

令和元（2019）年度修士論文発表内容要旨

電気工学専攻/電子工学専攻/情報・通信工学専攻

氏名	笠井 康平	研究室名	片山研究室
題目	無線フィードバック制御における予測制御情報と誤り訂正符号を用いたクロスレイヤ冗長化手法		

1 背景と目的

無線フィードバック制御では無線通信路誤りによるパケットロスによって制御品質が劣化する。したがって無線フィードバック制御において、制御品質の劣化の抑制は重要な問題である。制御品質を向上する技術として、通信レイヤで無線通信路誤りを低減する誤り訂正符号化と、制御レイヤでパケットロスを補償する予測制御といった技術が存在する。

本研究の目的は、制御レイヤの制御性能向上手法であるパケット化予測制御と、通信レイヤの制御性能向上手法である誤り訂正符号化を組み合わせるクロスレイヤ冗長化を提案することにより制御品質を向上させることである。計算機シミュレーションにより、提案手法であるクロスレイヤ冗長化と、単独レイヤでの冗長化の制御品質を比較し、特性を明らかにすると共にクロスレイヤ冗長化を行うことで制御品質が向上することを示す。

2 クロスレイヤ冗長化手法

提案手法のシステムモデルを図1に示す。本論文では、モデル予測制御器、誤り訂正符号化の符号器/復号器、制御情報のバッファを含む制御対象からなるフィードバック制御系を扱う。制御器と制御対象の間に無線通信路が介在するものとする。また、制御情報に付加する予測制御情報の冗長と誤り訂正符号の冗長を組み合わせるといって説明する。制御レイヤでは、制御情報に将来の制御情報の冗長（予測制御情報）を付加し、制御対象側のバッファに格納することで、パケットロスが発生した場合もバッファに格納された予測制御情報を用いて制御対象を制御することが可能になる。また、通信レイヤでは、制御情報に誤り訂正符号の冗長（パリティビット）を付加することで、無線通信路誤りを訂正することが可能となり、パケットロス率を低減させることができる。これらの冗長を組み合わせ付加し、クロスレイヤで冗長化する。

3 性能評価

計算機シミュレーションにより、提案手法の性能評価を行う。制御対象には、回転型倒立振子を用いる。制御情報には、モータ電圧値、状態情報は振子の角度と角速度、アームの角度と角速度である。1バイトの制御情報と3バイトのヘッダに加える4バイトの冗長の組み合わせを1バイト単位で変化させる。評価指標には振子の転倒率を用いる。

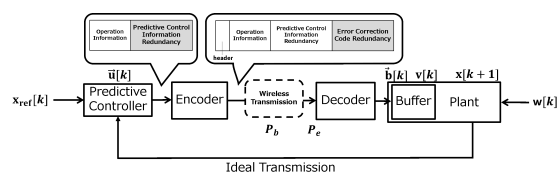


図1: システムモデル

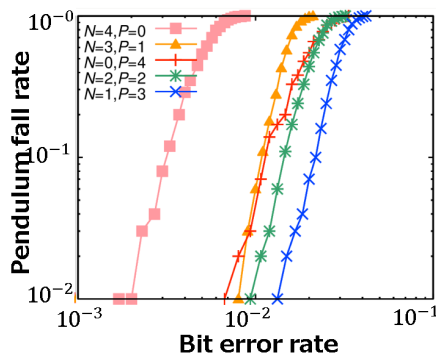


図2: 振子の転倒率

図2に冗長4バイトの5パターンの振子の転倒率を示す。図2に示すように、1バイトの予測制御情報、及び3バイトのパリティビット ($N=1, P=3$) を付加する場合に最良の性能が得られ、組み合わせで冗長を付加することで制御性能が向上することを示した。これは、振子が転倒し始めてから全転倒する範囲において、 $N=1, P=3$ の組み合わせのときに、最も誤差が小さくなる確率が高いからである。

4 まとめ

本研究では、制御レイヤと通信レイヤにおいて冗長を付加するクロスレイヤ冗長化を提案した。提案手法によって、組み合わせで冗長を付加することで制御性能が向上することを示した。

業績

1. 国内学会 IEICE RCC 2019年7月
2. 国際会議 IEEE APWCS 2019年8月

他、国際会議1件、国内学会1件