

DSRC によるプッシュ型情報配信サービス のためのプロトコルの設計と実装

伊川雅彦[†] 五十嵐雄治[†] 後藤幸夫[†]
熊澤宏之[†] 津田喜秋[†] 森田茂樹[†]

ITS(Intelligent Transport Systems)とは、先進の情報通信技術を用いて道路・車・人が一体となったシステムを実現することにより、安全性、効率、環境、快適性の改善と向上を目指したシステムである。この ITS 専用の路車間通信として DSRC(Dedicated Short Range Communication)がある。本稿では、この DSRC の応用技術として、高速移動する車に対して車両位置に特化した情報提供を行うプッシュ型情報配信アプリケーションについて、そのアーキテクチャとプロトコルについて述べる。また、提案するプロトコルを実際の DSRC 路側機と車載器に実装し、通信試験を行うことで、走行車両への通信量の検討と、様々な車載システムへの適用可能性を確認した結果について述べる。

Design of Application Protocol for Information Push Service with DSRC

MASAHIKO IKAWA,^{**} YUJI IGARASHI,^{**} YUKIO GOTO,^{**}
HIROYUKI KUMAZAWA,^{**} YOSHIKI TSUDA^{**} and SHIGEKI MORITA ^{**}

DSRC(Dedicated Short Range Communication) is an expected and potential wireless communication medium for ITS applications. Location based information push services for driving vehicle, such as safety information, road traffic conditions and so on, are key application of DSRC. In this paper, we have proposed architecture and the application protocol for these services. And we report its performance and availability for various services through experiments with road DSRC RSU(Road Side Unit) and OBU(On Board Unit).

1. はじめに

ITS(Intelligent Transport Systems)は、先進の情報通信技術を用いて、従来の交通システムを道路・車・人が一体となったシステムとすることにより、安全性(事故削減)、効率(渋滞緩和)、環境(CO₂削減)、快適(娯楽)性の改善、向上を目指したシステムである。その一つに高速道路の自動料金収受システム(ETC(Electronic Toll Collection System))が有り、急速に普及が進んでいる。

DSRC(Dedicated Short Range Communication): ARIB STD-T75¹⁾は、この ETC で使用されている路車間通信方式であり、その拡張仕様である DSRC-ASL(Application Sub Layer): ARIB STD-T88²⁾と併せて、

- 基地局から数[m]~数十[m]の通信領域を有する狭域通信であり、その通信領域の局所性から、車の場所に特化したサービスが可能。
- 高速な初期接続により、高速に移動する車に対しても、大容量・高速伝送が可能。
- ETC を包含する形でのマルチアプリケーションが可能で、車への標準装備が予想される。
- IP 接続も可能で、Web サービス等幅広いインターネットサービスを車内で利用可能。

といった特長を有することから、様々な路車連携サービスへの適用が期待されている。図1に DSRC 応用システムにおけるマルチサービスの構成例を示す。

これら様々なサービスのなかでも、走行中の車両に対して、安全運転支援情報や駐車場での店舗情報など、位置に特化した情報を配信することにより、運転の安全性や快適性を向上させるサービスは、前述した DSRC の特長を生かしたサービスとして、料金決済と並び、最も期待されるアプリケーションの一つである。

[†] 三菱電機株式会社

^{**} Mitsubishi Electric Corporation

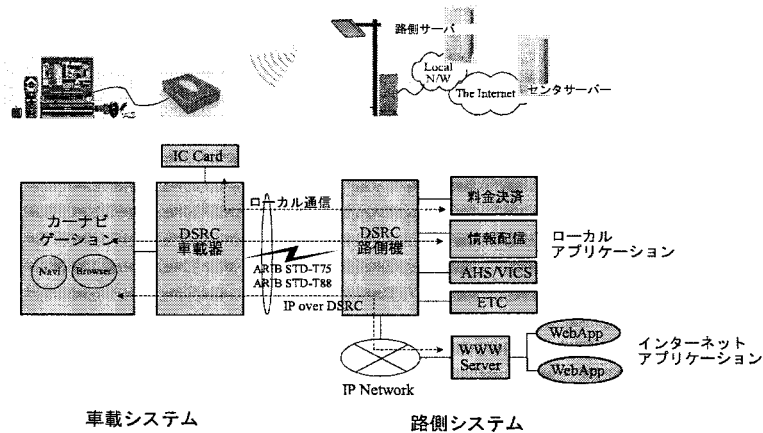


図 1 DSRC 応用サービスの例

このようなユーザに対して情報を配信するサービスを実現する方法には、ユーザからのリクエストに対し、そのレスポンスとして情報を配信するプル型サービスと情報提供者が自発的にユーザに情報を配信するプッシュ型サービスの2種類の方法がある。プッシュ型サービスとプル型サービスの違いを図2に示す。

