



分布式人工智能实验室

年度报告(2023)





各位同仁，这是我们二零二三年度报告。

上一年度，我们确定以人工智能驱动的学习型算法设计与分析为未来的主要研究方向。在本年度，我们经过深入地讨论与思考，不断提炼认识，确定我们接下来一段时间的研究特色将围绕两个关键词展开，一个是非线性，一个是性能驱动。

本年度，我们还梳理了三个工作意识，分别是主动意识、系统意识、细节意识。通过讨论明确了三个意识的内涵，希望全体实验室成员都能够积极践行。

在本年度，有两位同学顺利获得硕士学位毕业，祝贺他们并祝愿他们在新岗位上取得更好表现。同时，本年度有四位新成员加入，期待大家的表现。

在本年度，我们的工作情况保持平稳态势，无论是学术交流、科研产出，还是团队建设、制度建设，都在点滴进步中。特别地，我们在本年度开启了季度报告会制度，目前运行良好。

在新的一年里，我们希望能够继续扎实推进工作，在团队建设、科研成果、个人成长方面有更精彩的表现。

继续向前。



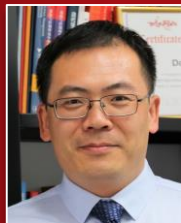
沈栋

分布式人工智能实验室
中国人民大学

目录

成员	3
讲座	4
参会	6
项目	8
荣誉	9
奖学金	11
论文	12
专著	15
成果	16
季度报告	19
日常	20

成员



讲座

2023.7.7

赵文斌 研究员，中国科学院数学与系统科学研究院

▷ 基于集值型测量数据的非线性系统自适应调节控制

2023.9.1

欧阳乐 副教授，深圳大学

▷ 基于图模型的基因网络推断方法

2023.9.22

郭思尼 助理教授，北京理工大学

▷ Online Portfolio Selection with Transaction Costs

2022.12.13

黎斌 研究员，北京生命科学研究所以

▷ 空间转录组算法比较与挖掘

Learning and Control Lecture 2023

基于集值型测量数据的非线性系统自适应调节控制

报告人：赵文斌 研究员
中国科学院数学与系统科学研究院
时间：2023年7月7日 9:00-10:30
地点：腾讯会议：707-4850-8649

主讲人简介：
赵文斌，毕业于山东大学，在中国科学院数学与系统科学研究院攻读博士学位，现任中国科学院数学与系统科学研究院研究员。他的研究方向主要集中在非线性系统的建模、估计与控制的理论分析，以及非线性系统与网络系统的建模、估计与控制的理论分析。主要研究成果发表在《Automatica》、《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊上。担任《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊的副主编。

报告摘要：
针对非线性系统集值型测量数据（Hammerstein模型和Wiener模型），基于自适应调节算法，提出自适应调节控制策略，实现非线性系统集值型测量数据的自适应调节控制。该策略具有结构简单、易于实现、鲁棒性强等优点，为集值型测量数据的自适应调节控制提供了新的思路和方法。

中国人民大学数学学院
分布式人工智能实验室

Learning and Control Lecture 2023

基于图模型的基因网络推断方法

报告人：欧阳乐 副教授
深圳大学
时间：2023年9月1日 10:00-11:00
地点：腾讯会议：707-4850-8649

主讲人简介：
欧阳乐，毕业于中山大学，在中国科学院数学与系统科学研究院攻读博士学位，现任深圳大学数学与系统科学研究院副教授。他的研究方向主要集中在非线性系统的建模、估计与控制的理论分析，以及非线性系统与网络系统的建模、估计与控制的理论分析。主要研究成果发表在《Automatica》、《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊上。担任《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊的副主编。

报告摘要：
基因网络推断是系统生物学中的一个重要问题，对于理解基因调控机制具有重要意义。本文提出了一种基于图模型的基因网络推断方法，该方法利用图模型对基因网络进行建模，并利用图模型推断基因网络的结构。该方法具有结构简单、易于实现、鲁棒性强等优点，为基因网络推断提供了新的思路和方法。

