

平成23年度 i-MOSいわてものづくり・ソフトウェア融合テクノロジーセンター
研究課題成果報告書

課題名	車々間通信における情報伝達の不連続性を考慮したインテリジェントブレーキ制御システム		
研究代表者及び研究参加者職・氏名	(研究代表者) 准教授 新井義和	(研究参加者) 教授 猪股 俊光 講師 今井 信太郎 有限会社中央車体 取締役会長 千葉 和幸 有限会社ケイ・アイ・イー 取締役 河野 准之	
研究開発費	1,031千円	研究開発期間	平成23年10月～平成24年3月
研究分野	1. ものづくり関連企業の生産性向上、品質向上 ② ものづくり関連企業の付加価値向上 3. 産業分野への展開を目的とした研究 4. その他		

1 平成23年度研究成果概要

車列中で停車時に誤ってブレーキペダルを解放することによる追突事故防止を目的として、クリープ現象を抑制するための制動力保持機構を備えたブレーキ制御システムが提案されている。クリープ現象は上記事故を誘発する可能性がある一方で、見通しの悪い交差点などで、アクセルペダルの操作なしに徐行ができるなどの利便性も併せ持つ。したがって、全ての停車時に制動力を保持してクリープ現象を抑制すればよいわけではない。これに対して、制動力の保持／不保持の判断指標として停車時間に注目し、停車時間を推定するために必要な情報を、車列中の車々間で伝播して入手する手法を提案してきた。そこでは、車々間通信の通信媒体として可視光を用いたが、可視光通信の見通し通信の性質から、システムの普及段階で不可避な車列中の送受信機を搭載していない車両（以下、システム未搭載車両）によって、情報の伝播が途絶える問題があった。

本研究では、上記の問題に対して、より高い耐遮蔽性を持つ通信手段を確立し、システム未搭載車両を回避して次の後続車両に情報を伝播することによって、停車時間を推定するために必要な各車両の車列中の位置（台数）を取得する仕組みを提案することが目標である。

特に、(1) システム未搭載車両の存在下の情報伝播可能性を改善する通信システムの開発、(2) 個々の車両の車列中の位置（台数）を数え上げるアルゴリズムを提案することを課題として取り上げた。

以下、研究の成果をそれぞれの課題について報告する。

(1) 情報伝播可能性を改善する通信システムの開発

システム未搭載車両を回避可能な通信媒体を検討し、その先の後続車両への情報伝播手法を検討した。また、提案手法による情報伝播可能性が改善されることを、ドライビングシミュレータを用いて検証した。

(2) 車列中の位置（台数）を数え上げるアルゴリズム

システム未搭載車両を合わせた台数を数え上げるために必要な伝送情報を検討し、そこで発生する矛盾を解決した上で、正しく数え上げるための手法を開発した。

以上、制動力保持機構を搭載したブレーキシステムの実用的性を向上することができた。

2 採択課題の到達目標及び目標達成状況

【到達目標】

- (1) システム未搭載車両の存在を考慮した情報伝播手法を開発する。
- (2) 複数の送信レンジを切り替え可能な超音波送信デバイスを開発する。
- (3) 先行車両からの情報に基づいて車列中の車両の位置（台数）を数え上げるアルゴリズムを開発する。
- (4) ドライビングシミュレータを用いて、開発したシステムによる車列中の情報伝播可能性の改善が見られることを検証する。

