

报告摘要 Letter

本报告主要汇总了迭代学习控制研究组在 2017 年的研究内容。报告的主要内容
包括研究组在本年度的相关数据、会议交流等学术活动、讨论组报告列表、研究
生信息表、研究方向概述以及本年度发表论文集。

本研究小组的主要研究方向为迭代学习控制。围绕这一方向，研究组在本年度开
展了一系列的研究，在若干个方向上取得了重要突破。主要贡献如下：

1. 在数据丢包环境下的迭代学习控制方面，提出了连续型更新算法，并对传统
的间歇型更新算法与新提出的连续型更新算法的性能给出了性能分析与对比；
2. 研究了量测端与输出端同时存在数据丢包的迭代学习控制问题，针对线性确
定系统、线性随机系统与仿射非线性系统，给出了学习算法设计框架与性能
分析方法；
3. 针对三种数据丢包模型，即随机序列模型、伯努利变量模型、马氏链模型，
给出了统一的迭代学习控制算法设计与分析框架；
4. 在采样迭代学习控制方面，首次给出了采样区间内跟踪误差上界的估计式，
刻画了采样迭代学习控制的性能表现，并给出了变采样的迭代学习控制方案；
5. 研究了非线性动态刻画的多智能体系统迭代学习控制问题，在输出或状态受
限的要求下，给出了五种迭代学习控制算法设计方案，并分析了相应的算法
性能；
6. 对通信环境中同时存在数据丢包、随机延迟、数据乱序等耦合因素，以及存
储器容量有限的条件下，给出了迭代学习控制算法的设计方案并给出了收敛
性分析。

本报告的最后一部分为本年度发表论文与在线发表论文的汇总。

Dong SHEN

2017.12.31



报告目录 Outline

1

研究组成员

2

研究方向概述

3

学术活动时间轴

4

讨论组内容简报

5

本年度论文列表

1 研究组成员 Members



王蓝菁

女

2013 年于电子科技大学获得学士学位
现于北京化工大学攻读硕士学位。

研究方向：多传感器的迭代学习控制问题

已发表数据驱动控制与学习系统会议论文 1 篇，第 43 届工业电子年会论文 1 篇，在投期刊论文 1 篇。



章凡寿

男

2015 年于北京化工大学获得学士学位
现于北京化工大学攻读硕士学位

研究方向：深度学习及其应用

已发表 ITSC(智能交通国际会议)会议论文 1 篇。



张超

男

2016 年于北京化工大学获得学士学位
现于北京化工大学攻读硕士学位。

研究方向：量化迭代学习控制及迭代学习控制在移动机器人上的实际应用

已发表 SCI 论文 2 篇，中国控制会议论文 1 篇，获得 2017 年国家奖学金。

曾春
女

2016 年于北京化工大学获得学士学位
现于北京化工大学攻读硕士学位
研究方向：基于复合能量函数的变长度迭代学习控制
在投期刊论文 1 篇.



刘辰
男

2017 年于长安大学获得学士学位
现于北京化工大学攻读硕士学位
研究方向：多智能体迭代学习控制问题
在投数据驱动控制与学习系统会议论文 1 篇.

Group Alumni



许云
女

2017 年于北京化工大学获得硕士学位
被评为北京化工大学优秀毕业生
研究生阶段发表期刊论文 7 篇(SCI 期刊 6 篇), 会议论文 4 篇.
硕士学位论文《不完备数据下的迭代学习控制与优化》
被评为校级优秀毕业论文, 获得 2016 年国家奖学金.

晋燕琼
女

2017 年于北京化工大学获得学士学位
本科期间就迭代学习控制问题, 发表 SCI 论文 2 篇.
学士学位论文《双边随机丢包下的迭代学习控制》被
评为院级优秀毕业论文.



