

# 車々間通信を用いた運転支援システムの 評価実験プラットフォーム(ARDS-Platform)の 開発

チャンキエン<sup>†</sup> 井手口哲夫<sup>†</sup> 田学軍<sup>†</sup> 奥田隆<sup>†</sup>

車々間通信において、通信方式や通信特性の研究は多いが、これから標準化される車々間通信を用いたアプリケーションの研究・開発は重要な課題となっている。安全性や信頼性を高く要求する運転支援システムの研究・開発において、コンピュータシミュレーションだけではなく、現実に近い環境で実験を行う必要があるが、現在このような手軽に評価実験を行える実験システムは少ない。本稿では車々間通信を用いた安全運転支援システムを対象に、現実に近い環境で、かつローコストな評価実験プラットフォーム ARDS-Platform の開発について述べる。

## Development of a Test Platform for Safety Driving Support System using Inter-Vehicle Communication

Kien Tran Hong<sup>†</sup> Tetsuo Ideguchi<sup>†</sup>  
Tian Xue<sup>†</sup> and Takashi Okuda<sup>†</sup>

Recently, there are a number of researches on communication method or communication characteristic in Inter-Vehicle Communication (IVC) and the standardization of IVC is moving forward actively in Japan. The development of applications using IVC for safety driving is becoming an important issue. Since there are few driving simulators that support IVC, it is not easy to evaluate the applications using IVC in a realistic situation. In this paper, we describe about our development for a new type of driving simulator called ARDS-Platform which supports IVC and helps developer easily to evaluate their applications.

### 1. はじめに

現在、車々間通信 (IVC) を用いた安全運転支援システムの標準化・実用化は急速に進められている。2009年2月に、首都の一般道路道路 (お台場) を中心に、次世代の安全運転支援システムの大規模な公開デモンストレーションが実施された。これは ITS-Safety 2010 と呼ばれているプロジェクトで、国内のほとんどの大手自動車メーカ、大手家電メーカ、各種の省庁や団体などが参加し、2010年に実用化される予定のシステムの大規模な実証実験である。

車々間通信において、通信方式やアクセス方式などの通信特性についての研究は多くあるが、これから標準化される車々間通信を用いたアプリケーションの研究・開発は重要な課題となっているにもかかわらず、これについての研究は少ない。そのひとつの理由として、車々間通信は比較的に新しい研究分野で、伝送方式などのアプリケーションやサービスを実現する手段はまだ確定されていないと考えられる。それ以外に、次のような理由も考えられる。

車々間通信を使用するシステムを含め、安全運転支援システムのひとつの特徴は安全性や信頼性を非常に高く要求することである。このようなシステムを開発し、最終的には実際道路環境と実車で試験運転を繰り返して行わなければならない。しかし、安全性やコストの面から考えれば、開発の初期の段階において、すぐに実車を用いて存在するドライビングシミュレータのほとんどは実ドライバ単独での走行実験を想定し、その他のドライバはドライバモデルを使用し再現している。また、想定しているシステムのプロトタイプを作成し、実環境道路で評価することができない。その代わりに、ドライビングシミュレータを使用し、評価を行うことが一般的なやり方である。現在の用途は主にドライバ個人の運転特性の解析やブレーキ支援システムなどのような車内のシステムの評価である。一方、車々間通信を使用するシステムでは、車両双方の通信によって、車両情報 (位置情報、速度情報など) に基づく注意喚起や警報システム [6][7] だけでなく、合意形成手法 [8] を使用するようなドライバ間でのやりとりを実現するシステムも可能になり、このときにドライバの行動はほかのドライバの行動に大きく影響される。このため、同時に複数の実ドライバによる実験が必要になるが、現在のドライビングシミュレータではこのような用途を想定してなく、対応できるようなものほとんど存在しない。このように車々間通信のアプリケーションを開発するためのツールが少ないため、研究・開発が多く行われていない理由と思われる。

このような問題を解決するために、本稿では車々間通信の上位プロトコルを使用するアプリケーション開発を対象に、現実に近い環境で、かつローコストな評価実験プ

<sup>†</sup> 愛知県立大学情報科学研究科情報システム専攻  
Aichi Prefectural University, Graduate School of Information Science and Technology

プラットフォーム ARDS-Platform の開発について述べる。なお、このプラットフォームはオープンなプラットフォームとして開発を進めている。表 1 に車々間通信の標準化の規格を示す。通信方式やアクセス方式はほぼ確定しているが、上位プロトコルはまだ多く検討されていない。

