

2Q-10 シャドウイングに対応可能な 車々間・路車間通信統合プロトコル：I-WarpII*

木村 千枝子[†] 屋代 智之^{††} 重野 寛[‡] 松下 温^{‡‡}

[†]慶應義塾大学理工学部[‡] ^{††}千葉工業大学[§]

1 はじめに

現在の自動車交通社会は、渋滞、交通事故、環境汚染といった様々な問題を抱えている。このような問題の根本的解決を目指して、現在世界的に研究開発が推進されているのが、ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) である [1]。ITS に関する研究が盛んになってきたのに伴い、車々間通信、路車間通信についてもさまざまな方式が検討されている。本稿では、ITS の情報通信技術に着目し、路車間通信、車々間通信 [3] を統合する方式、I-WarpII(Integrated Vehicle-to-Vehicle And Roadside communication Protocol.versionII) を提案する。この方式ではシャドウイング車両を検出することができ、それぞれの通信方式を個別に使用するだけでは解決が困難な問題を解消することが可能である。また、この方式を用いて、車々間と路車間の通信を統合することにより、道路側、自動車側とも通信機器を減らすことができ、コストの低減を図ることができる。これにより、車々間通信、路車間通信の普及を促進し、将来的な ITS の実現と普及の促進に貢献すると考えられる。

2 I-WarpII

I-WarpII は、ITS における通信プラットフォームとして利用可能な、路車間通信と車々間通信を統合したプロトコルである。機能的には MAC 層の部分に相当する機能を持つ。I-WarpII では、通信方式として DS-CDMA 方式 (Direct Sequence - Code Division Multiple Access) を用いる。

2.1 車々間通信方式

I-WarpII では、路側通信機器がない場所では車々間通信のみを行う。車々間通信において、各々の車両は、自車両のデータを PN 符号系列で拡散して流す。

この PN 符号系列を各車両が個別に持つことにより、複数の車両が同時に通信を行う事が可能となる。したがって、各車両に個別に PN 符号系列を割り当てる必要があるが、全ての車両に個別に割り当てるためには、膨大な数の PN 符号系列が必要になってしまう。

そこで、有限な数の PN 符号系列を動的に車両に割り当て、同一の PN 符号系列を持つ車両が接近した場合には、相互に PN 符号系列を変更することによって同じ PN 符号系列を持つ車両が通信を妨害することを防ぐ方法が、動的に PN 符号系列を割り当てる、DPA(Dynamic PN-Assignment) 方式 [4] である。DPA 方式では、車両は共通の PN 符号系列 PN_w を用いて、自車両の情報 (使用 PN 符号系列 PN_i 等) 及び自車両の保有する周辺車両の情報 (PN_{map}) を交換する。PN_{map} を交換することで、相手車両の PN_i を知ることができ、重複している場合には、これを変更してやることにより、PN_i の重複をさけることができる。DPA 方式による自車両の PN_i の決定後、実際の車々間でのデータ伝送は、その PN_i を使用して、自車両のデータを拡散、伝送することによって行う。また、周辺車両からのデータ受信時は、PN_{map} により各車両は送信元車両の PN_i を既知であるので、逆拡散してデータを取得することが可能である。

2.2 車々間・路車間通信方式

I-WarpII では、路側通信機器がある場所では、車々間、路車間通信を並行して同時に行う。

路側通信機器は常に路側専用の PN 符号系列 PN_R を用いてデータを拡散し伝送する。各車両は、その信号を検出した場合に路側通信機器の通信範囲に入ったことを認識する。通信範囲内に入った車両は共通の PN 符号系列 PN_v を使用して、路側への自車両の登録処理を行う。この登録によって路側は、各車両の使用する PN 符号系列 PN_i を認識することができるので、これ以降車両から路側へのデータ通信は、PN_i を使用して行うことが可能になる。

路車間通信において、大きな問題になるのが、シャドウイングである。シャドウイングされている車両は、

*Integrated Vehicle-to-Vehicle and Vehicle-to-Roadside Communications Protocol Considering Shadowing

[†]Chieko Kimura, Tomoyuki Yashiro, Hiroshi Shigeno, Yutaka Matsushita

^{††}Faculty of Science and Technology, Keio University

[§]Chiba Institute of Technology

路側と直接通信を行うことができないので、路側がタイムアウトにより、その車両を通信範囲内にいない車両とみなしてしまう可能性がある。タイムアウトしてしまった車両は、シャドウイングから抜けたあとに、路側への PN_i によるデータ伝送を行えなくなってしまう。

