

# 外部からの走行車ブレーキ制御のための信号伝送方法の検討

## B-8 A Signal Transmission Technique for An Unmanned Vehicle's Braking Control

渡辺 太郎† 小倉 雅樹† 中村 僚兵† 葉玉 寿弥†

Taro WATANABE† Masaki OGURA† Ryohei NAKAMURA† Hisaya HADAMA†

† 防衛大学校電気情報群通信工学科

† Department of Communications Engineering, School of Electrical and Computer Engineering, National Defense Academy

### 1. はじめに

自律走行型の自動車の検討が盛んである[1]。我々はネットワーク制御型の小型走行車を検討している[2]。制御に必要な高度な機能を極力サーバ側に配備することにより、通信端末機器に相当する走行車を低コスト化できると考えられる。自律的にブレーキをかける仕組みは自動車で既に実用化されている。本稿では、ネットワーク制御型のブレーキの実現性について検討した結果を示す。

### 2. 制御信号伝送品質の要求条件

一般に制動距離は走行速度が増えるに従い増加する。我々は、1m 程度以内の制動距離を確保する必要があると考えた。この条件は走行速度の上限を既定する。

通信ネットワークでは、伝送品質の劣化や途絶が発生し得る。そのような場合でも、ブレーキがかからない事態は許されない。走行車は、サーバからの制御信号が届かなくなったときには、信号を受信できなくなったことを判別し、停止させる安全機能を備えておくことが不可欠である。

### 3. 速度制御信号の伝送方式

前節で述べた安全機能を備えるため、信号が途絶えたときには停止する仕組みとして、指示する速度( $v$ )が記述された速度制御パケット(SC)を周期  $\tau$  [ms]で周期的に送信する方法をとることとした。走行車は、SC を受信する都度、その速度を  $v$  に変更する。 $v=0$  が届いたとき、もしくは、周期信号の周期が閾値( $T$ [ms])を超えたときに、ブレーキをかけることとした。 $T(\tau)$ は、通信網において発生が予想される伝送遅延を考慮して設定する必要がある。また、伝送遅延が発生した際に、空走時間を短くするため  $T$  は小さいことが望ましい。

### 4. 評価

前節で述べた信号伝送方法を用いたブレーキの特性を評価するために、上記の機能を実装した。実験系の構成を図1に示す。走行車として模型自動車を用いた。サーバはWindowsPC である。サーバと走行車の間には有線 LAN と無線 LAN を使い、途中にネットワークエミュレータを挟みパケットロスをロス率  $r$  でランダムに発生させた。SC は UDP (User Datagram Protocol) データグラムでありヘッダを含めた IP パケット長は 36 バイトである。テストコース上で一定速度  $v_0$  で走行させ、ブレーキシステム作動開始ラインに到達したことを超音波センサーで察知すると、サーバは周期的に送信している SC の速度値  $v$  を 0 とする。

ブレーキ作動開始ラインと停止位置間の距離(制動距離)の  $r$  依存性を図2に示す。 $T$  は 60 ms、 $v_0$  は 1 m/s に固定した。 $\tau$  と  $r$  を変化させ、各組合せについて 5 回計測し平均をとった結果、いずれの場合でも 1.2m 以内で停止することを確認した。なお、SC の制御チャンネルの伝送レートは  $\tau$

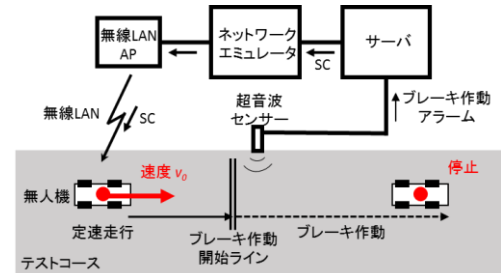


図1 制動距離測定実験の構成

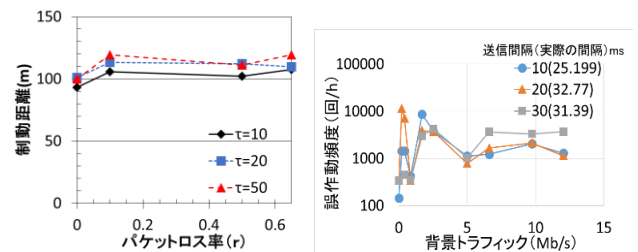


図2 制動距離の特性

図3 誤作動頻度の特性

が 10, 20, 50 ms の時、それぞれ、28.8, 14.4, 5.76 kb/s である。

2 節で述べた安全機能は、信号の途絶や伝送品質の劣化時にサーバの制御によらず勝手に停止してしまう誤作動を生じさせる。この頻度を見積もるために、無線 LAN に背景トラフィックを印加して、伝送品質を劣化させた状況での誤作動の発生頻度を調べた。背景トラフィックが小さくても、一時間当たりの誤作動発生頻度は 100 回を上回ってしまうことが分かった。

### 5. まとめ

ネットワーク制御型のブレーキの実現性について検討した。無線 LAN を利用する場合、負荷が小さい状況でも頻繁にパケットの間隔が  $T$  ( $=60$ ms) を超えることが分かった。 $T$  を大きくすると頻度を削減できるがブレーキの反応は劣化すると予想される。今後の課題として、許容できる誤作動の頻度を実現可能な  $T$  値を調べることが挙げられる。

### 参考文献

- [1]藤岡雅宣, 車と情報が交わる未来, 電子情報通信学会誌, Vol.98 pp.353-360 2015-5.
- [2]小倉雅樹, 中村僚兵, 葉玉寿弥, "モバイル網を利用した遠隔無人機制御のためのスパイク遅延回避法の検討," 電子情報通信学会, 技術研究報告, CS-2015-79, pp. 37-42(Jan. 2016).