

制動力保持機構を持つブレーキ制御システムにおける 可視光通信を用いた保持制御

十文字 健之[†] 新井 義和[†] 今井 信太郎[†] 猪股 俊光[†] 曾我 正和^{††} 千葉 和幸[†] 河野 准之^{*}

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†] 岩手県立大学地域連携研究センター^{††}

有限会社 中央車体[†] 有限会社 ケー・アイ・イー^{*}

1 はじめに

都市部などで頻発している交通渋滞の中で、停車している際に誤ってブレーキペダルを解放すると、クリープ現象によって先行車両に追突する可能性がある。著者らは、自車両から得られる速度情報の履歴などに基づいて、停車時に必要に応じて自動的に制動力を保持するブレーキ制御システムを開発してきた [1][2]。しかし、車列に並んだ車両が再び発車するまでの時間は車列の長さなどに強く依存するため、自車両の情報だけで制動力保持の必要性を柔軟に判断することは困難であった。

本研究では、可視光通信を用いて車車間/路車間で情報を伝達することによって、車列中の位置関係や、信号が青になるまでの時間を入手し、それらに基づいて制動力の保持/不保持を判断する手法を提案する。

2 ブレーキ制御システムの概要

2.1 制動力保持機構

一般に自動車は油圧によってブレーキペダルを踏み込んだ力を車輪に伝達し、制動力を発生させている。本システムでは、この油圧の伝達系の途中で電磁弁を設置している。車両が停止する際にはブレーキペダルが踏まれて油圧が高くなる。このとき、上記の電磁弁を電氣的に閉鎖することによって圧力を維持し、ブレーキペダルが解放された後も、制動力が保持される。

2.2 ブレーキ制御システムの構成

提案するブレーキ制御システムの構成を図 1 に示す。自車両の状態を検出するために、(1) 車速度センサ、(2) 第 1 ブレーキセンサ、(3) 第 2 ブレーキ

センサ、(4) アクセルセンサをそれぞれ設置し、さらに車車間/路車間通信を実現するために (5) 可視光通信システムを設置する。(1) は自車両の最高速度と停止を検出するために用いる。(2) および (3) はブレーキペダルの踏み込みの強さを検出し、通常の停止と緊急時の停止とを判別するために用いる。通常のブレーキでは (2) のみが ON になり、緊急時のブレーキでは (2) と (3) が ON になる。緊急時には危険回避の妨げとならないように制動力は保持しない。(4) はアクセルペダルの踏み込みを検出する。制動力保持機構によって制動力を保持している間にアクセルの踏みこみを検出した場合、電磁弁を開放し、制動力を解除する。(5) は自車両のテールランプに組み込まれた LED を光源として利用した送信機と、ヘッドライト付近に設置された受信機からなる受信機を用いて信号機あるいは先行車両から情報を受信し、制動力保持の必要性を判断する。また、送信機を用いて必要に応じて情報を後続車両に伝達する。

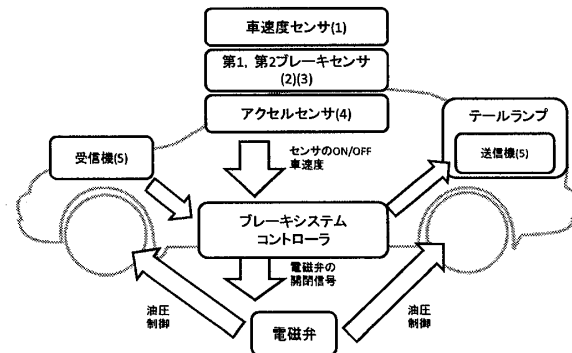


図 1: ブレーキ制御システムの構成

3 制動力の保持制御

本システムでは自車両が停止した際に、自車両の情報および車車間/路車間通信によって受信した情報に基づいて制動力保持の必要性を判断する。情報の発信源は信号機および先行車両を想定しており、それらを伝送信号に含まれる発信源 ID を用いて区別する。

車両が停止する際の状況として、以下の三種類に

Retaining Control using Visible Light Communication in Braking System with Braking Force Retaining Mechanism

[†] Takeyuki JUMONJI, ^{††} Yoshikazu ARAI,

[†] Shintaro IMAI, ^{††} Toshimitsu INOMATA,

^{††} Masakazu SOGA, [‡] Kazuyuki CHIBA,

^{*} Noriyuki KOHNO.

