

リアルタイム遠隔制御信号の高信頼な伝送方法の研究

B-8 A Study on Reliable Transmission Method for Real-time Remote Vehicle Control Signals

小山 恭平 小倉 雅樹 中村 僚兵 葉玉 寿弥
 Kyohei KOYAMA Masaki OGURA Ryohei NAKAMURA Hisaya HADAMA
 防衛大学校 電気情報学群 通信工学科

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

1. はじめに

2015 年, DeNA はロボット開発ベンチャー企業 ZMP と合同で, 新会社・ロボットタクシーを設立した. この新会社は, 2020 年の東京五輪の開催までに, ドライバーが運転しない完全自動走行を目指すとしている[1]. このようなネットワーク制御型の無人機システム(UV)は専用網の利用が一般的であるが, 既存の LTE 回線や Wi-fi などの無線通信網を利用すれば, より広範で安価に UV を運用することが期待できる. しかしながら, パケット損失や伝送遅延といった通信品質の劣化が予想され, 制御特性が低下することが考えられることから, 遠隔機器制御に望ましい伝送プロトコルを検討することは重要である. そこで本稿では, 制御信号伝送プロトコルとして一つの制御信号を UDP で連続的に送信することで信頼性を高める手法(以下, C-UDP)を提案し, 本手法と一般的な TCP および UDP についてネットワークの通信品質が UV の制御特性へ与える影響を試作した UV モデルを用いて実験的に検討した結果について報告する.

2. リアルタイム遠隔制御実験

本研究の実験システムとその外観を図 1 に示す. 実験ではラジコンカーに Arduino 及び Android 端末を接続することで無線 LAN を介して制御用パソコン(CS)から操作できる UV のモデルを試作した. 本稿では制御信号パケットの伝送プロトコルとして, 一般的な UDP, TCP と提案する C-UDP の 3 つについて比較・検討した. ここで, C-UDP は 1 つの制御信号が入力されると, 次の制御信号が入力されるまで, 任意の時間間隔で同一の制御信号パケットを UDP で送信する手法である. また, CS は無線 LAN ルータ(AP)に有線接続し, UV は無線 LAN 接続しており, CS-UV 間で独立したネットワーク環境を構成している. ここで, 任意のネットワーク品質(伝送遅延やパケット損失)を模擬するためにネットワークエミュレータを CS と AP 間に接続した. 実験コースは学内の一室に用意し, 直進・右左折を含む全長約 10m のコースとした. 実験は以下の流れで実施した.

- 1) 理想的な通信品質環境下において, 人が任意の実験コースを運転し, その制御信号の内容とその送信時間(制御履歴)を CS 側に記憶させる.
- 2) 1)で UV を設置した位置に再び UV を設置し, 任意に設定する通信品質の環境下において, 制御履歴を UV へ送信することで運転のリプレイを行う.
- 3) 1)の停止地点と 2)の停止地点の距離誤差を UV の制御特性として計測する.

3. 実験結果

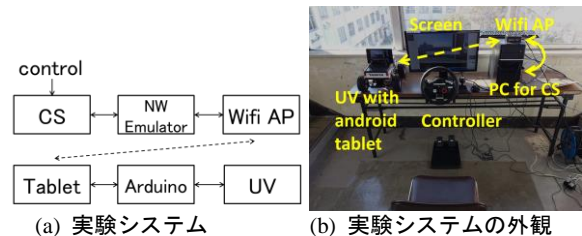


図 1 実験構成

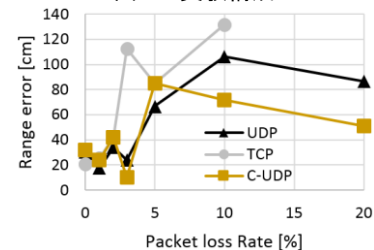


図 2 制御信号のパケット損失率に対する制御特性

本稿ではネットワーク品質として制御信号のパケット損失率に着目し, 本パラメータが制御特性に与える影響について検討を行った. また, CS-UV 間のネットワーク品質は, 固定遅延 (25ms) を双方向に加えて, パケット損失を発生させた. 図 2 は制御信号のパケット損失率に対する制御特性を示すものであり, 各パラメータにつき計 5 回の計測を実施し, その距離誤差の平均値を示している. なお, C-UDP の連続送信間隔は 10ms とした. 図 2 から TCP は UDP に対して距離誤差が大きく, 比較的制御特性が悪いことがわかる. これは TCP では損失したパケットの再送制御を行うため遅延が蓄積したためであると考えられる. 一方, C-UDP についてはパケット損失率が 10%以上であっても, パケット損失率が 5%の場合の UDP と同程度の制御特性を示している. これは制御信号パケットが損失したとしても, 連続的に送信されてくる同一の制御信号パケットによって制御信号が補償されたためである. 従って, 制御信号伝送プロトコルには TCP よりも UDP のほうが適しており, さらに C-UDP はパケット損失率が高い場合でも良い制御特性が得られることが期待できる.

4. まとめ

本稿では, 遠隔機器制御信号の伝送方法として TCP, UDP, C-UDP を用いた場合に, ネットワークのパケット損失が制御特性に与える影響を実験的に検討した. その結果, 遠隔機器制御信号には UDP が適しており, パケット損失率が高い場合でも C-UDP は制御特性が良いことを確認した. 今後は伝送遅延が制御特性へ与える影響についても検討していく予定である.

参考文献

- [1] 河鐘基, ドローンの衝撃, 扶桑社, pp.213-214, July 2015.