-108, March 2010, 査読有.
5. Yoshihiro Nishino, Yugo Ikeda, Ryosuke Takahashi, Youngbok Choi, Hiromi Okada, "Novel Closed-Loop Flow Controls Based on Virtual Path Concept in OBS Networks," IEEE ICCIT 2009, CD-ROM, Nov. 2009, 査読有.
6. Shinji Nakai, Tetuya Maruoka, Haokun Wang, Tomotaka Wada, Hiromi Okada, "Development of Substitution System for Vehicular Collision Avoidance Support System (VCASS) by Personal Mobile Terminal," IEEE VNC 2009, 28-2-4, pp.1-7, Oct. 2009, 査読有.
7. Toshihiro Hori, Tomotaka Wada, Norie Uchitomi, Kouichi Mutsuura, Hiromi Okada, "A Multi-Sensing-Range Method for Effective Position Estimation by Passive RFID Technology," IEICE Trans. on Fundamentals, vol.E92-A, no.10, pp.2609-2617, Oct. 2009, 査読有.
8. Kazushi Fujimoto, Yuki Nakanishi, Ryohta Yamaguchi, Tomotaka Wada, Hiromi Okada, "A New Protocol for Vehicular Collision Judgment in Pedestrian-Vehicular Collision Avoidance Support System (P-VCASS)," IEEE ICNP 2009, pp.1-2, Oct. 2009, 査読有.
9. Tomotaka Wada, Norie Uchitomi, Yuuki Ota, Toshihiro Hori, Kouichi Mutsuura, Hiromi Okada, "A Novel Scheme for Spatial Localization of Passive RFID Tags; Communication Range Recognition (CRR) scheme," IEEE ICC 2009, pp.1-6, June 2009, 査読有.
10. Tomotaka Wada, Norie Uchitomi, Yuuki Ota, Toshihiro Hori, Kouichi Mutsuura, Hiromi Okada, "A Novel Localization Scheme for Passive RFID Tags; Communication Range Recognition (CRR)," IEEE RFID 2009, pp.163-169, April 2009, 査読有.
11. H. Namba, M. Muneyasu, "A Detection and Tracking Method Based on POC for Oncoming Cars," IEEE ISISPCS,

- pp.433-436, Feb. 2009, 査読有.
12. K. Sakai, M.-T. Sun, W.-S. Ku, and H. Okada, "Maintaining CDS in Mobile Ad Hoc Networks," WASA'08, vol. 5258, pp. 141-153, Oct. 2008, 査読有.
  13. Toshihiro Hori, Norie Uchitomi, Yuuki Ota, Tomotaka Wada, Kouichi Mitsuura, Hiromi Okada, "A Multi-Sensing Range Method for Position Estimations of Passive RFID Tags," IEEE WiMob 2008, pp.208-213, Oct. 2008, 査読有.
  14. Tetuya Maruoka, Yasuhiro Sato, Shinji Nakai, Tomotaka Wada, Hiromi Okada, "An Extended Collision Judgment Algorithm for Vehicular Collision Avoidance Support System (VCASS) in Advanced ITS," IEEE VTC2008-Fall, pp.1-5, Sept. 2008, 査読有.
  15. Ryohta Yamaguchi, Daisuke Ikeda, Yuki Nakanishi, Tomotaka Wada, Hiromi Okada, "A Cooperative Reflect Transmission Scheme using Road Infrastructure in Vehicle-PEdestrian Communications," IEEE VTC2008-Fall, pp.1-5, Sept. 2008, 査読有.
  16. Yuuki Ota, Toshihiro Hori, Taiki Onishi, Tomotaka Wada, Kouichi Mitsuura, Hiromi Okada, "An Adaptive Likelihood Distribution Algorithm for the Localization of Passive RFID tags," IEICE Trans. on Fundamentals, vol.E91-A, no.7, pp.1666-1675, July 2008, 査読有.
  17. Kentaro Miyoko, Yoshihiko Mori, Yugo Ikeda, Yoshihiro Nishino, Yong-Bok Choi, Hiromi Okada, "A Noble Flow Rate Control based on Leaky Bucket Method for Multi-Media OBS Networks," Proceedings of WASET, Vol.30, ISSN 1307-6884, July 2008, 査読有.
  18. K. Sakai, F. Shen, K. M. Kim, M.-T. Sun, and H. Okada, "Multi-Initiator Connected Dominating Set Construction for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE ICC 2008, May 2008, 査読有.
  19. Takehiro Tsunemine, Eisuke Kadokawa, Yuji Ueda, Junya Fukumoto, Tomotaka Wada, Kazuhiro Ohtsuki, Hiromi Okada, "Emergency Urgent Communications for Searching Evacuation Route in a Local Disaster," IEEE CCNC 2008, pp.1196-1200, Jan. 2008, 査読有.
  20. Yuuki Ota, Toshihiro Hori, Taiki Onishi, Tomotaka Wada, Kouichi Mitsuura, Hiromi Okada, "Localization of Passive RFID tags with Robot using Adaptive Likelihood Distribution Algorithm," ATNAC 2007, pp.163-168, Dec. 2007, 査読有.
  21. Yasuhiro Sato, Yuji Shimonaka, Tetuya Maruoka, Tomotaka Wada, Hiromi Okada, "Vehicular Collision Avoidance Support System v2 (VCASSv2) by GPS+INS Hybrid Vehicular Positioning Method," ATNAC 2007, pp.29-34, Dec. 2007, 査読有.
  22. Yoshihisa Okada, Tomotaka Wada, Masato Horie, Fumio Nakase, Hiromi Okada, "Experimental Performance Evaluations of Reflect-transmission Control Schemes for Vehicle-PEdestrian Communications (VPEC)," IEICE Trans. on Communications, vol.E90-B, no.10, pp.2931-2939, Oct. 2007, 査読有.
  23. Daisuke Ikeda, Masato Horie, Ryohta Yamaguchi, Tomotaka Wada, Hiromi Okada, "An Effective Detection Algorithm of the Relative Movement between Vehicles and Pedestrians in VPEC," ACM WiNTECH 2007, Sept. 2007, 査読有.
  24. Hiroaki Murata, Tomotaka Wada, Tadahiro Maekawa, Kouichi Mitsuura, Hiromi Okada, "QoS Guaranteed Multi-Poll Access Scheme with Transmission Control over High Throughput Wireless LAN," WSNET 2007, CD-ROM, Sept. 2007, 査読有.
  25. J. Fukumoto, N. Shirokane, Y. Ishikawa, T. Wada, K. Ohtsuki, H. Okada, "The analytic method for real-time traffic problems by using Contents Oriented Communications in VANET," IEEE ITST 2007, pp.40-45, June 2007, 査読有.