表 1: 車々間通信の標準化仕様

規格・委員会	RC-006
使用周波数	715~725MHz
チャンネル数	10MHz × 1ch
変調方式	OFDM
伝送速度	3~18Mbit/s
アクセス方式	CSMA/CA
アクセス制御拡張	DFC
隠れ端末対策	今後検討
時刻同期	
通信プロトコル	単向同報通信(ACKなしのブロードキャスト)
上位プロトコル	今後検討

## 2. ドライビングシミュレータ

ドライビングシミュレータ（以降 DS と呼ぶ）を利用する利点として次のようなものが挙げられる。

- 安全性の確保  
 仮想環境で実験を行うため、事故が起きても被験者には影響を与えない
- 環境の自由な再現  
 コンピュータグラフィックで道路の環境を作り出しているため、どんな状況でも再現可能になる
- 同じ環境の再現可能性  
 同じ環境で何回も実験可能
- 低コスト  
 試験道路あるいは実際の道路での実験よりもコストが低い
- 容易なデータ収集  
 システム全体を把握しやすく、データの収集は簡単
- 法律の問題解決

窓ガラスに情報を表示するような未来的なシステムは実道路で走行することが法律上できないが、DS では実験が可能

現在の DS はその用途に応じて様々なものがあり、その構成も異なる。運転訓練用の DS は自動車教習や運転適性検査に用いられ、この種類の DS のハードウェア構成は単純で、レーシングゲームのようなドライバはディスプレイ画面を見ながら机に取り付けられるハンドルコントローラで運転を行う（DS タイプ 1 と呼ぶ）。操縦安定性やドライバの心理・生理などの調査、基礎研究ではより現実に近い環境を再現するために、コックピット（操縦席）と大きなスクリーンを使用するものが多い。それから、車両の動きを再現するためにドライバのシートは固定ではなく、油圧装置や回転装置などで運転時の振動を再現している。この種類の DS のサイズは車 1 台分のサイズのものが多い（DS タイプ 2 と呼ぶ）。さらに車の上下運動だけでなく、左右、前後の動きまで再現する巨大なシミュレーション装置もある（DS タイプ 3 と呼ぶ）[2][3][4]。

DS タイプ 1 は構成が最も単純で、ドライバの視野角度はやや狭く、車両運動模擬装置がないためリアリティ感は乏しいが、コストパフォーマンスやユーザビリティが高いため、現在でも多くの研究に使われている。DS タイプ 2 と 3 は実際の車両の走行を忠実に再現することができ、リアリティ度が高いが装置は大きく、DS タイプ 1 と比べると非常に高価なもので、小規模な研究開発の場合でもハードルが高い。



Type1

Type2

Type3

図 1: 3 種類のドライビングシミュレータ

次に車々間通信を使用するシステムで上記の 3 種類の DS を使用できるかどうかについて考える。車々間通信を使用し、検討の優先度が高い代表的なシステムは主に衝突防止システムで、具体的には出会い頭衝突、追突、右・左折時の防止システムである[5]。これらのシステムは他車の通信情報（車両位置、速度など）から自車両のドライバに注意や警告を提示しドライバをサポートするシステムである。このように、通信を使用する運転支援システム、特に車々間通信の場合は、アプリケーションに参加

するのは当然複数の車両で、車載センサーやミリ波レーダを使用し衝突を回避するような車両単独あるいは車両内だけで完結できるようなシステムではなく、他車両の通信情報に依存し、影響を大きく受ける。このため、システムを評価する時に、自車両のドライバーに対する評価だけでなく、他車両のドライバーに対する評価も行う必要であろう。つまり、評価実験を行う際、複数のドライバーが同時に実験を行い、システムを評価する必要性が出てくる。この点において、現在の DS は対応が困難である。既存の DS では実ドライバー 1 人に対し、他のドライバーはすべて仮想的なドライバーである。このような仮想的なドライバーモデルで実際のドライバーを再現できるかは疑問である。加えて、DS タイプ 2 と 3 のような巨大な装置を複数のドライバーによる実験のために何台も設置することは難しい。

このような問題点を解決するために、また車々間通信を使用するアプリケーションの初期開発をサポートするために、本稿は複数のドライバーが同時に参加することができ、車々間通信システムを模擬できる実験プラットフォームを開発する。このプラットフォームは次の特徴を持つ。

- 複数のドライバー参加型 DS
- 拡張現実性 (Augmented Reality) を持つ新しいタイプの DS
- 模擬車々間通信機能を持つ
- 模擬実車両を使用し遠隔操作
- ローコスト

### 3. ARDS-Platform の提案

車々間通信を使用するアプリケーション評価用 DS の必要な機能について考える。上位のプロトコル (表 1) にアプリケーションが存在するため、安定した通信ができる前提とする。ARDS-Platform は Augmented Reality Driving Simulation Platform の略である。

