

学位論文の要旨

氏名

王 昭鴻

学位論文題目

無線ネットワーク制御システムのための戦略的制御方法

本論文は、**Strategic Control Methods for Wireless Networked Control Systems**（無線系ネットワーク制御システムのための戦略的制御方法）について、背景、目的、提案、理論、数値計算、実験や今後の研究展開についてまとめたものである。ここで **Networked Control System**（ネットワークコントロールシステム、NCS）とは、インターネットなどの現代の公衆網や無線系ネットワークをシステムに包含したシステムを指す。

第1章は、序章としてNCSの研究開発についての背景、長短所を記述した。NCS全般と特に無線NCSの歴史を紹介し、NCSが抱える課題の説明した。インターネットなどの公衆網や無線系ネットワークをシステムに包含していることに起因する遅延とパケット欠落は、克服すべき大きな課題である。実例として信号経路としてBluetoothを用いたNCSを実例として、その長短所を記述した。その課題はネットワークの制御とネットワークを超えた制御であると2つに大別すべきであることが分かった。また、この分野の過去の研究結果をまとめ、本研究の方向性を示した。

第2章は、無線系NCSの2つ大きな課題、すなわち遅延とパケット欠落について述べた。これらの課題を記述する網羅的数学モデルを提案し、客観的に評価と議論を行った。このモデルにおいて、無線NCSはターゲットとなる制御対象（たとえばプラント）とネットワークをひとつのターゲットに再構築可能であることを示した。本モデルにおいては、制御入力中のパケット欠落に対応する補償器(compensator)が提案され、また計測出力中のパケット欠落に対しては推測器(estimator)が提案された。

第3章では、改良モデル予測制御器(enhanced model predictive controller, EMPC)を提案した。EMPCは第2章で述べられたモデルが抱える時変とマルチ・パラメトリックの問題を解消するモデルである。しかしながら、このような環境における推測モデルは一般の予測制御器ではサポートされていない。本研究の成果として、線形行列不等式のためにMatlabのツールボックスYALMIPとマルチパラメトリック・プログラミング・ソルヴァMPT3を導入することで必要な数値計算が実行できることを示した。

前章までは理論的な記述に終始したが、第4章ではまず数値計算や実験の結果を示した。その数値計算と実験の結果に対して、システム安定性、強靭性(robustness)、計算コストなどについての考察を行った。

第5章は、NCSに関する本論文の総括を行い、将来の研究発展の方向性を示した。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation:

Strategic Control Methods for Wireless Networked Control Systems

Name: Zhaohong Wang

This dissertation is organized in 4 chapters as follows.

Chapter I talks about a brief introduction of NCS in common. In this chapter, history of NCSs and wireless NCSs are discussed at first, followed by the main issues in the NCSs, which is also the main subject in this dissertation. An instance of wireless NCS based on Bluetooth is presented. Research towards those issues is categorized into two aspects, control of network and control over network. At the end of chapter I, we have presented some previous research of other scholars.

In chapter II, two main issues of wireless NCSs, time-delay and packet dropout, are studied. This chapter begins with problems affected by time-delay and packet dropout. The whole mathematics model is also established and studied. In this process, wireless NCS is reconstructed by merging target plant and network into a reconfigured target. Then a zero-order holder like compensator is proposed for packet dropout in control input, while packet dropout in measured output is compensated by an estimator.

An enhanced model predictive controller is proposed in chapter III since reconfigured function derived in chapter II is time-variant and multi-parametric, and such prediction model is not supported by common model predictive controller. Therefore, third-party Matlab toolbox YALMIP, a general parser for linear matrix inequalities, and multi-parametric programming solver MPT3 (Multi-Parametric Toolbox) are introduced.

In chapter IV, several simulations and experiments are presented, the results of them are compared and discussed in criteria like stabilities, robustness, calculation cost and etc.

Chapter V is the conclusion and possible future research directions in NCS.