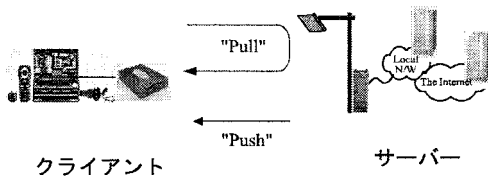


図 2 PULL 型サービスと PUSH 型サービス

インターネットサービスなどでの情報配信サービスでは、プル型のサービスが利用されているが、一般にプル型サービスでは、リクエストのための入力操作が必要であり、走行中は安全性の面で問題がある。

また、

- 渋滞情報や路面状況などの交通情報提供サービス。
- ショッピングセンターや駐車場などでの誘導や広告。

といったサービスでは、提供者側が伝えたい情報を自発的に配信する必要があるため、車からのリクエストが常に必要となるプル型サービスでは、それらのサービスを実現できないという問題もあった。

一方、プッシュ型サービスでは、サーバが様々なコンテンツをクライアントからのリクエストなしに送信し、クライアントでは受信したコンテンツを自動的に再生する。このため操作レスでの情報授受が可能で

あるとともに、プル型サービスでみられたサービス種別の制限も存在せず、走行中の車両に対する情報配信サービスを実現する方法として適した方式であるといえる。

しかしながら、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)などの標準化されたアプリケーションが存在するプル型サービスとは異なり、プッシュ型サービスには、標準的なアプリケーションプロトコルが存在せず、相互接続性の面で問題がある。

そこで、本研究では、DSRCを用いて走行中の車両に対する情報配信サービスを実現することを目指し、プッシュ型情報配信アプリケーション³⁾⁴⁾の提案とその評価を行ったので報告する。

以下、まず2章ではDSRCによるプッシュ型情報配信サービスのアーキテクチャについて述べる。次に3章で提案するアーキテクチャを実現するために開発した通信プロトコルについて述べる。次に4章では、提案したプロトコルについて、実機を用いた検証を行い、車両への多種多様な情報配信サービスに適用可能であることを示す。

2. アーキテクチャ

本章では、提案するDSRCを用いたプッシュ型サービスのためのアーキテクチャとして、リクワイアメントとそれを満足するためのプロトコルスタックとアプリケーションプロトコルの概要について述べる。

2.1 リクワイアメント

提案するアプリケーションは、様々なシーンにおける車両への情報配信の基盤となることを目指している。従って、多種多様なコンテンツの配信を可能とする仕様でなければならない。更に、走行車両への情報配信

を行う場合には、高速接続性を有すると共に操作レスでの情報提供を行える必要もある。

また、図1に示したように、DSRC 応用システムにおける車載システムは DSRC 車載器とカーナビゲーションなどの外部端末から構成されており、車両毎に車載システムの構成や機能が異なることが想定されることから、提案するアプリケーションは様々な構成の車載システムに対応することが求められる。

さらに、通信帯域の有効利用の観点からは、道路交通情報などの全てのユーザに対して共通となる情報に関しては、同報通信での情報配信が可能なことが望ましい。

以上、提案するプロトコルに要求される要件を以下にまとめる。

- (1) 初期接続が高速で走行車両に対しても一定量のデータ通信が可能なこと。
- (2) 様々なコンテンツを自動的に受信・実行可能なこと。
- (3) 様々な車載システム構成に対応可能なこと。
- (4) 同報通信による情報配信が可能なこと。

2.2 プロトコルスタック

図3に提案するプッシュ型情報配信サービスのためのプロトコルスタックを示す。

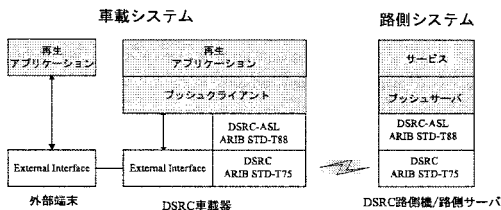


図3 プッシュ型情報配信サービスのためのプロトコルスタック

(1),(4)の要件を満足するため、我々の提案するアーキテクチャでは、高速接続性及び狭域性などの走行車両への位置情報サービスに適した特長を有する DSRC ローカル通信プラットフォーム⁵⁾を下位層として利用し、プッシュ型情報配信アプリケーションを、DSRC ローカルアプリケーション^{*}として実現している。これにより(1)の要件を満足させると共に、DSRC ローカル通信プラットフォームの同報通信機能を利用することで同報でもサービスが可能となっている。

