

令和元（2019）年度修士論文発表内容要旨

情報・通信工学専攻

氏名	長谷川 充	研究室名	片山研究室
題目	電力線通信を用いた複数機器遠隔制御における同期符号分割多元接続の適用		

1 背景と目的

複数機器遠隔制御に電力線通信 (PLC) を用いるシステムを考える。PLC では電力線に商用電源電圧が流れており、これをクロックとして用いることでシステム同期を取ることができる。そのため従来研究では、制御器と機器の多元接続に時分割多元接続 (TDMA) が用いられた。しかしながら、電力線通信路の雑音は商用電源電圧に同期して変動する周期性を持つ。これにより、通信周期と雑音周期が一致するシステムでは、特定の機器の通信品質が悪くなる。従って、制御品質の悪い機器が現れ、システム全体としての品質の低下につながる。

そこで本研究では、多元接続方式に同期符号分割多元接続 (SCDMA) を用いるシステムを提案する。提案方式では、TDMA と同様に電源電圧同期を利用し、符号分割に直交符号を採用する。これにより TDMA と同じ周波数利用効率での通信を可能とする。さらに全符号チャネルの通信品質を均一化することができる。SCDMA を用いることで TDMA を用いたシステムより良い制御品質が得られることを確認する。

2 システムモデル

PLC を用いた複数機器制御システムの概略を図 1 に示す。制御周期 $T_C = T_{AC}/2 = T_N(T_{AC}$ は電源電圧周期、 T_N は雑音周期) 秒内に、1 台の制御器と M 台の機器が電力線を介して状態情報と制御情報の交換を行う。 i 回目 ($i = 0, 1, 2, \dots$) の制御周期における m 台目 ($m = 0, 1, 2, \dots, M-1$) の機器の状態情報および対応する制御命令はそれぞれ $x_m[i]$, $u_m[i]$ で表される。

各制御周期において、各機器はパリティチェックビット等を含む状態情報パケットを生成する。ここで M 台の機器は各々で固有の直交符号を用いてスペクトル拡散を行い送信する。制御器では受信した状態情報に基づき、それぞれの機器に対応する制御命令を生成する。これらをパケットとして、機器毎の固有の直交符号で拡散することで多重化を行い、PLC チャネルへ送出する。

3 制御シミュレーション

制御対象として $M = 4$ 台の回転型倒立振子を用いて、アームの角度の目標値を 5 秒周期で $\pm\pi/2$ [rad] とする制御シミュレーションにより制御品質評価を行う。制御品質は振子の転倒率とアームの位置誤差により評価を行う。これらは全試行 (10^3 回) のうち振子が転倒した試行の数と、アーム角度の位置誤差の二乗平均値の平方根 (RMSE: Root Means Square Error) である。信号対雑音

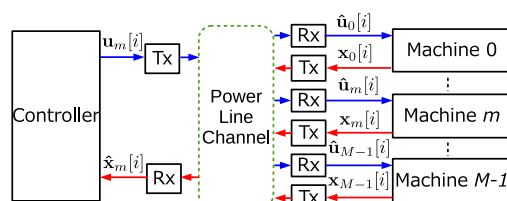


図 1: 1:M 複数機器制御システム

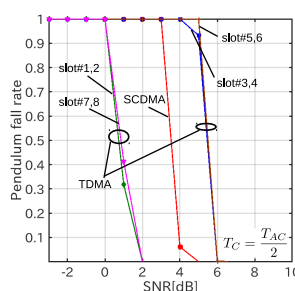


図 2: 振子の転倒率

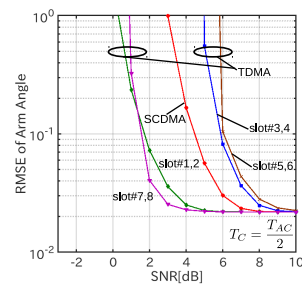


図 3: アームの位置誤差

電力比 (SNR) に対する振子の転倒率を図 2 に、アームの位置誤差を図 3 に示す。比較対象として TDMA を用いた場合の 4 台の結果を同図に示している。TDMA では振子の転倒率およびアームの位置誤差特性に機器毎でばらつきがあるが、SCDMA では全機器が同じ特性となる。なお、制御周期を伸ばした場合、および機器台数を増やした場合においても同様の結果が得られた。これにより SCDMA を用いることで TDMA では制御品質が悪くなる機器の品質を改善でき、システム全体としての品質を向上できると考えられる。

4 まとめ

本研究では、電力線通信を用いた複数機器遠隔制御システムにおける SCDMA の適用を提案した。SCDMA を用いることで機器間の制御品質を均一化することができ、TDMA に比べてシステム全体としての品質が向上することを示した。

業績

1. IEICE Commnication Express 採録
 2. 国際会議 IEEE IECON 2019 2019 年 10 月
 3. 国内学会 IEICE RCC 研究会 2020 年 1 月
- 他、国際会議 1 件、国内学会 3 件