

周波数混在環境における無線LANによる移動体制御通信制御の検証 Mobile Communication Control of Mixed Wireless LAN Standards

大和田幸秀[†] 松田勝敬[‡]
Yukihide OWADA Masahiro MATSUDA

1. はじめに

ネットワークと組み込み機器の実験教材として、無線LANでモータを制御し、遠隔操作する台車を作成した。このシステムでは、実習授業として、複数台の台車を同時に操作する。このためモータの制御信号を、同時に複数の無線LAN端末に送信する必要がある。また、モータ制御を行うため、連続して制御信号を通信する必要がある。

従来のシステムではUDP[1]で複数の台車を操作し、連続した制御信号の通信に失敗し、誤った動作をすることがある。

今回は制御信号の通信をTCP[2]に改修し、2.4GHz帯単一時の場合と5GHz帯単一時の場合、2.4GHz、5GHz併用時の通信の安定性について検証した。

2. システム構成

図1に台車の遠隔操作システムの構成概要を示す。実験教材として採用されている台車の操作は、操作用PCで行う。操作用PCと台車は、無線LANを使用してTCP[1]コネクションを確立して通信を行っている。

無線LAN台車の構成を図2示す。台車には無線LAN子機を搭載している。今回の検証では2.4GHz帯と5GHz帯の複数の周波数帯を同時に接続するため、IEEE802.11g[3]とIEEE802.11a[3]に対応している無線LAN子機を搭載した。またアクセスポイントの無線LAN親機もIEEE802.11gとIEEE802.11aに対応している物を採用した。

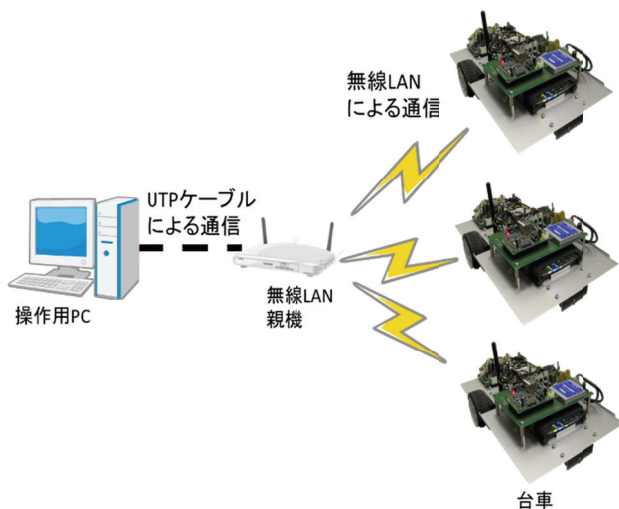


図1 台車と操作PCの接続構成

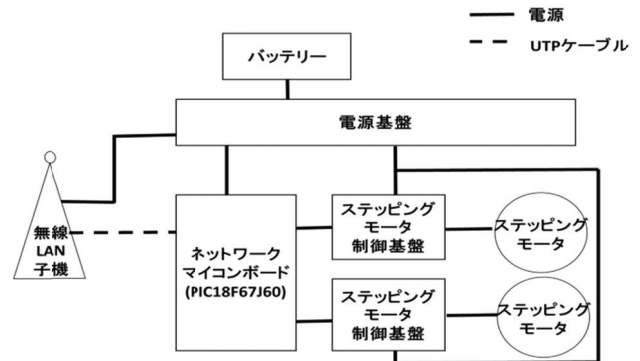


図2 無線LAN台車の構成

表1 IPアドレスの割当

機器名	IPアドレス
無線LAN親機	192.168.2.1
操作用PC	192.168.2.11
各台車に搭載されている無線LAN子機	192.168.2.N2 (Nは台車の番号)
各台車に搭載されているネットワークマイコンボード	192.168.2.N3 (Nは台車の番号)

台車のモータ制御用のマイコンボードとしてTR-67J60LAN/USB[4]を台車に搭載した。このマイコンボードはPIC18F67J60を搭載し、Ethernetを実装している。操作用PCからの制御信号を、無線LANを介して受信し、後輪の2個のステッピングモータを回転させ、台車を動作させている。

本検証は台車を8台用いて行う。8台の台車に1~8の番号をそれぞれ割り当てた。また各機器にIPアドレスを手動で設定した。各機器に割り当てたIPアドレスを表1に示す。

3. 操作アプリケーション

本検証用に台車を操作するアプリケーションを開発した。



図3 台車操作アプリケーションのGUI画面

[†] 東北工業大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Tohoku Institute of Technology

