

## 状態予測器を用いた遠隔制御走行車の走行特性の改善法の研究 A state-predictive control technique to improve characteristics of a remote controlled vehicle

岩渕 翼沙<sup>†</sup> 永井 勇希<sup>†</sup> 渡辺 大郎<sup>†</sup> 佐藤 友彦<sup>†</sup> 中村 僚兵<sup>†</sup> 葉玉 寿弥<sup>†</sup>  
Tsubasa IWABUCHI<sup>†</sup> Yuki NAGAI<sup>†</sup> Taro WATANABE<sup>†</sup> Tomohiro SATO<sup>†</sup> Ryohei NAKAMURA<sup>†</sup> Hisaya HADAMA<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 防衛大学校 電気情報学群 通信工学科

<sup>†</sup>Department of Communications Engineering, School of Electrical and Computer Engineering, NDA of Japan

### 1. はじめに

近年、自動運転技術の開発が進められている。演算資源が豊富にある制御サーバから遠隔制御する技術が研究されている[1]。遠隔制御には、走行車(端末)のコストを削減できる利点がある。しかし、インターネットを用いた遠隔制御はネットワーク遅延の影響を受ける問題がある。遅延が存在する状況下での走行特性を改善できる状態予測制御法が提案されている[2]。本研究では、ラジコンの遠隔制御における状態予測制御の効果を評価した結果を示す。

### 2. 評価システムの作成

評価システムはタブレットPCとArduinoを載せたラジコン(UV)及び制御用PC(CS)とで構成され、Wi-Fiで接続されている(図1)。自動制御は次のように行う。UVの位置は10msごとにカメラで捉えその位置をCSへ送信する。CSはUVの走行目標地点(WP)の座標を予め保持しておき、目標地点へUVが走行するように速度と方位舵の角度を計算し、UVに送信する。状態予測制御の場合は制御PC内で予測器(PM)を用いる。UV側にはジッタバッファ(JB)を用いUVが受け取る信号の遅延ゆらぎの影響を排除する。

### 3. 状態予測制御

PMは、CSからUVに送られる制御信号のコピーを受信し、それを基にUVの位置を計算する。伝送遅延時間分だけUVよりも先に制御信号を受信し計算できるので、その分だけ未来のUVの位置を予測できる。UVは100ms周期で状態パケットをPMに送る。この情報を用いてPMは予測のずれを周期的に補正する。

### 4. 実験による評価結果と考察

状態予測制御システムによる走行特性を評価するにあたり、UVを実装し、実験室のフロアで走行実験を行った。予測器を用いない場合の結果を図2に示す。走行速度は0.292m/sから1.292m/sの範囲で変化させ、各速度について、伝送遅延時間0ms、100ms、300msの条件で制御した。走行経路はWP0→WP1→WP2→WP1とたどる経路とした。各点の座標位置は、WP0: (-1.08, 2.72), WP1(-0.90, 6.63), WP2(0.55, 2.96)[単位はm]と定め、その間の走行距離を評価した。実験の結果、伝送遅延が増えると制御が乱れ最短経路をたどれず走行距離が増加することが分かった。また走行速度が増えても走行距離は増加することが分かった。

現在予測制御器を用いた実験を進めている。図2に示した走行特性との比較評価の結果を発表会において報告する予定である。

### 5. まとめ

UVの遠隔自動制御実験を行い、伝送遅延が存在する状況における実機の走行特性を確認し、伝送遅延と速度の影響を定量的に明らかにした。発表会においては、予測器を用いる場合との比較結果を報告する予定である。

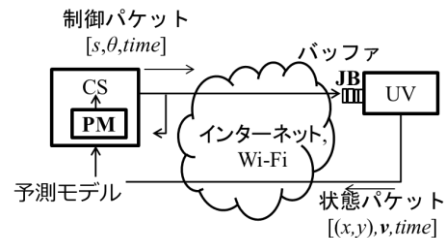


図1 システムの構成[2]

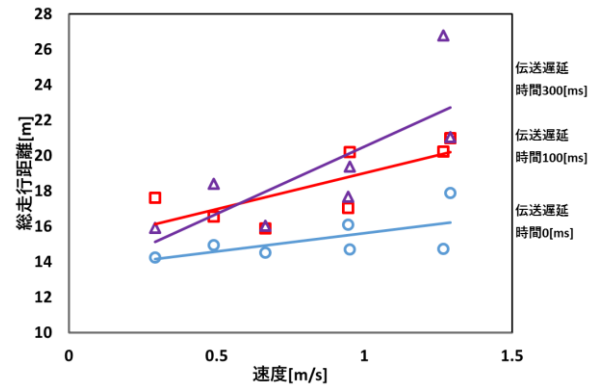


図2 予測器がない場合の走行特性

### 参考文献

- [1]佐々木健吾, 牧戸知史, 中尾彰宏, "協調運転実現のための多層エッジサーバによる車両制御システム," 信学技報, vol. 117, no. 459, NS2017-234, pp. 375-380, 2018年3月.
- [2]Yuki Nagai, Taro Watanabe, Tomohiro Sato, Ryohei Nakamura and Hisaya Hadama, "An Evaluation of a State-Predictive Controller and a Jitter Buffer for Remote Controlled Autonomous Vehicles via the Internet," The 10TH International Conference on ICT Convergence (ICTC 2019), P.444-449, Oct. 2019.