またアプリケーションの構成としては、(2),(3)の

^{*} DSRC 路側機/車載器ローカルで実行されるアプリケーションのこと。

要件を満足するため、その規定範囲を路車間通信部分を担当するプッシュプロトコルとコンテンツの再生処理を行う再生アプリケーションの2階層構成とし、複数の再生アプリケーションを搭載可能な仕様とした。プッシュプロトコルでは、路車間の相互接続性に必要となる各種機能に加え、路側機から受信する様々なコンテンツに適した再生アプリケーションに転送するために必要となる機能のみを有するものとし、コンテンツの再生処理そのものについての規定は行なわないこととした。

これにより、再生アプリケーションを外部機器に搭載することを可能とし、接続する機器の種類によって様々な種類の車載機器のサポートを可能とするとともに、再生アプリケーションを車載器に搭載することにより、車載器単体でのサービスも可能とした。また、再生アプリケーションをカーナビゲーションなどS/Wの更新が可能な機器に搭載する場合には、再生アプリケーションの更新や追加によってサービスの発展・拡張を行うことを可能とした。

以下、本稿では、路側/車載側のプッシュプロトコルをそれぞれプッシュサーバ/プッシュクライアントと呼ぶこととする。

2.3 プッシュプロトコル

プッシュプロトコルは、DSRC を用いて路側からの自発的な情報配信を実現するための DSRC ローカルアプリケーションである。プッシュプロトコルは、(2),(3)の要件を満足させるため、以下の機能を有している。

- 配信コンテンツの再生制御機能
配信コンテンツに再生アプリケーションと配信コンテンツの種類を付加する仕様とすることで、車載システム側での操作レスでの自動再生を実現した。
- 車載リソース情報通知機能
初期接続時に、車載システムのリソース情報を路側機に通知する機能を持たせることにより、車両毎のシステム構成に応じた最適なコンテンツの配信を実現した。

3. プッシュ型情報配信のためのプロトコル

本章では、2.3節で述べたプッシュプロトコルの各機能についてその詳細仕様について述べる。

3.1 配信コンテンツの再生制御機能

プッシュプロトコルでは、路側機から配信されたメッセージを車載システム側で自動的に再生することができるよう、配信コンテンツの再生制御機能を有してい

る。図4に、本機能の概要を示す。

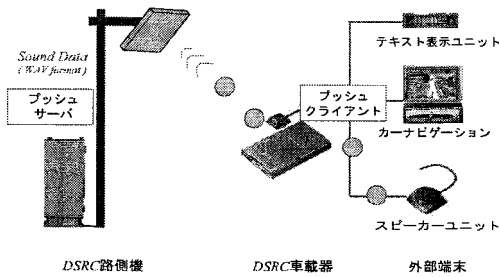


図4 配信コンテンツの再生制御機能

本機能では、プッシュサーバから配信されるメッセージ(PushOperation コマンド)に、再生アプリケーションやコンテンツの種類を表す識別子(アプリケーションタイプ/コンテンツタイプ)を付与し、プッシュクライアント側でこれらの識別子を参照することにより、配信されたコンテンツに適した再生アプリケーションの選択を可能とし、様々なコンテンツの自動再生を実現している。なお、未対応のアプリケーションやコンテンツタイプが指定された場合は、クライアント側で破棄される。

ここでコンテンツタイプはコンテンツの種類を表す識別子であり、配信されるコンテンツのフォーマットを表している。アプリケーションタイプは画像表示やテキスト表示といった再生アプリケーションでの再生方法を表す識別子であり、再生アプリケーションは、これらの機能要件をみることができれば、どのような再生アプリケーションを利用してかまわない。表1,2に、プッシュ型情報配信アプリケーションで規定済みの代表的なアプリケーションタイプ及びコンテンツタイプを示す。

表1 代表的なアプリケーションタイプ

アプリケーションタイプ	アプリケーション
text-display	テキスト表示
image-display	画像表示
sound-player	音声再生
browser	Web ブラウザ

表2 代表的なコンテンツタイプ

コンテンツタイプ	内容
text/plain	プレーンテキスト
text/tts	TTS 中間言語
image/jpeg	JPEG ファイル
audio/wav	WAV ファイル
dsrc/smart-pull	擬似プッシュ

