

車々間通信システムの開発

白木 裕一
中林 昭一

大山 卓
徳田 清仁

自車と周辺走行車両間で各車両の速度、加速度、操舵情報等の車両制御データを伝達し追従走行、分合流支援等の車群協調走行を行う場合には車々間通信（Inter-Vehicle Communications：IVC）システムが必要となる。当社は、（財）自動車走行電子技術協会（JSK）のブ
ロトコル検討分科会に参加し、IVCシステムを用いた高度道路交通システム（Intelligent Transport Systems：ITS）アプリケーションやIVCシステムの実現に必要な不可欠な通信プロトコルの研究を行ってきた。2000年11月には、独立行政法人産業技術総合研究所とJSKが共同で車群協調走行のデモンストレーション（デモ2000）を実施し、JSK提案のIVCシステム用通信プロトコルDOLPHIN（Dedicated Omni-purpose inter-vehicle communication Linkage Protocol for Highway automation）の有効性が実証された¹⁾。当社は、デモ2000で用いられたDOLPHINを実装したIVCシステムの開発を行った。本稿では、上記IVCシステムの概要、装置構成、DOLPHINを実装したデータリンク層装置について報告する。

IVCシステムの概要

IVCシステムの特徴は、その通信対象と通信データの性質から捉えることができる。IVCシステムの通信対象は車群を構成する車両であり、各車両の位置と車群構成メンバーは時々刻々変化する。車群内に基地局に相当する車両を設けて車両間の通信を集中制御する方法は、基地局に相当する車両自体が車群を離脱する可能性があるため方式的に問題がある。このような理由から、IVCシステムにおいては、基地局の存在を仮定しない自律分散型ネットワーク構築技術が必要となる。また、IVCシステムにおける通信データは、協調走行のための走行制御データであるため、高品質・リアルタイム伝送を可能とする必要がある。そのため、DOLPHINでは自律分散型ネットワーク構築に適した無線アクセス方式として基地局を必要としないCSMA（Carrier Sense Multiple Access）方式を採用している¹⁾。

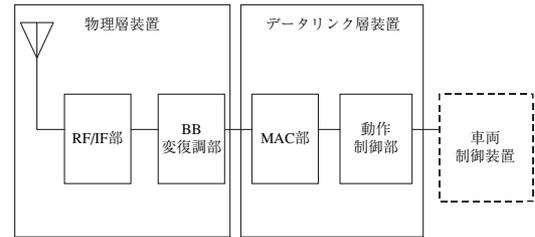


図1 デモ2000用IVCシステムの装置構成

装置構成

今回開発したシステムは、無線通信媒体として5.8GHzのマイクロ帯電波を使用し、通信プロトコルとしてSimplified-DOLPHINを実装した装置である。Simplified-DOLPHINはDOLPHIN仕様のサブセットで、デモ2000に必要な車両制御データのみを送信データとしたものである。図1にデモ2000用IVCシステムの装置構成図を示す。システムは物理層装置とデータリンク層装置からなる。物理層装置は、水平無指向性のアンテナ部と5.8GHz搬送波帯および40MHz中間周波数帯における変復調を行うRF/IF部とベースバンド（BB）信号の変調・復調処理を行うBB変復調部から構成されている。BB信号の変調、復調はLSIモデムを用いて行い、データリンク層装置との間で送信データ（SD）、送信クロック（SC）、受信データ（RD）および受信クロック（RC）の送受を行う。データリンク層装置は、Media Access Control（MAC）部とIVCシステム全体の動作制御部からなる。MAC部では、DOLPHINのデータリンク層で規定されているMAC方式に基づいたデータの送受信処理を行う。動作制御部は、車両制御装置とのデータ送受信処理と方式評価のための動作パラメータの設定および通信品質評価のためのデータ収集を行う。以下にデータリンク層装置の構成について述べる。