26. 和田友孝, 山口健一郎, 岡田博美, “複局送信による連続型路車間通信システムにおける信号伝送特性改善効果の検討,” 電子情報通信学会論文誌A, vol.J90-A, no.4, pp.315-329, Apr. 2007, 査読有.

[学会発表] (計 5 4 件)

1. 谷侑樹, 高橋良太, 中井慎二, 王豪坤, 和田友孝, 岡田博美, “VCASSにおける走行環境に応じた車両動的位置予測,” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, AS-5-3, 仙台, March 2010.
2. 早川洋平, 岡田力, 宮本亮祐, 山根明典, 山田祐輝, 森和也, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “ERUC(非常時緊急通信)システムにおける災害発生検知技術の開発,” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, AS-5-4, 仙台, March 2010.
3. 宮本亮祐, 岡田力, 山根明典, 森和也, 早川洋平, 山田祐輝, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “非常時緊急通信 (ERUC) におけるパニック行動の伝搬性を用いた災害発生位置推定法,” 電子情報通信学会技術研究報告 (情報ネットワーク研究会), vol.109, no.449, IN2009-186, pp.253-258, 宮崎, March 2010.
4. 山田祐輝, 岡田力, 宮本亮祐, 山根明典, 早川洋平, 森和也, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “災害発生時の避難行動による非常状態検出技術の開発と緊急避難行動パターン分析,” 電子情報通信学会「安全・安心な生活のための情報通信ネットワーク」(ICNSSL研究会), 新潟, Sept. 2009.
5. 藤本和史, 山口良太, 中西優喜, 和田友孝, 岡田博美, “歩行者-車両衝突回避支援システム(P-VCASS)の開発,” 電子情報通信学会技術研究報告 (情報ネットワーク研究会), IN2009-52, 仙台, Sept. 2009
6. 山根明典, 岡田力, 宮本亮祐, 山田祐輝, 早川洋平, 森和也, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “災害時における被災者の緊急避難行動パターンに基づくERUCシステムの開発,” 電子情報通信学会技術研究報告 (情報ネットワーク研究会), IN2009-53, 仙台, Sept. 2009.
7. 石川雄太, 福本准也, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “VANET環境におけるコンテンツ指向型通信を用いた渋滞特性分析法,” 電子情報通信学会技術研究報告 (情報ネットワーク研究会), IN2008-184, 沖縄, March 2009.
8. 植田悠司, 岡田力, 山根明典, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “災害時緊急避難路検索におけるボトルネック検出についての一考察,” 電子情報通信学会技術研究報告 (情報ネットワーク研究会), IN2008-218, 沖縄, March 2009.
9. 福本准也, 石川雄太, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “VANET環境におけるコンテンツ指向型通信を用いた緊急危険情報分析法,” 電子情報通信学会技術研究報告 (情報ネットワーク研究会), IN2007-229, 沖縄, March 2008.
10. 石川雄太, 福本准也, 和田友孝, 大月一弘, 岡田博美, “VANET環境におけるコンテンツ指向型通信を用いた渋滞変化認識法,” 2007年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-7-75, 鳥取, Sept. 2007.

[その他]

ホームページ等

<http://www.jnet.densi.kansai-u.ac.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岡田 博美 (OKADA HIROMI)

関西大学・システム理工学部・教授

研究者番号：10093387

### (2) 研究分担者

和田 友孝 (WADA TOMOTAKA)

関西大学・システム理工学部・専任講師

研究者番号：20314560

### (3) 分担研究者

六浦 光一 (MUTSUURA KOUICHI)

信州大学・経済学部・教授

研究者番号：00106147

### (4) 研究分担者

大月 一弘 (OHTSUKI KAZUHIRO)

神戸大学・国際文化学部・教授

研究者番号：10185324

### (5) 研究分担者

榎原 博之 (EBARA HIROYUKI)

関西大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：50194014

### (6) 研究分担者

棟安 実治 (MUNEYASU MITSUJI)

関西大学・システム理工学部・教授

研究者番号：30229942