中国人民大学数学学院
分布式人工智能实验室

Learning and Control Lecture 2023

Online Portfolio Selection with Transaction Costs

报告人：郭思尼 助理教授
北京理工大学
时间：2023年9月22日 14:00-15:00
地点：教学学院 4107

主讲人简介：
郭思尼，毕业于北京理工大学，在北京理工大学攻读博士学位，现任北京理工大学助理教授。他的研究方向主要集中在非线性系统的建模、估计与控制的理论分析，以及非线性系统与网络系统的建模、估计与控制的理论分析。主要研究成果发表在《Automatica》、《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊上。担任《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊的副主编。

报告摘要：
在线投资组合选择问题是一个具有挑战性的问题，对于理解投资组合选择问题具有重要意义。本文提出了一种基于图模型的在线投资组合选择方法，该方法利用图模型对投资组合选择问题进行建模，并利用图模型推断投资组合选择问题的结构。该方法具有结构简单、易于实现、鲁棒性强等优点，为在线投资组合选择提供了新的思路和方法。

中国人民大学数学学院
分布式人工智能实验室

Learning and Control Lecture 2023

空间转录组分析算法比较与挖掘

报告人：黎斌 研究员
北京生命科学研究所以
时间：2023年12月13日 10:00-11:00
地点：教学学院 216

主讲人简介：
黎斌，毕业于北京生命科学研究所以，在北京生命科学研究所以攻读博士学位，现任北京生命科学研究所以研究员。他的研究方向主要集中在非线性系统的建模、估计与控制的理论分析，以及非线性系统与网络系统的建模、估计与控制的理论分析。主要研究成果发表在《Automatica》、《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊上。担任《IEEE Transactions on Automatic Control》、《IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics》等期刊的副主编。

报告摘要：
空间转录组分析算法是系统生物学中的一个重要问题，对于理解基因调控机制具有重要意义。本文提出了一种基于图模型的空间转录组分析算法，该方法利用图模型对空间转录组分析问题进行建模，并利用图模型推断空间转录组分析问题的结构。该方法具有结构简单、易于实现、鲁棒性强等优点，为空间转录组分析提供了新的思路和方法。

中国人民大学数学学院
分布式人工智能实验室



格物 讲坛

本年度我们新启动的冠名讲座系列



2023.10.18

王友清 教授，北京化工大学

▷ 模型/数据驱动的工业系统状态监测



格物 讲坛

中国人民大学分布式人工智能实验室

2023年10月18日 9:00-10:00
中国人民大学数学学院 二楼报告厅

模型/数据联合驱动的工业系统状态监测

王友清 教授
北京化工大学 信息科学与工程学院

报告摘要

现代工业系统存在模型复杂、海量数据等特点。使得传统模型驱动的状态监测方法或者数据驱动的状态监测方法面临模型复杂度高、一个成功的数据监测系统必须同时利用模型和实测数据。本报告介绍课题组在二维系统故障估计和质量相关多元统计方面的最新研究成果。上述研究成果在中石油、中石化等大型石化企业中进行了应用。

专家介绍

王友清，国家杰青、IET Fellow，北京化工大学教授/博导，信息科学与工程学院院长。王友清担任9个SCI期刊的编委或客座编委，还是3个IFAC技术委员会的委员。他荣获教育部、北京市、山东省自然科学奖各一项，出版专著2本，以第一或通讯作者发表SCI论文一百余篇，获得11项发明专利授权，研究成果在中石化、中石化等头部企业得到应用，论文被SCI引用4000多次，引用者包括38位国内院士，16篇论文入选ESI热点论文或高被引论文，专利单位遍布80多个国家。



参会

2023.5.12-2023.5.14, IEEE第十二届数据驱动控制与学习系统会议(IEEE 12th Data Driven Control and Learning Systems Conference), 沈栋、姜昊、霍妞、钱佳希、何迅、刘陶钧、张泽义、程翔参会.

