

700MHz帯安全運転支援通信システム車載器の開発

Development of On-Board Equipment for Vehicle Safety Communication System in 700 MHz-Band

高 井 章	小 山 泰	鹿 島 康 史	松 村 雅 明
Akira Takai	Yasushi Koyama	Kouji Kashima	Masaaki Matsumura
高 橋 政 行	浅 見 重 幸	五十嵐 裕 仁	
Masayuki Takahashi	Shigeyuki Asami	Yuji Igarashi	

特 集

通信機器

要 旨

700MHz帯安全運転支援通信システムは、無線通信による情報を用いて運転支援に関わる情報をドライバーに提供し、注意喚起を行うことで、交通事故を未然に防止することが期待されている。

このシステムでは、車両に搭載した車載器同士で通信を行う「車車間通信」、及び道路に設置された路側機と車両の車載器間で通信を行う「路車間通信」による情報の提供が想定されている。周波数帯は、地上アナログ放送終了後の2012年以降に利用可能となる700MHz帯が割り当てられている。

今回、700MHz帯安全運転支援通信システムの車載器を開発したので紹介する。

Abstract

Vehicle safety communication system in 700MHz-band that broadcast drive-assist information and call the driver's attention by wireless telecommunication is expected to have an effect for prevention of traffic accidents.

Vehicle equipments in the system exchange drive assist information by Road-to-Vehicle Communication (RVC) that communicates between an on-board equipment and road-side equipment, and by Inter-Vehicle Communication (IVC) that communicates between vehicles. 700MHz-band is going to be allocated for the system in 2012 when the terrestrial analog broadcasting end.

JRC has developed on-board equipment that is operated in 700MHz band for the Vehicle safety communication system, and this paper introduces it.

1. ま え が き

700MHz帯安全運転支援通信システムは、無線通信を用いて運転支援に関わる情報をドライバーに提供し、注意喚起を行うことで、交通事故を未然に防止することが期待されている。

このシステムでは、車両に搭載した車載器同士で通信を行う「車車間通信」、及び道路に設置された路側機と車両の車載器間で通信を行う「路車間通信」による情報の提供が想定されている。周波数帯は、地上アナログ放送終了後の2012年以降に利用可能となる700MHz帯の周波数が割り当てられている。

本システムの規格は、現在標準化作業中であるが、実験用ガイドラインとして、ITS情報通信システム推進会議「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」(以下、ITS FORUM RC-006と称す)が公開されている。

今回、ITS FORUM RC-006に基づき一部機能を追加した700MHz帯の通信が可能な車載器を開発した。

本稿は、平成22年度に開発した700MHz帯安全運転支援通信システム車載器の動作原理を紹介し、この車載器の評価結果について報告する。

2. システム概要

700MHz帯安全運転支援通信システムは、車車間通信又は路車間通信により情報を送受信し、交差点における出会い頭衝突事故防止や右左折衝突事故防止、追突事故防止、緊急車両情報提供等のサービスの提供が想定される。

安全運転支援通信システムに利用される700MHz帯の電波は、ビル陰や車両後方などの見通し外にも回り込む特徴があり、700MHz帯安全運転支援通信システムにより、ドライバーの死角となる位置にある車両の情報が入手可能となり、見通しの悪い交差点での出会い頭衝突事故防止等への効果が期待できる。

安全運転支援のレベルは、車車間通信では「情報提供」、路車間通信では「注意喚起」としている。

車車間通信と路車間通信のイメージを図1に示す。

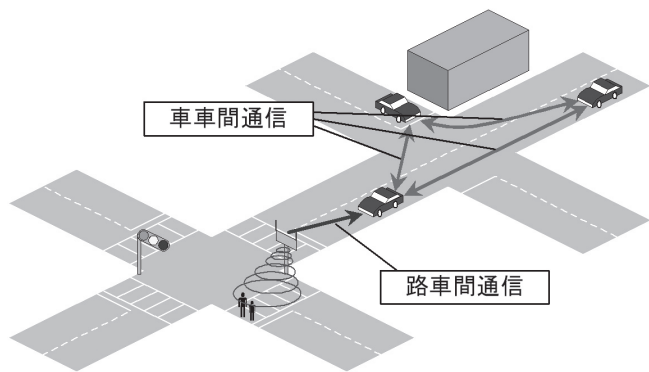


図1 車車間通信・路車間通信のイメージ
Fig.1 Overview of Inter-Vehicle communication system and Road-to-Vehicle communication system