2 研究方向概述 Research

本研究报告以迭代学习控制为核心研究方向。主要的研究课题包括如下几个方面：

1. 数据丢包环境下的迭代学习控制。主要研究随机数据丢包对迭代学习控制性能的影响，以及相应的算法设计与分析框架。
2. 采样迭代学习控制。主要研究各类系统应用基于采样数据的迭代学习控制算法时，其采样区间内的跟踪性能分析，以及相应的算法设计与分析框架。
3. 量化迭代学习控制。在降低通信信道数据传输量及保证系统跟踪性能的矛盾要求下，主要研究如何设计量化器以及相应的迭代学习控制算法的设计方案。
4. 多智能体系统的迭代学习控制。针对各种类型的多智能体系统，在不同的拓扑结构条件下，研究如何设计分布式的迭代学习控制算法并给出相应的协同性能分析。
5. 迭代变化环境下的迭代学习控制。主要研究传统迭代学习控制中各种固定不变因素改为变动情形，尤其是沿迭代轴变动的情形下，如何进行算法设计与分析。

3 学术活动时间轴 Timeline

▶ 2017.5

参加在重庆举办的第六届 IEEE 数据驱动控制与学习系统会议（沈栋、王蓝菁、张超、曾春）。

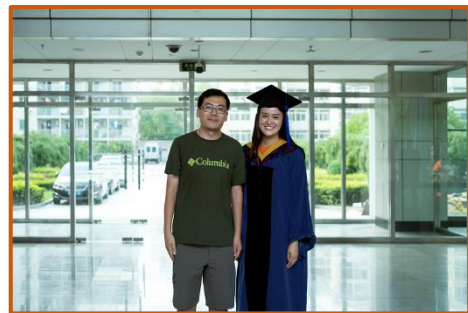


▶ 2017.5

上海、杭州学术调研（沈栋）。

▶ 2017.6

研究组内许云获得硕士学位、晋燕琼获得学士学位，完成学业毕业。



▶ 2017.5

参加在重庆举办的第 29 届中国控制与决策会议（王蓝菁、张超、曾春）。



▶ 2017.7

参加在北京举办的 TCCT workshop on MAS 会议（王蓝菁、张超、曾春）。

▶ 2017.7

参加在大连举办的第 36 届中国控制会议（张超）。



▶ 2017.8

参加在西安举办的中国自动化学会混合智能委员会成立大会，沈栋博士获选为专委会委员（沈栋）。



▶ 2017.10

参加在北京举办的第 43 届工业电子学会年会（沈栋、王兰菁、张超、曾春、刘辰）。



► 2017.10

沈栋博士晋升至 IEEE 高级会员 (Senior Member)。



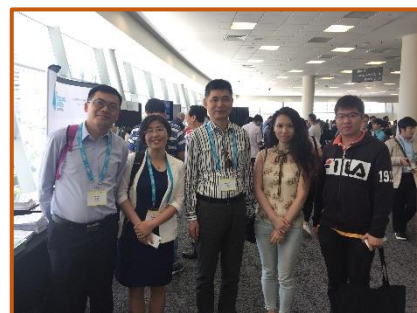
► 2017.12

沈栋博士受邀参加第二届随机控制、优化与数据融合研讨会, 并做专家报告《网络环境下的迭代学习控制》(沈栋)。



► 2017.12

参加在澳大利亚举办的亚洲控制会议, 会后前往墨尔本 RMIT 参加学术报告会 (沈栋)。



4 讨论组内容简报 Seminar

2017.09.06

王蓝菁

Yan F, Tian F, Shi Z. Iterative learning approach for traffic signal control of urban road networks[J]. *Int Control Theory & Applications*, 2017, 11(4):466-475.

张超

Li T, Fu M, Xie L, et al. Distributed Consensus With Limited Communication Data Rate[J]. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2011, 56(2):279-292.

曾春

Shen D, Zhang W, Xu J X. Iterative Learning Control for discrete nonlinear systems with randomly iteration varying lengths [J]. *Systems & Control Letters*, 2016, 96:81-87.

刘辰

Shen D, Zhang C. Learning control for discrete-time nonlinear systems with sensor saturation and measurement noises[J]. *International Journal of Systems Science*, 2017(9).