张泽义报告 Collaborative learning tracking for networked systems with fading communication

钱佳希海报 Iterative learning control based on first-order accelerated gradient method

何 迅海报 Iterative learning control for linear systems with random actuator faults

刘陶钧海报 Dual quantized iterative learning control over random fading channel



2023.7.24-2023.7.26, 第四十二届中国控制会议(The 42th Chinese Control Conference), 沈栋、李子涵、高帅参会.

李子涵报告 A Practical Excitation Condition of Simultaneous Parameter Estimation and Adaptive Tracking



2023.10.27-2023.10.30, 第十二届全国生物信息学与系统生物学学术大会(The 12th National Conference on Bioinformatics and Systems Biology of China), 姜昊、詹森文、黄逸翔参会.



项目

科技部国家重点研发计划“社会治理与智慧社会科技支撑”专项

沈栋 ➤ 面向资本市场审慎监管的系统性风险监测与预警技术研究(子课题)

国家自然科学基金面上项目

沈栋 ➤ 基于系统认知的迭代学习控制框架与技术研究

国家自然科学基金面上项目

姜昊 ➤ 单细胞多组学数据融合优化建模与异质性分析

国家自然科学基金青年科学基金项目

陈秀琼 ➤ 基于深度学习的非线性滤波算法的研究

中国人民大学青年科技创新团队

沈栋 ➤ 金融智能计算的关键数学理论及应用研究

中国人民大学“拔尖创新人才培养资助计划”

霍妞 ➤ 连续入选



沈栋

- 全球前2%顶尖科学家榜单“终身科学影响力”排行榜
- 中国人民大学优秀党务工作者(基层党支部书记专项)

姜昊

- 中国人民大学教学标兵
- 中国人民大学优秀科研成果二等奖

李子涵

- 宝钢优秀学生奖



World top 2% scientists

Category

☐ Single year 2022 ☒ Whole career

Search text allows regular expression. The 'Rank' column is based on the 'rank (ns)' column in the original Excel table.

Show 25 entries

Rank	Author	Institute
All	All	Renmin University of China
41171	Hamnett, Chris	Renmin University of China
80983	Yang, Kaifeng	Renmin University of China
92664	Ji, Wei	Renmin University of China
142681	Yan, Rui	Renmin University of China
142858	Zhedanov, Alexei	Renmin University of China
149504	Li, Zhiping	Renmin University of China
210394	Wen, Ji Rong	Renmin University of China
238743	de Jong, Wil	Renmin University of China
241142	Chen, Zhanming	Renmin University of China
247289	Shen, Dong	Renmin University of China
282723	Li, Xirong	Renmin University of China
304529	Zhao, Wayne Xin	Renmin University of China
339961	Meng, Xiao Feng	Renmin University of China

Showing 1 to 13 of 13 entries (filtered from 204,643 total entries)