#### 3.1 システムのイメージ

図 2 は本稿の実験システムの全体のイメージ図である。ドライバーはディスプレイとステアリングを使用し、無線 LAN を通じて車を遠隔操作する。車のベースとなるのは RC カード、車を制御するのはマイクロコントローラと無線 LAN インタフェースを持つ組み込み Linux ボードである。車の上には無線カメラを設置し、ドライバーは自分のモニタ映像から確認しながら操作ができる。車の上には距離センサー、速度、加速度センサーなどを持つ。車両間は無線 LAN 通信によりで車々間通信を模擬する。

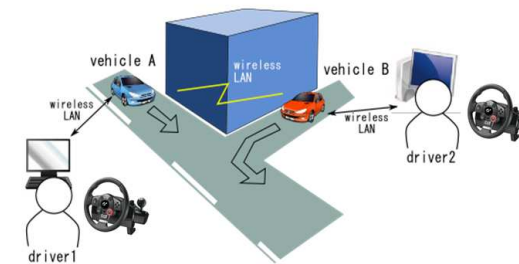


図 2 : AROT-Platform

#### 3.2 車両のハードウェア構成

ARDS-Platform を構成する車両は通信部とハードウェア制御部の 2 つの部分から成る。

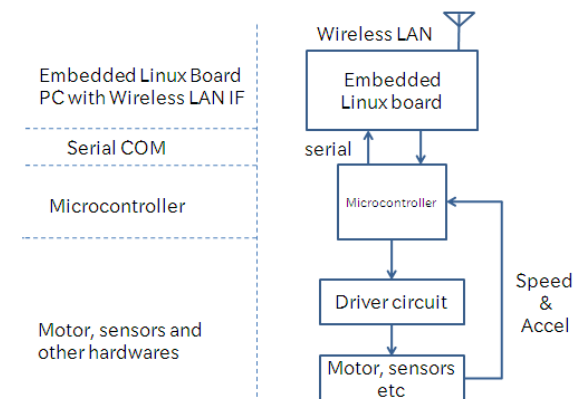
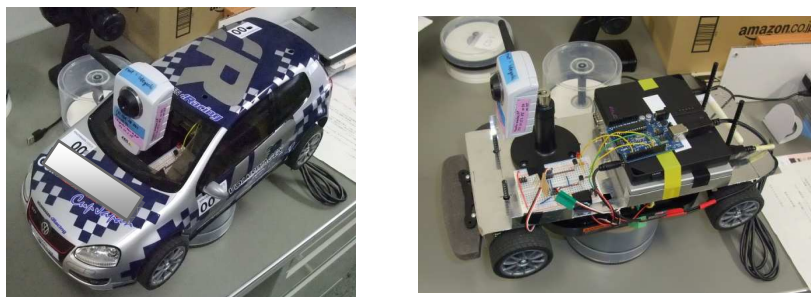


図 3 : 車両のハードウェア構成



外観

内部

図4：車両の外見

通信部のハードウェアは無線 LAN インタフェースとシリアルポートインタフェースを持つ組み込み Linux ボードで、この部分の役割は遠隔操作の制御情報を受信し、ネットワークの制御プロトコルをシリアルプロトコルに変換しマイクロコントローラに転送する。また他の車両と通信を行うのもこの部分の役割である。

ハードウェア制御部はマイクロコントローラである。通信部とシリアルインタフェースで接続され、制御情報を受信し、さらに下位のハードウェアを制御する。また車載センサーからの情報を通信部に送信する役割もある。

車両本体は汎用の RC カーを改造したものである。

### 3.3 プラットフォームの機能構成

図5は ARDS-Platform の機能構成図である。主に3つのモジュール、ドライバのインタフェースモジュール、車々間通信モジュールと車両制御モジュールから構成されている。

車両制御モジュールは車載カメラ、センサー、モータ、ライトなどのハードウェアを制御する。このモジュールはマイクロコントローラの上に実装されている。このモジュールはほかのモジュールとのインタフェースはシリアルプロトコルである。アプリケーション開発するとき、ユーザは直接このモジュールを操作する必要がない。

車々間通信モジュールは自車両の情報と他の車両の情報を管理するデータベースを持っている。これらの情報はすべて遠隔操作するドライバの端末システムと同期される。制御プロトコルはデータベースのプロトコルである (表2参照)。

