

連続路車間通信システムの提案とその性能評価*

2T-4

岸田 聡 屋代 智之 笠置 賢 多田 隈 典子 岡田 謙一 松下 温†
慶應義塾大学理工学部‡

1 はじめに

現在、日本の自動車保有台数は6500万台を超え、さらなる増加が見込まれている。このように、自動車が普及し便利になる一方で事故や渋滞、エネルギーの消費といった、様々な問題を引き起こしている。

これらの問題は、現在の道路交通システムをそのまま用いている限り、解消することが困難である。そこで、ITS(Intelligent Transport Systems)といわれるプロジェクト [1] では、交通システムを高度に智能化することにより、これらの問題を解決していこうとしている。

このプロジェクトには、道路と車両が局所的に通信を行ない、高速道路上などで高速料金などの自動収授を行なうプロジェクトと、全道路上で連続的に路車間通信を行ない、自動車がリアルタイムに周囲の状況を把握することによって、運転の補助、あるいは自動運転を行なうプロジェクトなどが含まれている。

本論文では、その中の連続的の路車間通信システムを取り上げる。

この路車間通信では、道路脇にLCX(Leaky Coaxial Cable:漏洩同軸ケーブル)[2]を継続的に敷設し、5.8GHz帯を用いて、LCXと自動車の車載器が通信を行なう。しかし、ケーブルが道路脇にあるために、車載器から見て、ケーブルが他の車両の影になってしまうことによる通信品質の低下が問題となる [3]。

ここでは、このシステムの通信プロトコルとして、局所的通信と互換性があり、一つの車載器で、局所、連続の両方と通信が行なえるプロトコルを提案する。さらに、これを改良して、通信品質が著しく低下した場合に、対向車線側のLCXを効率的に使用することによって、実時間性を保証する方法を提案する。

2 システムアーキテクチャ

通信システムアーキテクチャを図1に示す。

この図は、OSI参照モデルを、路車間通信に適用し

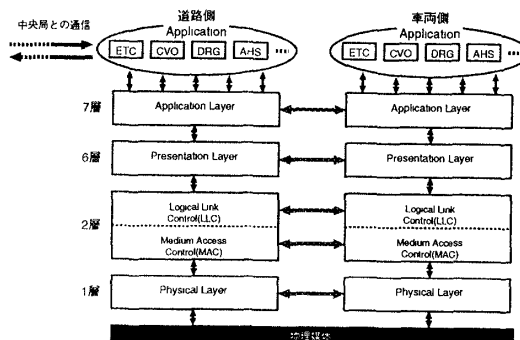


図1: 通信システムアーキテクチャ

たモデルである。ここでは、OSI参照モデルを簡略化した1,2,6,7層の4層構造をとることとする。路車間通信システムでは、原則として、直接車両と道路が通信を行なう。これらを考慮してデータリンク層部分の通信プロトコルを構築する。

3 通信プロトコル

LCXの道路への設置例を図2に示す。一本当たりの

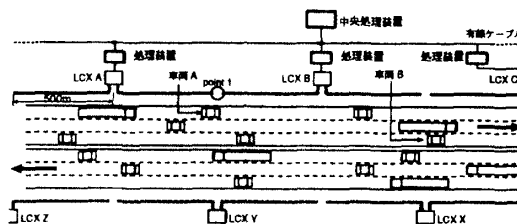


図2: LCXの設置例

長さは500mで、各処理装置は2本のLCXを用いて、通信範囲内(1km)の車両と通信を行なう。各処理装置は有線ネットワークで結ばれており、中央処理装置の管理下でデータのやり取りを行なう。

LCXの設置実験結果 [4]によると、LCXの設置場所が高さ地上5mの時、最も通信品質が良くなる。また、LCXの結合点や、LCXと車両との間に障害となる車両が存在する場合に通信品質が劣化する。そこで、対向車線のLCXを考慮して、通信品質が低下した場合に他のLCXを選択して通信するアルゴリズムを提案する。この結果、一つの処理装置から2本のLCXを介して、その範囲内の車両と通信することができる。ど

*Proposal and Performance Evaluation of the Continuous Roadside-Vehicle Communication Systems

†Satoshi Kishida, Tomoyuki Yashiro, Ken Kasagi, Noriko Tadakuma, Ken-ichi Okada, Yutaka Matsushita