荣誉

三好学生

➤ 黄逸翔、李子涵、周宇健、黄敦晟

优秀学生干部

➤ 周宇健、杜博文

优秀共青团员

➤ 周宇健



奖学金

国家奖学金

- 李子涵、高帅

学习优秀奖学金

- 特等奖：詹森文
- 一等奖：张泽义
- 二等奖：钱佳希、杜博文
- 三等奖：何迅、黄逸翔、周宇健、张振法、周子墨、王颖超

社会工作与志愿服务骨干奖学金

- 三等奖：杜博文



论文

Published Papers

1. Xiang Cheng, Hao Jiang, Dong Shen, Xinghuo Yu. A Novel Adaptive Gain Strategy for Stochastic Learning Control. *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 53, no. 8, pp. 5264-5275, 2023.
2. Ganggui Qu, Dong Shen, Xinghuo Yu. Batch-Based Learning Consensus of Multiagent Systems With Faded Neighborhood Information. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 34, no. 4, pp. 2965-2977, 2023.
3. Dong Shen. Practical Learning-Tracking Framework Under Unknown Nonrepetitive Channel Randomness. *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 68, no. 6, pp. 3331-3347, 2023.
4. Ganggui Qu, Dong Shen, Qijiang Song, Xinghuo Yu. Point-to-Point Learning and Tracking for Networked Stochastic Systems with Fading Communications. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 53, no. 6, pp. 3600-3612, 2023.
5. Zihan Li, Dong Shen, Xinghuo Yu. Enhancing Iterative Learning Control With Fractional Power Update Law. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 10, no. 5, pp. 1137-1149, 2023.
6. Xun He, Dong Shen. Distributed Iterative Learning Temperature Control for Large-Scale Buildings. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, vol. 33, no. 7, pp. 4210-4227, 2023.
7. Niu Huo, Hao Jiang, Dong Shen, JinRong Wang. Finite-Level Uniformly Quantized Learning Control with Random Data Dropouts. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, vol. 33, no. 7, pp. 4056-4075, 2023.
8. Hao Jiang, Xun He, Qijiang Song, Dong Shen. Decentralized Learning Control for Large-Scale Systems with Gain Adaptation Mechanism. *Information Sciences*, vol. 623, pp. 539-558, 2023.
9. Hao Jiang, Senwen Zhan, Wai-Ki Ching, Luonan Chen. Robust joint clustering of multi-omics single-cell data via multi-modal high-order neighborhood Laplacian matrix optimization. *Bioinformatics*, vol. 39, no. 7, 2023.
10. Xiugong Chen, Stephen S.-T. Yau. On the Stability of Linear Feedback Particle Filter. *Asian Journal of Mathematics*, vol. 27, no. 1, pp. 95-120, 2023.
11. Xiugong Chen, Yangtianze Tao, Wenjie Xu, Stephen S.-T. Yau. Recurrent Neural Networks are Universal Approximators with Stochastic Inputs. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 34, no. 10, pp. 7992-8006, 2023.
12. Wanzheng Qiu, Michal Feckan, JinRong Wang, Dong Shen. Iterative Learning Control for Conformable Stochastic Impulsive Differential Systems With Randomly Varying Trial Lengths. *International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation*, vol. 24, no. 5, pp. 1863-1884, 2023.
13. Hongwei Luo, JinRong Wang, Dong Shen. Learning ability analysis for linear discrete delay systems with iteration-varying trial length. *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 171, Article ID: 113428, 2023.
14. Xudong Gui, JinRong Wang, Dong Shen. Observability for Markovian Jump Boolean Network with Random Delay Effect in States. *Qualitative Theory of Dynamical Systems*, vol. 22, Article Number: 21, 2023.
15. Guanli Xiao, JinRong Wang, Dong Shen. Fixed-time Adaptive Consensus for Stochastic Multi-Agent Systems with Uncertain Actuator Faults. *ISA Transactions*, vol. 137, pp. 369-378, 2023.
16. Min Zhou, JinRong Wang, Dong Shen. Iterative Learning Control for Continuous-Time Multi-Agent Differential Inclusion Systems With Full Learnability. *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 174, article ID: 113895, 2023.
17. Mingxue Liao, Dong Shen, Pin Lv. A Unified Model of Data Uncertainty and Data Relation Uncertainty. *Knowledge-Based Systems*, vol. 278, article ID: 110811, 2023.

18. Tianbo Zhang, Dong Shen, Shihui Jiang, Hongze Xu. Adaptive Fixed-Time Antilock Control of Levitation System of High-Speed Maglev Train. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, vol. 8, no. 5, pp. 3394-3404, 2023.
19. Chen Liu, Xiaoe Ruan, Dong Shen, Hao Jiang. Optimal Learning Control Scheme for Discrete-Time Systems with Nonuniform Trials. *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 53, no. 6, pp. 3639-3650, 2023.
20. Ronghu Chi, Huaying Li, Dong Shen, Zhongsheng Hou, Biao Huang. Enhanced P-type Control: Indirect Adaptive Learning from Set-point Updates. *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 68, no. 3, pp. 1600-1613, 2023.
21. Tianbo Zhang, Shihui Jiang, Dong Shen, Hongze Xu. Adaptive Finite-Time Fuzzy Control for Hybrid Levitation System of Maglev Trains With Active Anti-lock Constraints. *Journal of the Franklin Institute*, vol. 360, no. 4, pp. 2635-2659, 2023.