表2：車両の制御プロトコルコマンド

コマンド	フィールド数	意味/
tog_rpmSen	1	RPMセンサー ON/OFF
tog_sen1	1	ヤンサー ON/OFF
tog_sen2	1	"
tog_sen3	1	"
tog_sen4	1	"
tog_sen5	1	"
tog_rpmcyc	1	rpm cycle ON/OFF
tog_sencyc	1	sensor cycle ON/OFF
tog_sw0	1	スイッチ ON/OFF
tog_sw1	1	"
tog_sw2	1	"
tog_sw3	1	"
tog_sw4	1	"
tog_set5	1	"
echo	1	サーバECHO
help	1	help 表示
quit	1	disconnect

車々間通信を模擬するために2つの方法を選択することができる。1つは車両の通信部が通信を行うか(無線通信のみ)、他の方法は遠隔操作端末から他のドライバの遠隔操作端末と通信を行う(この場合は無線だけでなく有線でも可能、現時点は未実装)方法である。

道路環境の実現も2つの方法があり、1つは模型の道路を使用する方法である。また道路環境を拡張現実(augmented reality)技術で再現機能も使用できる(現時点実装中の機能である)。

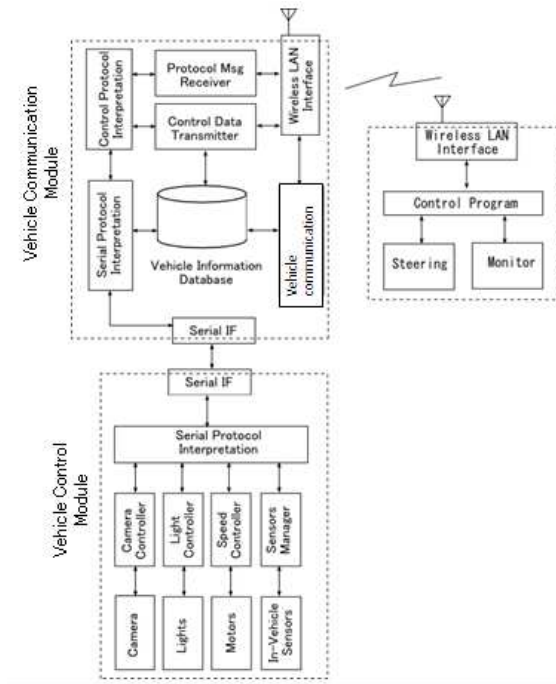


図 5 : ARDS-Platform の機能構成図

#### 4. プラットフォームの使用例

ARDS-Platform の使用用途は車々間通信を使用する次のようなアプリケーション開発・評価を想定している。

- 車々間通信を使用するアプリケーションの HMI 開発  
 情報提示（通知、警告など）によるドライバーへの影響評価
- 隊列走行実験や追従走行などの協調走行実験  
 協調走行のための制御方式、合意形成手法の評価
- 障害物回避アルゴリズムの評価  
 車載センサー、カメラを使用する障害物回避システムの評価

#### 5. まとめ

本稿では、既存の DS の機能を概観し、その問題点について述べた。車々間通信を使用した運転支援アプリケーションのためのプラットフォームを提案し、その構成について示した。また、このプラットフォームによって評価すべき運転支援アプリケーションの機能項目について述べた。

現在、ARDS-Platform の開発はまだスタートしたばかりで、今後も既存の DS と比較を行い、本プラットフォームの目的としている機能が有効であることを確認する予定である。

#### 参考文献

- 1) ITS 情報通信推進会, 700MHz 帯を用いた運転支援通信システムの実験用ガイドライン (ITS FORUM RC-006), 2009.
- 2) JARI/ITS セミナー『ITS におけるドライビングシミュレータの活用』(2009.9.7), セミナー資料, <http://www.jari.or.jp>
- 3) NADS, <http://www.nhtsa.dot.gov/>
- 4) TOYOTA 社の DS, <http://www2.toyota.co.jp>
- 5) ITS 無線システム委員会事務局, 総務省, ITS 無線システムの検討状況等, 平成 21 年 7 月
- 6) 高取 祐介, 他, 通信を用いた衝突予測による警告型安全運転支援システムに関する一検討, 電子情報通信学会技術研究報告. ITS 103(86), 7-10, 20030520
- 7) 楊 崢コウ, 近藤 則昭, GPS と車々間通信を用いた右折時の運転支援および警報タイミング推定の応用検討, 電子情報通信学会技術研究報告. ITS, pp.17-22, 2001.
- 8) チャンキエン, 井手口哲夫, 奥田隆史, 田学軍: T 字路における車々間通信による合意形成手法の検討と評価, 情報処理学会, DICOMO2009 シンポジウム論文集, pp.1-6, 別府(2009-7)