[‡] 東北工業大学工学部 Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

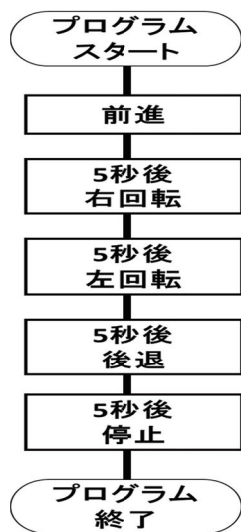


図4 検証用動作のフローチャート

このアプリケーションは、GUI上でモータの速度を設定して台車の操作を行う。同時に最大10台までの操作を行える。GUI上には前進、後進、右回転、左回転、停止のボタンが配置されている。

動作検証を行うため、検証用のプログラムを作成し、ボタンを配置した。検証用プログラムのフローチャートを図4に示す。このプログラムでは同時に8台の台車に動作信号を送信している。

4. 接続の安定性の検証

TCP接続による、複数台の無線LAN台車の通信の安定性の検証を行うため、8台同時に通信を行った。1つの操作用PCと8台の台車でTCP接続をおこない、一斉に制御信号を送信する。この時の周波数帯を2.4GHz帯と5GHz帯を同時に使用し、無線LAN通信の周波数が混在している時の通信の安定性を確認する。

4.1 検証方法

操作用PCと8台の台車の接続に使用する周波数帯と周波数チャンネルを手動で設定し、8台同時に通信の検証を行った。各台車と操作用PCの接続の成否、検証用プログラムによる各台車がプログラム通りの動作を行っているかを検証する。この検証を5回繰り返し、評価を行った。

また、2.4GHz帯の操作用PCの他に、他の通信を行う無線LANアクセスポイントとPCを用意し、無線LAN操作の通信と同時に、pingによる通信を行った。同時に2つの無線LAN通信が行われている環境下で、操作用PCと台車の通信についても検証を行った。

台車の制御通信に使用するチャンネルと同時にping通信を行うチャンネルは、操作用PCと台車の通信に使用している周波数チャンネルと同じチャンネルから+4チャンネルまでの範囲を1チャンネルずつずらしていき、各チャンネルで評価を行った。

4.2 2.4GHz帯のみの時の動作の検証

まず、無線LAN台車の制御通信のみの環境で、1～8の台車と操作用PCとの通信に使う周波数帯を2.4GHz帯、周波数チャンネルを6チャンネルに設定し、検証を行った。

その結果、8台全ての台車が正常に通信、動作を行えていることを確認できた。

無線LAN台車の制御通信と、同時にping通信を行う検証をした。妨害に使用した周波数チャンネルは6～10チャンネルで検証を行った。

結果はどの周波数チャンネルでの妨害を用いても、8台全て正常に通信でき、正常に無線LANで台車の制御ができていたことが確認できた。

4.3 5GHz帯のみの時の動作の検証

周波数帯を5GHz、周波数チャンネルを48チャンネルに設定して検証を行った。

この検証でも、8台の台車が正常に通信、動作が行えることを確認できた。

4.4 周波数混在時の動作の検証

台車と操作用PCとの通信に使う周波数帯を1～4の台車は2.4GHz帯に、5～8の台車は5GHz帯に設定して、検証を行った。また同時に2.4GHz帯でping通信が行われている状況での検証も行った。

結果はpingによる同時通信がある時とない時共に、8台の台車全てが正常に通信、動作が行えていたことを確認できた。

5. 考察とまとめ

今回の検証により、2.4GHz帯と5GHz帯の無線LAN通信が混在している環境においても、実験教材として使用している無線LAN台車の制御が8台同時に安定して行えることを確認できた。従来のUDPによる通信から、TCPによる通信に改修したことにより、複数台の異動する無線LAN受信環境においても、安定した通信が行えることが分かった。

今後は、TCPのパケット再送による操作への影響など、操作のリアルタイム性などについて、検証を進める予定である。

参考文献

- [1] User Datagram Protocol (オンライン)
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>>
- [2] TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (オンライン)
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt>>
- [3] IEEE the world's largest professional association for the advancement of technology (オンライン)
<http://www.ieee.org/index.html?WT.mc_id=hpf_logo>
- [4] PIC(18F67J60)ネットワークマイコンボード(仕様). (オンライン)
<http://www.itrinity.jp/products/pic18f_lan/spec.html>