【目標達成状況】

上記の具体的な目標に対して、以下に示す成果を上げた。

- (1) 本研究では、車列中の位置（台数）を数え上げる必要があることから、送受信機間の位置関係を明らかにすることが容易な局所的な通信を行うことを前提としている。局所的通信においては、通信範囲を限定することがその本質であるが、隣接する後続車両のみを通信範囲に設定した場合、それがシステム未搭載車両であった場合に情報伝播が途切れるのが問題であった。これに対しては、システム未搭載車両を飛び越えてその先の後続車両に届くよう動的に送信レンジを切換えて送信することによって解決可能であることを見出した。ただし、システム未搭載車両が通信時の遮蔽物となる可能性があることから、その回折あるいは反射の性質から遮蔽物を迂回することが期待される超音波を通信媒体として採用した。また、通信範囲を一時的に長く設定することから干渉の発生が懸念されるため、その対処として、その通信は反復的、かつある時間間隔を置いて間欠的に行われるべきであり、さらには連続する干渉の可能性を低減するために、その時間間隔はランダムに設定されるべきであることを見出した。
- (2) 超音波を通信媒体として導入する場合、送信レンジは発信素子に入力する送信信号の振幅を制御することによって変化させることが可能である。そのため、送信信号の生成部では、複数の送信レンジに応じた電圧の電源を用意し、アナログスイッチを介して設定に応じた電源電圧を供給することとした。ここで送信レンジは、車両の全長の平均と停車時の車間距離の平均から算出される後続の n 台目 ($n = 1, 2, \dots$) の受信機までの距離にオフセットを加えた距離とした。
- (3) 車列中の全ての車両がシステムを搭載している場合、先頭車両が自身の車列中の位置（台数）を 1 として後続車両に伝送し、それを受け取った車両が 1 を加えて伝播することによって、全ての車両が自身の車列中の位置（台数）を知ることができる。しかし、システム未搭載車両の存在を仮定する場合、送信レンジを切換えてさらなる後続車両に情報が伝播できたとしても、システム未搭載車両を除いた台数を数え上げることになり、不正確となる。これに対しては、図 1 に示すように、現在の送信レンジで通信可能な台数 n を送信情報に加えることによって、それを受信した車両は、受信した車列中の位置（台数）に n を加えることによって、自身の車列中の位置を正しく認識し、かつ後続車両に送信することができる。



図1 情報伝播戦略

ただし、送受信機を搭載している車両（以下、システム搭載車両）が連続する場合には、先行車両がより後続の車両に対して送信している情報も受信されることから、異なる複数の車列中の位置（台数）が算出される可能性があるが、その中で最も小さい値を採用することによって、情報の不一致に対処することが可能である。

- (4) ドライビングシミュレータを用いて渋滞のシナリオを作成し、その中でシステム搭載車両の割合を変化させることによって、普及段階における車列中の情報伝播可能性を検証した。ここでは、3種類の送信レンジを設定し、それらを切替えながら反復的に情報を伝送することによって、後続の1台目、2台目、3台目に対する通信を実現した。単純に通信範囲を隣接する後続車両に限定した手法と提案手法を比較すると、いずれもシステム搭載車両の割合に応じて情報伝播可能性が高くなる傾向は変わらないものの、その増加の傾きは提案手法の方が大きく、その可能性は最大で30ポイントの改善が見られた。

以上、いずれも目標を達成することができた。

3 今後の展望

（代表者：新井義和、分担者：猪股俊光、今井信太郎）ドライビングシミュレータを用いて、より多様なシナリオに対する提案手法の有効性を検証するとともに、情報伝播可能性の更なる向上を目指して、提案システムの適用範囲の拡大ならびにその実現方法について引き続き検討を進める。さらには、出願した特許の登録を目指すとともに、その実施企業の開拓に努める。

（分担者：千葉和幸、河野准之）市場ニーズの調査を行い、本研究課題の成果を実用化する際の改善点を調査・検討する。

4 研究経費の効率的・効果的使用

当初の計画通り、本研究経費の中で研究目標を達成するとともに、その成果の一部を特許出願することができた。その特許は、過年度に出願していた別途特許の実用範囲を補間する位置付けであり、岩手県立大学の知的財産価値を高めることに寄与した。

5 当該資金に関連した外部資金等の獲得状況

特になし

6 その他

特になし

7 論文、学会発表、講演の実績

【学会発表】

1. 石井亮太、新井義和、今井信太郎、猪股俊光、“車々間通信における情報伝播の不連続性を考慮した制動力保持制御”、情報処理学会第74回全国大会、1Z-4, 2012（名古屋）

8 受賞、特許

【特許】

特許出願番号：特願2012-157631

発明の名称：車両間通信方式

特許権者（出願人）：岩手県立大学、千葉和幸、河野准之

発明者：千葉和幸、河野准之、新井義和、猪股俊光、今井信太郎、石井亮太

出願年月日：平成24年7月13日