プッシュプロトコルを利用するサービスでは任意にアプリケーションタイプやコンテンツタイプを選択することができる。このとき表1,2などの規定済みの標準的なアプリケーションタイプやコンテンツタイプを利用することでサービスレベルでの相互接続性を担保することができる。一方、新規にアプリケーションタイプやコンテンツタイプを追加し、車載システム側に再生アプリケーションを追加することにより、将来のサービス追加や拡張にも容易に対応が可能である。

3.2 車載リソース情報通知機能

どのようなサービスに対応するかによって、車載システムが持つリソースは、個々の車両によって異なることが想定される。そのため、本プロトコルでは車側から路側に対して、実行可能なアプリケーションタイプとコンテンツタイプや、受信バッファのサイズなどの車載リソース情報(ClientInformation)を、初期接続時に通知する機能を有している。路側システムがこの情報を参照することにより、車両毎のシステム構成・リソースに応じた最適なコンテンツの配信が可能となる。表3にClientInformationに格納される情報の一覧を、図5に、リソース情報通知機能のシーケンスを示す。なお、本機能は車側から路側へのアップリンクが可能な個別通信によるサービスでのみ利用可能な機能である。

表3 ClientInformation で通知する主な車載器のリソース情報

データ種別	内容
アプリケーションタイプリスト	車載システムが扱うことが可能な音声再生や画像表示の指示、または再生機器の種類など
コンテンツタイプリスト	車載システムが扱うことが可能な wav や mp3 などのメディアデータの種別
受信バッファサイズ	車載器が配信されたデータを一次格納できるデータサイズ of 最大値
最大コンテンツサイズ	車載システムで扱うことのできる最大のコンテンツサイズ

4. 実装と評価

本章では、提案したプロトコルの有効性を確認するため、実際の DSRC 路側機、DSRC 車載器上に実装したプロトタイプシステムを用いて、通信実験を実施した結果に基づき、走行車両に対する通信量を見積もった結果と、転送機能の有効性の確認結果について述べる。

なお、本実験における試験条件は表4の通りである。

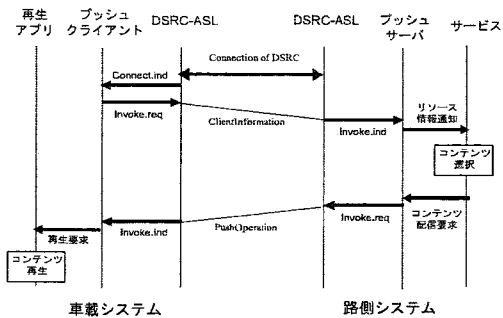


図5 リソース情報通知機能のシーケンス例

項目	内容
通信方式	個別通信
接続方法	RF ケーブル接続
変調方式	QPSK
伝送速度	4096kbps
フレームクラス	B

4.1 走行車両への通信量の見積り

プッシュ配信機能における走行車両への通信量を見積もるため、5KB、50KB、100KBのコンテンツを用いて、車載器が通信エリアに進入してから、送信データの確認応答が到着するまでの時間を計測した。実験結果を表5 および図6に示す。

	メッセージサイズ	結果
リソース情報通知機能	-	52 msec
プッシュ配信機能	5kbytes	152 msec
	50kbytes	446 msec
	100kbytes	789 msec

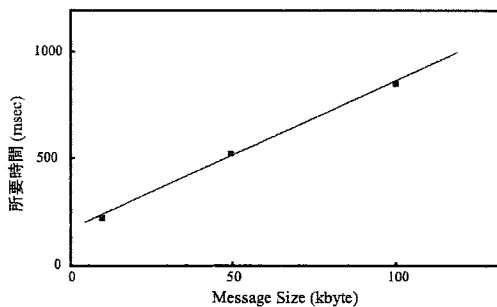


図6 通信エリア滞在時間と通信可能データサイズとの関係

なお、下位層であるLPPの初期接続時間を、文献³⁾

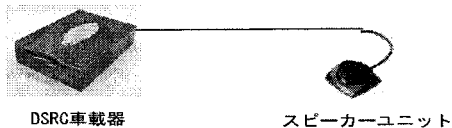
に基づき50[msec]と仮定すると、 $L[m]$ の通信エリアを車速 $v[m/s]$ で走行した場合の、本プロトコルにおける通信可能データサイズ $M_{size}[kByte]$ の計算式は、図6より、