Software and Information Science, Iwate Prefectural University ([†]),

Regional Cooperative Research Center, Iwate Prefectural University (^{††}),

Chuo Shatai inc. ([‡]), K.I.E. inc. (^{*})

大別する.

- 信号機の赤信号による停止(長時間の停止)
- 自然渋滞における停止(停止と走行が頻繁に繰り返される)
- T 字路などにおける一時停止(車列をとまわない短い停止)

3.1 信号機の赤信号による停止

車両が停止したとき, まず最初に可視光通信を用いて信号機または先行車両から情報を取得する. ここで, 発信源が信号機であった場合には信号機は青に変わるまでの残り時間を発信することとし, この情報に基づいて制動力の保持/不保持の判断を行う.

発信源が先行車両であった場合は, 受信した情報の中に信号機が青になるまでの時間が含まれているかどうかを調べる. 含まれていた場合には信号機による停止と判断し, 信号機が青に変わるまでの時間情報と, 受信信号から得られた車列に並んでいる車両の台数に基づいて算出されるタイムラグを合わせた時間が 10 秒以上なら制動力保持, 10 秒未満なら不保持と判断する.

3.2 自然渋滞中における停止

発信源が先行車両で, なおかつ信号機が青になるまでの時間情報が含まれない場合は自然渋滞と判断する. この場合には受信信号から得られた先行車両の制動力が保持されているかどうかの情報と, 自車両が一度発車してから停止するまでに記録された最高速度を用いて制動力の保持/不保持を判断する. 先行車両の制動力が保持されている, または記録された最高速度が 10km/h 未満であれば自車両の制動力を保持し, 前車両のシステムが起動していない, かつ記録された自車両の最高速度が 10km/h 以上なら自車両の制動力は不保持と判断する.

3.3 T 字路などにおける一時停止

停止した際に受信信号がなかった場合, 信号機も先行車両も存在しない, T 字路などにおける単独の一時停止と判断し, 制動力は保持しない.

3.4 伝送信号

上記の判断を実現するために, 発信する信号の内容は次の四種類を含む.

- 1) 発信源 ID (例: 信号機/先行車両)
- 2) 信号機が青になるまでの時間 (信号がない場合は -1)
- 3) 車列の台数

4) 制動力の保持状況 (保持/不保持)

信号機が青になるまでの時間は, 信号機あるいは先行車両から得られた情報をそのまま伝達する. 車列の台数は, 受信した信号の発信源が先行車両である場合は先行車両の情報に 1 を加えて, 信号の発信源が信号機である場合は 1 をそれぞれ伝送する. 制動力の保持状況は, 保持/不保持の判断結果に基づいて伝送する.

4 実験

提案手法の有効性を検証するために, 走行シミュレータを用いて評価実験を行う. 本シミュレータは, 刻々と変化する個々の車両の速度と走行レーン上の位置を管理する. このとき, 以下の三つのシナリオを想定し, 車列の中における個々の車両の挙動を観察する.

- 走行レーン上には信号機が設置されており, 個々の車両の状態とは独立に青, 黄, 赤の各色を遷移する. 赤信号に差し掛かった車両は停止して車列を形成すると同時に, 情報の授受を行う.
- 信号を設置せず, 個々の車両の速度変化によって自然渋滞を発生させる.
- 走行レーン中に一時停止箇所を配置し, 車両を一時停止させる.

5 まとめ

本研究では, 可視光を用いて車車間/路車間通信を実現することによって信号機および先行車両からの情報に基づいて保持/不保持の判断を行う方法を提案した. 今後は実際の道路環境で使用した場合にどのような結果となるか評価するとともに, 信号機や先行車両だけではなく, 他の信号の発信源を利用することが可能であるかどうかを検討することが課題として挙げられる.

参考文献

- [1] 石下翔, 新井義和, 猪股俊光, 曾我正和, 千葉和幸: “制動力保持機構を持つブレーキ制御システムのための自動起動手法の実車試験による評価”, 情報処理学会第 70 回全国大会, 4ZA-3, 2008
- [2] 佐藤昭彦, 新井義和, 猪股俊光, 今井信太郎, 曾我正和, 千葉和幸: “制動力保持機構を持つブレーキシステムにおける学習手法を用いた保持制御”, 情報処理学会第 71 回全国大会, 3ZD-9, 2009