2017.10.11

王蓝菁

Meng D, Moore K L. Robust Iterative Learning Control for Nonrepetitive Uncertain Systems[J]. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2017, 62(2):907-913.

张超

Fu M, Xie L, Fu M. On design of finite-level quantization feedback control[J]. Eng.newcastle.edu.au.

曾春

Tayebi A, Chien C J. A Unified Adaptive Iterative Learning Control Framework for Uncertain Nonlinear Systems[J]. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2007, 52(10):1907-1913.

刘辰

Bristow D A, Tharayil M, Alleyne A G. A Survey of Iterative Learning Control A learning-based method for high-performance tracking control[J]. *Control*

Systems IEEE, 2006, 26(3):96-114.

2017.10.22

张超

Zhang T, Li J. Iterative Learning Control for Multi-Agent Systems With Finite-Levelled Sigma-Delta Quantization and Random Packet Losses[J]. IEEE Transactions on Circuits & Systems I Regular Papers, 2017, 64(8):2171-2181.

曾春

Jin X, Xu J. A barrier composite energy function approach for robot manipulators under alignment condition with position constraints[J]. International Journal of Robust & Nonlinear Control, 2015, 24(17):2840-2851.

刘辰

Shiping Yang, Jian-Xin Xu, Xuefang Li, Dong Shen. Iterative Learning Control for Multi-Agent Systems Coordination. Wiley, 2017. Chapter 2

2017.12.20

张超

Bu X, Hou Z, Cui L, et al. Stability analysis of quantized iterative learning control systems using lifting representation[J]. International Journal of Adaptive Control & Signal Processing, 2017, 31(9).

曾春

Xu J X, Yan R. On initial conditions in iterative learning control[J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2005, 50(9):1349-1354.

刘辰

Shiping Yang, Jian-Xin Xu, Xuefang Li, Dong Shen. Iterative Learning Control for Multi-Agent Systems Coordination. Wiley, 2017. Chapter 3

5 本年度论文列表 Publications

Journal Papers

1. **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. A Framework of Iterative Learning Control under Random Data Dropouts: Mean Square and Almost Sure Convergence. International Journal of Adaptive Control and Signal Processing, vol. 31, no. 12, pp. 1825-1852, 2017.
2. **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. Distributed Adaptive Iterative Learning Control for Nonlinear Multi-Agent Systems with State Constraints. International Journal of Adaptive Control and Signal Processing, vol. 31, no. 12, pp. 1779-1807, 2017.
3. **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. A Novel Markov Chain Based ILC Analysis for Linear Stochastic Systems Under General Data Dropouts Environments. IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 62, no. 11, pp. 5850-5857, 2017.
4. Dong Zhao, **Dong Shen**, Youqing Wang. Fault Diagnosis and Compensation for Two-Dimensional Discrete Time Systems with Sensor Faults and Time-Varying Delays. International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 27, no. 16, pp. 3296-3320, 2017.
5. **Yun Xu**, **Dong Shen**, Xuhui Bu. Zero-Error Convergence of Iterative Learning Control Using Quantized Information. IMA Journal of Mathematical Control and Information, vol. 34, no. 3, pp. 1061-1077, 2017.
6. **Yun Xu**, **Dong Shen**, Xiao-Dong Zhang. Stochastic Point-to-Point Iterative Learning Control Based on Stochastic Approximation. Asian Journal of Control, vol. 19, no. 5, pp. 1748-1755, 2017.
7. **Dong Shen**, **Chao Zhang**. Learning Control for Discrete-Time Nonlinear Systems with Sensor Saturation and Measurement Noise. International Journal of Systems Sciences, vol. 48, no. 13, pp. 2764-2778, 2017.
8. Xuefang Li, **Dong Shen**. Two Novel Iterative Learning Control Schemes for Systems with Randomly Varying Trial Lengths. Systems & Control Letters, vol. 107, pp. 9-16, 2017.
9. **Dong Shen**, **Yanqiong Jin**, **Yun Xu**. Learning Control for Linear Systems under General Data Dropouts at Both Measurement and Actuator Sides: A Markov Chain Approach. Journal of the Franklin Institute, vol. 354, no. 13, pp. 5091-5109, 2017.
10. **Dong Shen**. Almost Sure Convergence of ILC for Networked Linear Systems with Random Link Failures. International Journal of Control, Automation, and Systems, vol. 15, no. 2, pp. 647-655, 2017.
11. **Dong Shen**, **Jian Han**, Youqing Wang. Stochastic Point-to-Point Iterative Learning Tracking Without Prior Information on System Matrices. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 14, no. 1, pp. 376-382, 2017.