$$M_{size} = 146 \times L/v - 29.8 \quad (1)$$

となる。本式より、例えば車両1台で30mの通信エリアを100km/hで走行した場合の通信可能なデータサイズを求めると、約130kbyteとなる。

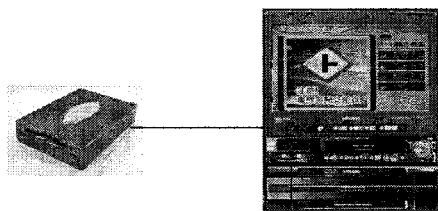
4.2 転送機能の評価

路側のサービスとして、初期接続時に受信するClientInformationにより対応するコンテンツタイプ及びアプリケーションタイプを確認した後、複数のコンテンツ(WAVE形式の音声ファイル[24kbyte]、TTS(Text To Speech)中間言語、PNG(Portable Network Graphic)形式の画像ファイル[4kbyte])から、配信データを選択して、それぞれの車載システムに応じた情報を配信するサービスアプリケーションを構築するとともに、図7に示すようなDSRC車載器にカーナビゲーションおよびスピーカーユニットを接続した車載システムを用意し、車載器リソース情報通知機能と再生制御機能がどのように動作するかを確認した。



コンテンツタイプ : sound/wav
アプリケーションタイプ : sound-player

(a) 音声ガイダンス機能対応DSRC車載器



コンテンツタイプ : text/tts, image/png
アプリケーションタイプ : sound-player, image-display

(b) カーナビゲーション連携型車載システム

図7 車載システムの構成例

実験では、スピーカーユニットが接続された車載システムでは、WAVE形式の音声ファイルが再生され、

カーナビゲーションが接続された車載システムでは TTS による音声と PNG 形式の画像がそれぞれ再生された。

以上の実験の結果、配信コンテンツの再生制御機能とリソース情報通知機能により、様々な構成の車載システムに対し、様々なコンテンツを配信することが可能なことを確認できた。

5. ま と め

本論文では、走行車両に対する情報配信サービスをターゲットとしたプッシュ型情報配信サービスのアーキテクチャとプロトコルについて述べた。

走行車両へのサービスを実現するために、DSRC ローカル通信プラットフォーム上に、ローカルアプリケーションとしてプッシュ型情報配信アプリケーションを設計した。さらに、プッシュ型情報配信アプリケーションを通信部であるプッシュプロトコルと再生アプリケーションに分離するとともに、プッシュプロトコルに車載システム側での操作レスでの自動再生が可能となる機能や、車載システムに応じた様々なコンテンツの配信を行う機能などを定義したことにより、様々な形態の車載システムに対する情報配信サービスを可能とした。

また、本稿では提案したプロトコルを実際の DSRC 路側システムと DSRC 車載システムに実装し、その初期接続性能とスループットを計測することで、走行車両に対する情報配信サービスに適用可能であるとの見通しを得ると共に、複数の車載システムとコンテンツを用意し、車載システムに応じた最適なコンテンツを配信する実験を実施することで、様々な車載システムに対するサービスへの適用が可能なることを確認した。

なお、本稿にて提案したプロトコルは、標準的な車載器⁶⁾に備わる一機能として ITS 情報通信システム推進会議が規定した DSRC 基本アプリケーションインタフェース仕様ガイドライン⁷⁾に採用された。

今後は、更に実用化に向けた評価などを実施していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 社団法人 電波産業会：狭域通信 (DSRC) システム 標準規格 ARIB STD-T75 1.3 版 (2005).
- 2) 社団法人 電波産業会：狭域通信 (DSRC) アプリケーションサブレイヤ 標準規格 ARIB STD-T88 1.0 版 (2004).
- 3) Ikawa, M., Goto, Y., Kumazawa, H., Tsuda, Y. and Oka, K.: DSRC local communication platform and its application to information push service, *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pp.105-110 (2004).
- 4) Igarashi, Y., Ikawa, M., Sawa, Y., Goto, Y., Kumazawa, H. and Tsuda, Y.: A PUSH TYPE INFORMATION DELIVERY TECHNOLOGY ON DSRC SYSTEM, *12th World Congress on ITS* (2005).
- 5) 伊川雅彦, 後藤幸夫, 熊澤宏之, 津田喜秋, 岡賢一郎: DSRC の多目的利用を実現する路車間通信の環境に適した通信プロトコルの設計と実装, *電子情報通信学会 A 論文誌*, Vol.J88-A, pp. 218-227 (2005).
- 6) 電子情報技術産業協会: ITS 車載器標準仕様 JEITA TT-6001~6004 (2007).
- 7) ITS 情報通信システム推進会議: 狭域通信 (DSRC) 基本アプリケーションインタフェース仕様ガイドライン ITS FORUM RC-004 1.1 版 (2007).