Pre-Published Papers

22. Tianbo Zhang, Shihui Jiang, Dong Shen. Collaborative Control of a Levitation Module for Maglev Trains with Physical Contact Prevention and User-defined Convergence Time. *International Journal of Systems Science*, vol. 55, no. 2, pp. 355-369, 2024.
23. Zeyi Zhang, Hao Jiang, Dong Shen, Samer S. Saab. Data-driven Learning Control Algorithms Meeting Unachievable Tracking Problems. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 11, no. 1, pp. 205-218, 2024.
24. Zeyi Zhang, Dong Shen. Randomized Kaczmarz Algorithm with Averaging and Block Projection. *BIT Numerical Mathematics*, vol. 64, Article number: 1, 2024.
25. Jiaxi Qian, Dong Shen. A Novel Iterative Learning Control Scheme Based on Broyden-class Optimization Method. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, vol. 34, no. 1, pp. 321-340, 2024.
26. Xingying Zhao, Dong Shen. FedSW: Federated Learning with Adaptive Sample Weights. *Information Sciences*, vol. 654, Article 119873, 2024.

Accepted Papers

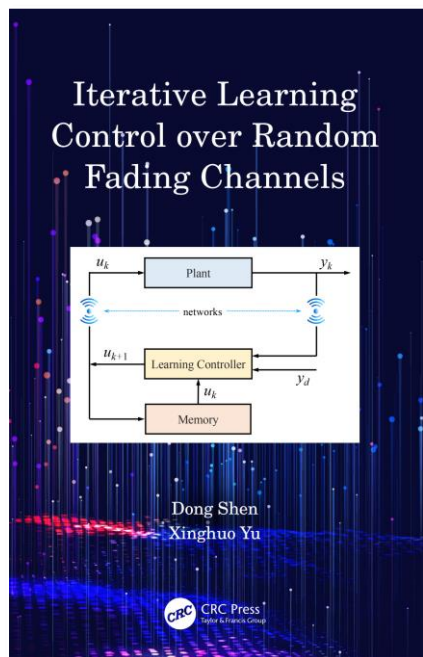
27. Shuai Gao, Qijiang Song, Hao Jiang, Dong Shen. History Makes Future: Iterative Learning Control for High-Speed Trains. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, accepted.
28. Zihan Li, Dong Shen. Filter-Free Parameter Estimation Method for Continuous-Time Systems. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, accepted.
29. Shuai Gao, Qijiang Song, Dong Shen. Distributed Learning Control for High-Speed Trains With Operation Safety Constraints. *IEEE Transactions on Cybernetics*, accepted.
30. Shunhao Huang, Dong Shen, JinRong Wang. Point-to-Point Learning Tracking Control via Fading Communication Using Reference Update Strategy. *IEEE Transactions on Cybernetics*, accepted.
31. Xiang Cheng, Hao Jiang, Dong Shen. A Novel Accelerated Multistage Learning Control Mechanism via Virtual Performance Reduction. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, accepted.
32. Hao Jiang, Dong Shen, Shunhao Huang, Xinghuo Yu. Accelerated Learning Control for Point-to-Point Tracking Systems. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, accepted.
33. Hao Jiang, Jingxin Liu, You Song, Jinzhi Lei. Quantitative Modeling of Stemness in Single-Cell RNA Sequencing Data: A Nonlinear One-Class Support Vector Machine Method. *Journal of Computational Biology*, accepted.
34. Wanzheng Qiu, JinRong Wang, Dong Shen. Quantized Iterative Learning Control for Impulsive Differential Inclusion Systems with Data Dropouts. *ISA Transactions*, accepted.