12. **Yun Xu, Dong Shen**, Youqing Wang. On Interval Tracking Performance Evaluation and Practical Varying Sampling ILC. International Journal of Systems Science, vol. 48, no. 8, pp. 1624-1634, 2017.
13. **Dong Shen, Jian Han**, Youqing Wang. Convergence Analysis of ILC Input Sequence for Underdetermined Linear Systems. SCIENCE CHINA Information Sciences, vol. 60, ID: 099201, 2017.
14. **Dong Shen, Chao Zhang, Yun Xu**. Two Compensation Schemes of Iterative Learning Control for Networked Control Systems with Random Data Dropouts. Information Sciences, vol. 381, pp. 352-370, 2017.

Online Journal Papers

15. Saurab Verma, **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. Motion Control of Robotic Fish under Dynamic Environmental Conditions using Adaptive Control Approach. IEEE Journal of Oceanic Engineering.
16. **Yanqiong Jin, Dong Shen**. Iterative Learning Control for Nonlinear Systems with Data Dropouts at Both Measurement and Actuator Sides. Asian Journal of Control.
17. **Dong Shen**. Data-Driven Learning Control for Stochastic Nonlinear Systems: Multiple Communication Constraints and Limited Storage. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems.
18. **Dong Shen, Chao Zhang, Yun Xu**. Intermittent and Successive ILC for Stochastic Nonlinear Systems with Random Data Dropouts. Asian Journal of Control.

Conference Papers

19. **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. Zero-Error Tracking of Iterative Learning Control using Probabilistically Quantized Measurements. The 2017 Asian Control Conference (ASCC2017), Gold Coast, Australia, December 17-20, 2017, pp. 1029-1034.
20. **Dong Shen, Lanjing Wang**. On Iterative Learning Tracking Problem for Multi-Sensor Systems. The 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Beijing, China, October 29-November 1, 2017, pp. 5918-5923.
21. **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. Iterative Learning Control for Linear Systems with Markov Data Dropouts: Noise-free Case. The 36th Chinese Control Conference (CCC2017), Dalian, China, July 26-28, 2017, pp. 3304-3309.
22. **Chao Zhang, Dong Shen**. Zero-Error Convergence of Iterative Learning Control Using Uniform Quantizer with Encoding and Decoding Method. The 36th Chinese Control Conference (CCC2017), Dalian, China, July 26-28, 2017, pp. 3473-3478.
23. Chiang-Ju Chien, Ying-Chung Wang, Meng-Joo Er, Ronghu Chi, **Dong Shen**. An Adaptive Iterative Learning Control for Discrete-Time Nonlinear Systems with Iteration-Varying Uncertainties. IEEE 6th Data Driven Control and

Learning Systems Conference (DDCLS17), Chongqing, China, May 26-27, 2017, pp. 390-395.

24. Xuefang Li, Deqing Huang, **Dong Shen**, Jian-Xin Xu. Boundary Tracking Control for MIMO PDE-ODE Cascade Systems via Learning Control Approach. IEEE 6th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS17), Chongqing, China, May 26-27, 2017, pp. 78-83.
25. **Lanjing Wang, Dong Shen**, Xuefang Li, Chiang-Ju Chien, Ying-Chung Wang. Sampled-data Iterative Learning Control for Nonlinear Systems with Iteration Varying Lengths. IEEE 6th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS17), Chongqing, China, May 26-27, 2017, pp. 36-41.