データリンク層装置

データリンク層装置において、動作制御部はPC、MAC部は上記PCのバススロットに挿入する専用ボードで構成

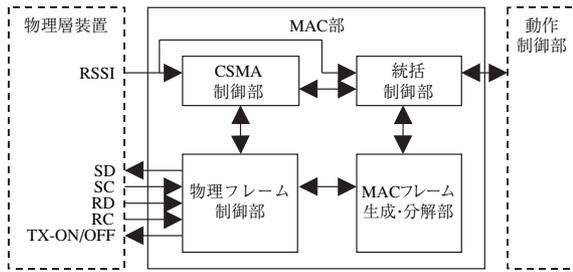


図2 MAC部のブロック図

した。動作制御部はMAC部からの受信データを蓄積すると共に車両制御装置とデータの送受信処理を行うため、OSとしてリアルタイム処理に適したシングルタスクのPC-DOSを採用した。DOLPHINにおけるMAC方式としてはNon-Persistent型CSMA方式が採用されており、この制御はMAC部で行われる。図2にMAC部のブロック図を示す。以下に各部の動作について説明する。

(1) CSMA制御部

物理層装置からの受信電界強度情報 (RSSI) を用いてキャリアセンスの判定を行い、物理フレーム制御部の送信処理を制御する。キャリアセンスの結果、送信見送りとなった場合、ランダムな時間経過後に再度キャリアセンスを実行する。

(2) 物理フレーム制御部

送信データに対しては、プリアンブル、スタートデリミタ、エンドデリミタ、ポストアンブルの生成付加を行う。CSMA制御部の送信開始指示に基づいてTX-ON/OFF信号の制御およびMACフレーム生成・分解部に対するデータの送信開始、停止の制御を行う。物理層装置とのデータ送受信速度は512Kbpsである。

(3) MACフレーム生成・分解部

統括制御部からの送信データを用いてDOLPHIN仕様に基づいたMACフレームの生成と物理フレーム制御部からの受信ビット系列からMACフレームの抽出を行う。受信データに対してはCRCチェックを実行し、異常があれば統括制御部に通知する。

(4) 統括制御部

車両制御部からのデータ (更新周期100msec) をMACフレーム生成・分解部へ出力すると共に CSMA制御部にデータの更新を通知する。一方、CSMA制御部は上記更新周期100msecより短い20msec間隔でキャリアセンスによるパケットの送出を行う。

図3にアンテナを除く物理層装置の概観図を示す。また、図4にMAC部の動作を組み込んだMAC制御ボードの概観図を示す。

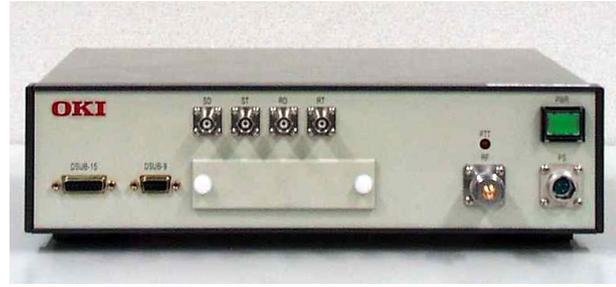


図3 物理層装置 (アンテナ除く) の概観図



図4 MAC制御ボードの概観図

まとめ

デモ2000における車群協調走行の成功により、DOLPHINの有効性が明らかになった。今後も着実にDOLPHINの性能改善を続け、協調走行等の車両制御型のITSアプリケーションにおける高信頼性およびリアルタイム性の向上を図るとともに、車両間のメッセージ交換や前方障害物情報の後続車への伝達などの情報提供型ITSアプリケーション機能の追加を行い、IVCシステムの商品化に向けて前進していく予定である。◆◆

参考文献

1) 徳田：デモ2000協調走行の車々間通信技術。電子情報通信学会、信学技報 ITS2000-46, pp.25-30, 2000年1月

筆者紹介

白木裕一：Yuichi Shiraki.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 R&D部 DSRCチームリーダ
 大山卓：Takashi Ohyama.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 R&D部 DSRCチーム
 中林昭一：Shoichi Nakabayashi.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 R&D部 DSRCチーム
 徳田清仁：Kiyohito Tokuda.システムソリューションカンパニー 交通システム事業部 R&D部 部長