论文

Conference Papers

35. Zihan Li, Dong Shen. A Practical Excitation Condition of Simultaneous Parameter Estimation and Adaptive Tracking. The 42th Chinese Control Conference, Tianjin, China, 24-26 July, 2023.
36. Kun Zeng, Zeyi Zhang, Dong Shen. Iterative Learning Containment Control under Fading Communication. The 2023 IEEE 12th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS'23), Xiangtan, China, 12-14 May, 2023, pp. 2008-2013.
37. Xun He, Hao Jiang, Dong Shen. Iterative Learning Control for Linear Systems with Random Actuator Faults. The 2023 IEEE 12th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS'23), Xiangtan, China, 12-14 May, 2023, pp. 1556-1561.
38. Jiaxi Qian, Hao Jiang, Dong Shen. Iterative Learning Control Based on First-order Accelerated Gradient Method. The 2023 IEEE 12th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS'23), Xiangtan, China, 12-14 May, 2023, pp. 1544-1549.
39. Taojun Liu, Dong Shen. Dual Quantized Iterative Learning Control Over Random Fading Channel. The 2023 IEEE 12th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS'23), Xiangtan, China, 12-14 May, 2023, pp. 1404-1409.
40. Zeyi Zhang, Hao Jiang, Kun Zeng, Dong Shen. Collaborative Learning Tracking for Networked Systems With Fading Communication. The 2023 IEEE 12th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS'23), Xiangtan, China, 12-14 May, 2023, pp. 728-732





Iterative Learning Control Over Random Fading Channels

By *Dong Shen, Xinghuo Yu*

Edition	1st Edition
First Published	2023
Pub. Location	Boca Raton
Imprint	CRC Press
Pages	356
eBook	ISBN9781032646404
DOI	https://doi.org/10.1201/9781032646404

专著目录

1. Introduction

SECTION I Known Channel Statistics

2. Learning Control Over Random Fading Channel
3. Tracking Performance Enhancement by Input Averaging
4. Averaging Techniques for Balancing Learning and Tracking Abilities

SECTION II Unknown Channel Statistics

5. Gradient Estimation Method for Unknown Fading Channels
6. Iterative Estimation Method for Unknown Fading Channels
7. Learning-Tracking Framework Under Unknown Nonrepetitive Channel Randomness

SECTION III Extensions of Systems and Problems

8. Learning Consensus with Faded Neighborhood Information
9. Point-to-Point Tracking with Fading Communications
10. Point-to-Point Tracking Using Reference Update Strategy
11. Multi-Objective Learning Tracking with Faded Measurements

成果

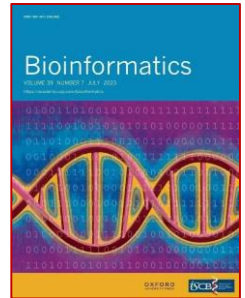


Dong Shen. Practical Learning-Tracking Framework Under Unknown Nonrepetitive Channel Randomness. IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 68, no. 6, pp. 3331-3347, 2023.

该论文首次研究了一般不可靠衰落信道通信条件的迭代学习跟踪问题，其中衰落信道的统计性质不仅未知且沿迭代轴变化。该文引入了一种实用的非渐近估计方法，它不同于目前广泛应用的渐近估计方法，仅基于一个批次内的有限测试信号建立衰落信道随机变量的均值逆的无偏估计。进一步，提出了一种学习跟踪控制框架，严格证明了其所产生的控制信号渐进收敛到最优输入信号，从而展示了所提方案的有效性。

Hao Jiang, Senwen Zhan, Wai-Ki Ching, Luonan Chen. Robust joint clustering of multi-omics single-cell data via multi-modal high-order neighborhood Laplacian Matrix optimization. Bioinformatics. Volume 39, Issue 7, July 2023, btad414