3. 装置概要

今回開発した700MHz帯安全運転支援通信システム車載器は、700MHz帯の単一周波数にて「車車間通信」と「路車間通信」が可能な車載通信機である。本装置は、無線機・アンテナ・制御用PCで構成される。本装置の無線通信仕様を表1に、アンテナ仕様を表2に、インタフェース仕様を表3に示す。無線規格は、ITS FORUM RC-006 1.0版に準拠している。

本装置の写真を図2に示す。アンテナ端子は、受信専用2端子と送受信兼用に1端子の計3端子を備えている。また、将来拡張用にGPSアンテナ用の端子も備えている。制御用PCとのインタフェースとしては、Ethernet端子を備えている。

表1 無線通信仕様

Table 1 Specification of Wireless telecommunications

無線周波数	700MHz帯の単一周波数
メディアアクセス方式	CSMA/CA方式
変調方式	BPSK OFDM / QPSK OFDM / 16QAM OFDM
空中線電力	10mW/1MHz
空中線電力の許容偏差	±50%以内
周波数許容偏差	±20ppm以内
占有周波数帯幅の許容値	9MHz以下
伝送速度	3, 4.5, 6, 9, 12, 18Mbps
送信バースト長	0.3msec以下
電源電圧	DC9～18V
外形寸法	260 (W) × 90 (H) × 140 (D) mm (突起物は含まない)
質量	約2.2 kg

表2 アンテナ仕様

Table 2 Specification of Antenna

空中線の構造	1/4λモノポール
インピーダンス	50Ω
空中線の利得	2.14dBi
空中線の偏波	垂直偏波、水平面無指向性

表3 インタフェース仕様

Table 3 Specification of Interface

アンテナ端子コネクタ	SMA
PC間インタフェース	Ethernet 100BASE-TX
LED	電源ON表示、送信処理表示



図2 700MHz帯安全運転支援通信システム車載器

Fig.2 Vehicle safety communication system on-board equipment

4.動作原理

本装置は、無線機を車両に搭載し、シガーソケットから電源を供給して、車両に取り付けられたアンテナを介してデータの送受信が行われる。本装置のハードウェアブロック構成を図3に示す。

主に、CPUブロック・ベースバンドブロック・RFブロック・電源ブロックで構成される。CPUブロックとベースバンドブロックにてRF制御とMACとPHYを処理し、RFブロックにて700MHz帯の無線通信を実現している。また、各ブロックの電源を電源ブロックから供給している。

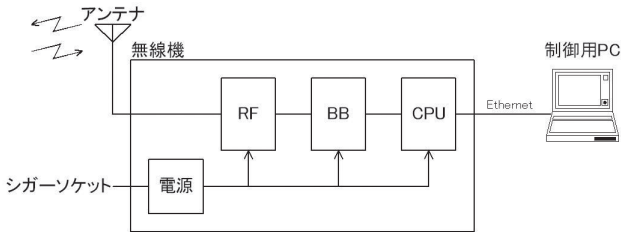


図3 無線機ブロック図

Fig.3 Transceiver block diagram

(1) CPUブロック

CPUブロックは、OSに μ ITRONを採用し、通信制御、MAC（フレーム生成等）などの機能を実現している。

(2) ベースバンドブロック

ベースバンドブロックは、FPGA及びADCとDACを実装し、MAC（CSMA/CA等）、PHY（変復調）、ダイバーシチ制御（最大比合成、選択合成）、RF制御などの機能を実現している。

(3) RFブロック

RFブロックは、受信部、送信部及びシンセサイザ部で構成され、受信部は2系統の回路を装備し、送信部は1系統の回路を装備している。周波数変換はダイレクトコンバージョン方式を採用し、受信部は直交復調器にて受信信号をベースバンド信号に変換し、送信部は直交変調器にて変調された信号をRF増幅段で規定電力まで増幅している。このとき、変調精度やスペクトラムマスクが劣化しないよう、十分なバックオフを確保している。

(4) 電源ブロック

電源ブロックは、各ブロックに3.3Vと5Vの電源を供給する。

5. 評価結果

本装置の評価を行い、RC-006の規格を満足することを確認した。その中で、720MHzと765MHzの周波数での主な評価結果について、それぞれ表4と表5に示す。また、720MHzにおける送信スペクトラム波形と16QAM（OFDM）のコンスタレーションを図4と図5に示す。