‡Faculty of Science and Technology, Keio University

のLCXも4つのLCXと隣接する。隣接するLCXとの干渉を防ぐために、3つの周波数を使用することにする。

基本となる通信順は、図2で右側に向かって走行する車両の場合、LCX A → B → C → … となる。しかし、この場合隣接するLCX地点(例：図2のpoint 1)での車載通信器の受信レベルは、極端に低下し、ビットエラーが発生、結果として通信の断絶が起こってしまう。point 1のような地点では、対向車線のLCXからの電波の方が強い電界強度を検出できる。そこで車両は、LCX A → Y → B → X → C → … と通信していくような方式を提案する。

このために、フレームのタイミングを各LCXでずらす。つまり、隣接する4つのLCXと、フレームヘッダ(MCP)のタイミングが重ならないようにする。必ず各車両はフレームヘッダを受信するが、ここで受信エラーを起こした場合、そのフレームでは送受信が不可能となる。この場合、その車両はすぐに他のLCXのフレームヘッダの受信を試みる。車両は、フレームヘッダを次々と受信して、受信エラーが発生しなかった場合はすぐさまそのLCXとの通信に切り替えるようにする。

そのために、フレームヘッダの構成を変更する。フレームヘッダには、そのフレームのスロット割り当て情報が含まれている。しかし、今までそのLCXと通信を行っていなかった車両には、スロットが割り当てられないので、図のEAVPの部分で、車両をLCXに登録する。こうしてデータをLCXに渡すことで緊急時のリンクを確立する。これを図3に示す。このEAVP

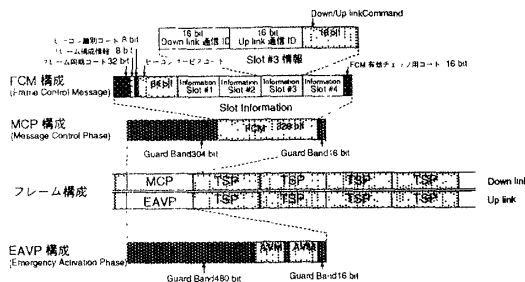


図3: フレームの先頭部分の構成

は、緊急用リンク確立のためであり、通常は使用しない。通信に断絶した車両のみが使用するものとする。

また、図2の車両Bのように、大型車が併走している場合も、受信レベルが低下、受信エラーが発生する。この場合も、対向車線側のLCXからの電波の方が良好に受信できる可能性がある。この時にも同様に、他のLCXとの通信を試みるようにする。

このようにして、他のLCXとの通信を確立した後も、車両はなるべく本来通信すべきLCXとの通信に戻るよう試みる。そのために、本来通信すべきLCXのフレームヘッダは常に受信する。一時的に他のLCXと通信している場合、そのLCXは、その車両への送受信スロットが、本来通信すべきLCXのフレームヘッダのタイミングと重ならないようにスロットの割り当てを行なう。

4 結果

シミュレーションを用いて提案プロトコルの性能評価を行なった。結果を図4に示す。この図は、横軸が

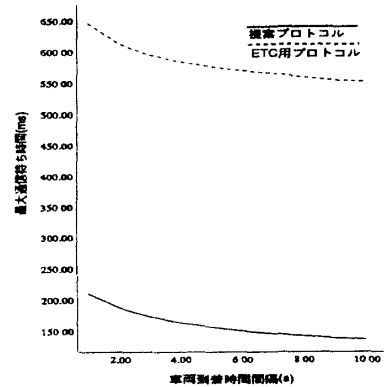


図4: 到着時間間隔と最大通信待ち時間の関係

車両到着時間間隔、縦軸が通信最大待ち時間、つまり一度通信してから次に通信するまでの最大時間を示したものである。この図より、提案プロトコルでは、最大待ち時間が非常に小さく抑えられている。これにより、はじめに挙げた実時間性の保証を実現し、安全な走行、また将来への自動走行に対応できるといえる。

参考文献

- [1] イメージ工学研究所. ITSのすべて. 日本経済新聞社, 1995.
- [2] 電子通信学会. LCX通信システム. コロナ社, 1982.
- [3] Makoto Nakamura, Hiroshi Tsunomachi, and Ryotaro Fukui. "Road Vehicle Communication System for Vehicle Control Using Leaky Coaxial Cable", 1996.
- [4] M.Nakamura, A.Tachibana, and Y.Yamada. "Results of Experiments on Transmission Functions of Leakage Coaxial Cable(LCX) in Quasi-Microwave Band". In Proc. VNIS '94, pp. 3107-3112, 1990.