本文提出了一种多模态高阶邻域拉普拉斯矩阵优化框架来整合多组学单细胞数据：scHoML，并用层次聚类方法来分析低维嵌入表示，识别细胞异质性。通过集成高阶、多模态拉普拉斯矩阵的优化框架可同时实现复杂多模态组学数据的低维嵌入和最优拉普拉斯表示，并稳健地揭示复杂的数据结构，辅助更加全面系统分析细胞状态和命运。与传统方法相比，scHoML对复杂多模态数据整合的能力更强，且算法稳定。



Xiuqiong Chen, Yangtiansze Tao and Wenjie Xu, Stephen S.-T. Yau, Recurrent Neural Networks are Universal Approximators with Stochastic Inputs, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 34, no. 10(2023), 7992-8006

滤波算法的目标是从被噪声污染的观测数据中得到对状态的最优估计，而循环神经网络（RNN）是一类用于处理序列数据的有效工具。在这篇论文中，我们首次建立起了循环神经网络与有限维滤波器（包括卡尔曼滤波器）之间的联系，论文框架如下图所示。我们首先构造了一类循环神经网络，证明其可以很好地近似带有无界随机输入的动态系统；然后借助充分统计量这一概念，将有限维滤波器建模为一类动态系统，并证明循环神经网络可以很好地近似该动态系统；从而可以构造相应的基于循环神经网络的滤波算法，并且严格证明了其渐进估计误差可以任意小。

Xiang Cheng, Hao Jiang, Dong Shen, Xinghuo Yu. A Novel Adaptive Gain Strategy for Stochastic Learning Control. IEEE Transactions on Cybernetics, vol. 53, no. 8, pp. 5264-5275, 2023.

本文首次提出了一种基于噪声数据与系统估计误差的多阶段增益自调节机制，进而基于这一机制设计了新型的自适应增益并应用于学习控制算法，从而实现了兼顾跟踪性能和收敛速度的两方面需求。本文通过将学习过程的关键性能指标（输入误差估计）拆分为两部分，一部分称为压缩初始输入误差项，另一部分称为噪声累积项。根据这两项的比例情况来调节算法的学习增益大小，从而有效平衡跟踪性能与收敛速度两方面的实际需求。本文还引入纵向拉伸参数和横向拉伸参数，提出了一种改进版的高性能学习控制算法。



Zihan Li, Dong Shen, Xinghuo Yu. Enhancing Iterative Learning Control with Fractional Power Update Law. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, vol. 10, no. 5, pp. 1137-1149, 2023.

从上世纪80年代迭代学习控制被提出至今，大多数的迭代学习控制算法都是基于P型更新律来设计的。由于P型更新律的线性结构，限制了其收敛速度在误差较小时的进一步提升。我们提出了一种分数阶学习更新律，其本质上是一种非线性更新结构。用跟踪误差的分数次幂代替了原来的线性项，从而使得在跟踪误差较小时，算法也能具有较强的更新强度，进而实现了收敛速度的有效提升。我们提出了一套新的基于非线性映射的收敛性分析框架，严格地分析了分数阶更新律的收敛性，证明了跟踪误差最终将收敛到一个极限环。同时，给出了极限环的计算方法。

Xingying Zhao, Dong Shen. FedSW: Federated Learning with Adaptive Sample Weights. Information Sciences, vol. 654, Article 119873, 2024.

高泛化性能的机器学习依赖于大规模数据和模型，但出于隐私考虑，数据拥有方通常不愿意共享，可以通过联邦学习来实现多方的合作训练。我们提出了一种基于Self-paced learning的自适应样本加权算法。该算法将客户端优化目标定义为加权经验损失和关于每个样本的权重的正则化项之和，实现根据每个样本在全局模型上输出的损失自适应调整每个样本的权重。这种方法更有效地实现在异质性数据分布和噪声数据下的训练。





Zeyi Zhang, Hao Jiang, Dong Shen, Samer S. Saab. Data-driven Learning Control Algorithms Meeting Unachievable Tracking Problems. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, vol. 11, no. 1, pp. 205-218, 2024.