表4 評価結果（720MHz）

Table 4 Evaluation result (720MHz)

評価項目	評価結果
空中線電力	8.52mW/1MHz
周波数偏差	-0.42ppm
占有周波数帯幅	8.24MHz
送信中心周波数リーク	-28dB
変調精度（16QAM,1/2）	-26.2dB
副次的に発する電波等の限度	0.03nW
受信感度（16QAM,1/2）	-83dBm

表5 評価結果(765MHz)

Table 5 Evaluation result(765MHz)

評価項目	評価結果
空中線電力	8.74mW/1MHz
周波数偏差	-0.39ppm
占有周波数帯幅	8.24MHz
送信中心周波数リーク	-27.6dB
変調精度(16QAM,1/2)	-27.0dB
副次的に発する電波等の限度	0.03nW
受信感度(16QAM,1/2)	-81dBm

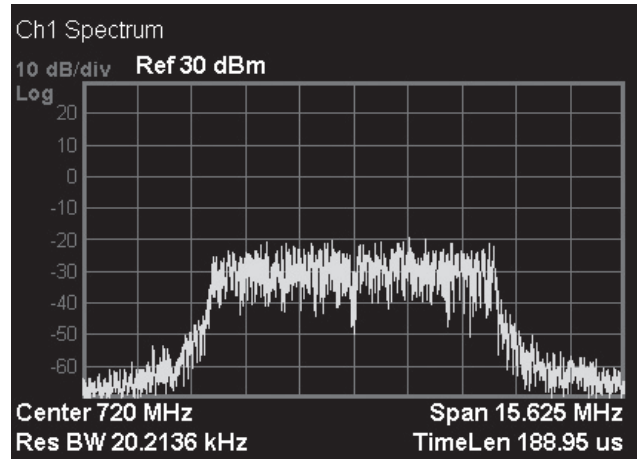


図4 送信スペクトラム波形（720MHz）

Fig.4 Spectrum Waveform of Transmitter (720MHz)

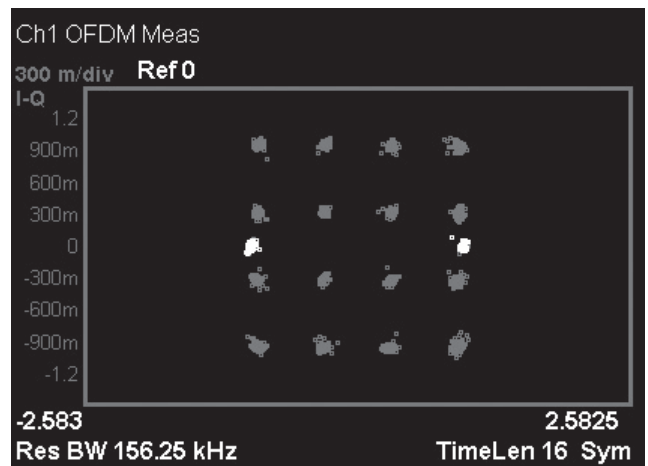


図5 16QAM(OFDM)コンスタレーション（720MHz）

Fig.5 16QAM(OFDM) Constellation (720MHz)

6. あとがき

平成22年度、本装置をアイシン精機(株)殿、慶應義塾大学殿に納入しました。

本システムに割り当てられている周波数は、2012年7月25日から利用可能となっており、現在、標準化の活動が行われている。今後は、サービス開始に向けて、実証実験が行われる予定である。当社も製品化に向けて、小型化、低消費電力化に加え、独自技術の開発を行っていく。

参考文献

- (1) ITS情報通信システム推進会議「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 1.0版,
http://www.itsforum.gr.jp/Public/J7Database/p34/ITSFORUMRC006V1_0.pdf
- (2) 総務省、情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会 報告,
http://www.soumu.go.jp/main_content/000124615.pdf

用 語 一 覧

CSMA/CA : Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (搬送波感知多重アクセス/衝突回避方式)

BPSK : Binary Phase Shift Keying (二位相偏移変調)

QPSK : Quadrature Phase Shift Keying (四位相偏移変調)

QAM : Quadrature Amplitude Modulation (直角位相振幅変調)

OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing (直交周波数分割多重方式)

100BASE-TX : IEEE 802.3uとして規格化されているEthernet規格

MAC : Media Access Control (メディアアクセス制御)

PHY : Physical Layer (物理層)