そこで、本稿で提案するプロトコルでは、シャドウイング車両対策のために車々間通信を利用する。

図 1 において、車両 B はシャドウイングされているため、路側とは通信を行えないが、車々間通信は継続して行っているため車両 A とは通信することが可能である。各車両は PNmap の車両データとして路側と通信していることを示すフラグを持つので、この情報から車両 B は車両 A が路側と通信中であるということを知ることが可能である。この時車両 B は、自車両が路側からの信号を受信していないにもかかわらず車両 A が受信していることから、自車両はシャドウイングされているものと判断し、車両 A に対して自車両の代行登録を依頼する。この代行登録によって路側はシャドウイング車両を検出することができるので、路側からのタイムアウトを防ぐことが可能となる。

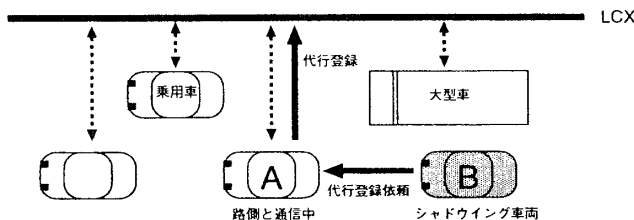


図 1: シャドウイング車両の登録

3 評価

I-WarpII について、以下の条件でシミュレーションを行い、プロトコルの評価を行った。

表 1: シミュレーション条件

道路長	5000m, 3車線直線道路
走行速度	車線単位で 120,100,80km/h
車載通信機器の通信範囲	100m
路側通信機器の通信範囲	500m
伝送速度	1Mbps
チップレート	150 Mcps
拡散率	150
PN 符号系列数	1023
車両 ID, PNid	各 4byte
データパケットサイズ	2048bytes

I-WarpII は I-Warp[2] を基に、シャドウイング車両を検出できるように改良したプロトコルである。I-Warp では路側はシャドウイング車両を検出することができなかったため、ある車両のタイムアウトの原因が、通信範囲内から出たためなのか、シャドウイングされているためなのかを判断することができなかった。そのためタイムアウト車両が使用していた PN 符号系列 PN_i を、他の車両に割り当てたときに重複による失敗が起こるのかどうかを判断できないという欠点があった。また、路側と通信中には、車々間通信による PNmap の交換を行っていなかったため、シャドウイング車両は PN_i の重複を認識することができず、通信に失敗してしまうという問題もあった。

これについて、I-WarpII では、代行登録という手段を用いることによって、路側でシャドウイング車両を認識できるように改良を行った。シミュレーションの結果より、路側が確かにシャドウイング車両を検出できていることが確認でき、これにより PN 符号系列 PN_i の効率的な割り当て、また PN_i の重複による路車間通信、路車間通信の失敗の減少が可能となった。

4 結論

統合型プロトコル I-WarpII を用いることにより、路車間通信と車々間通信に効率的に組み合わせることが可能となった。また、シャドウイング車両の検出が可能のため、高い成功率を保って通信ができた。本方式を用いた通信は、路側、車側ともに通信機器を減らすことができるため、それにかかるコストの低減が可能となる。これにより、路車間通信と車々間通信の普及を促進し、将来的な ITS の実現と普及の促進に貢献できると考えられる。そして、このような ITS の実現は、現在の自動車交通社会の問題を根本から解決する有効な手段となり得るであろう。

参考文献

- [1] 山海堂 ITS 調査班, “ITS 白書”, 山海堂, 1998
- [2] 本多孝己, 屋代智之, 松下温, “路車間・車々間通信を統合した MAC プロトコル”, 情報処理学会第 56 回全国大会講演論文集, Vol. 3, pp.496-497, 1998
- [3] 前田三奈, 中川正雄, “スペクトル拡散を用いた非同期車両間通信のためのチャンネルアクセスプロトコル”, ”信学技報 SST97-4(SAT97-16), 1997
- [4] 屋代智之, 松下温, “動的に PN 符号を割り当てる車両間通信プロトコル: DPA”, 信学論 (A) Vol.J81-A No.4, pp.496-504, 1998