为了分析学习算法的收敛性，几乎所有研究都假设或默认跟踪问题是可被完美实现的，即存在某一输入使跟踪误差为零。本文系统研究了学习系统的不可实现跟踪问题，以2范数意义下实现输出对参考轨迹的最佳逼近为控制目标，研究了P型学习控制算法收敛到最佳逼近所需的信息和条件；设计了新的算法以放松这些条件，拓宽了P型学习控制算法的应用范围。

Shuai Gao, Qijiang Song, Dong Shen. Distributed Learning Control for High-Speed Trains With Operation Safety Constraints. IEEE Transactions on Cybernetics, DOI: 10.1109/TCYB.2023.3257876.

基于列车的多质点模型，将列车系统合理地描述为一个具有两种连接方式的多智能体系统，软连接用以刻画车厢间的信息交换(主要是车厢传感器所获取的速度信息和位移信息)，硬连接用以刻画车厢之间的车钩连接。软连接建立在拓扑图上，而硬连接则耦合在系统动力学方程内。设计了一种分布式迭代学习控制算法，可实现高速列车系统的各个车厢对期望轨迹在一定数学意义下实现精确跟踪，且同时满足速度上界限制和相对位移限制，也即列车的各个车厢可以在“安全地”实现对期望轨迹的“零误差”跟踪。



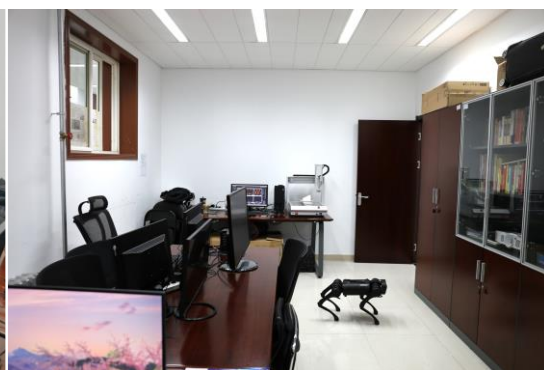
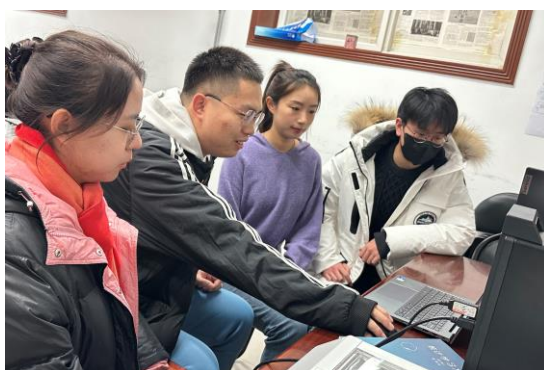
Zihan Li, Dong Shen. Filter-Free Parameter Estimation Method for Continuous-Time Systems. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, DOI: 10.1109/TASE.2023.3307758

参数估计一直以来都是控制领域最重要的研究问题之一。对于连续时间系统，目前主流方法都需要对原系统进行滤波，将原连续时间系统转换为线性回归方程，进而应用以上方法进行未知参数估计。我们首次提出了一种基于吸引子的参数估计方法：Attraction Estimation Method (AEM)。该方法利用了微分方程中的吸引子原理实现了对于未知参数的快速估计。针对定常未知参数，详细地分析了算法的收敛性，通过与现有的常用参数估计方法比较，说明了AEM在收敛速度上的优势。针对时变未知参数估计，首次提出了可达性以及有效估计等一系列概念，并针对AEM给出了一套完整的时变未知参数估计收敛性分析框架。

季度报告



日常





笔记



中国人民大学分布式人工智能实验室
北京市海淀区中关村大街59号, 100872