

德国埃尔朗根-纽伦堡大学

控制论，机器学习，及其数值算法

短期课程项目

Control, Machine Learning, and Numerics

★★★★★ 欧洲科学院院士主讲项目

学 校 简 介

埃尔朗根-纽伦堡大学（全名弗里德里希-亚历山大 埃尔朗根-纽伦堡大学，德文：Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg，缩写：FAU）成立于 1743 年，是德国最大的大学之一，专注于研究和国际化。FAU 是 TIMES 欧洲顶尖工业管理大学联盟成员、欧洲工程教育联盟（SEFI）综合研究型大学，物理学家欧姆定律的发现人欧姆以及有机化学之父李比希等都曾于该校就读。学校建校以来产生过 4 位诺贝尔奖得主，并且培养了众多优秀的科学家，工程师，哲学家和医学家等。如今，约有 38,300 名学生和 4,000 名学术人员在 FAU 学习和工作，拥有超过 260 个学位课程。2023 泰晤士高等教育世界大学排名第 196 位，2022 U.S. News 世界大学排名第 237 位。



项目介绍

课程时间：2023 年 1 月 9 日—1 月 20 日（2 周课程，可能根据报名人数与实际情况调整课程时间）

授课方式：直播，Microsoft teams 或 Zoom 平台（待定）

课程内容：控制论，机器学习，及其数值算法（Control, Machine Learning, and Numerics）

机器学习作为实现人工智能的一个途径，在近 30 多年已发展为一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、计算复杂性理论等多门学科。机器学习已广泛应用于数据挖掘、计算机视觉、自然语言处理、生物特征识别、搜索引擎、医学诊断、检测信用卡欺诈、证券市场分析、DNA 序列测序、语音和手写识别、战略游戏和机器人等领域。

控制论涉及工程过程和机器中动态系统的控制。目标是开发一种模型或算法来管理系统输入的应用，以将系统驱动到所需状态，同时最大限度地减少任何延迟、超调或稳态误差，并确保一定程度的控制稳定性；通常是为了达到一定程度的最优性。控制论离不开数据科学，因为它依赖于从系统获得的传感器测量（数据）来实现给定的目标。控制论塑造了现代技术和工业格局，例如汽车中的巡航控制、建筑设备中的位置控制、飞机中的电传自动驾驶仪、工业自动化、商业供暖通风和冷却系统的设计等。

如今，机器学习与控制理论之间的融合及其相关研究正在以迅猛的势头发展。本课程将从以下几个方面介绍**控制论、机器学习及其数值实现**的经典成果与最新进展。

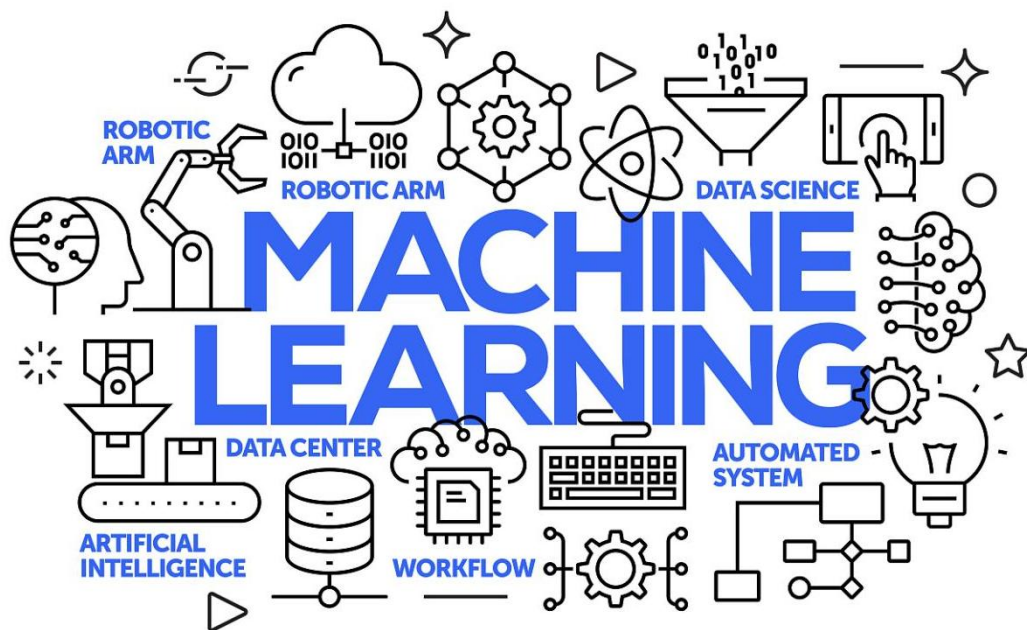
1) 模型与数据驱动的控制与设计(Control and Design: Model and Data-driven)。

了解控制与设计领域中的重要数学思想以及在众多工业领域的重要应用。

2) 控制论的一般性介绍 (Finite-dimensional Control)。重点是可控性与可观测性的讨论，这不仅具有重要的理论意义，对于优化控制的有效数值计算也至关重要。

3) 控制论与机器学习(Control and Machine Learning)。从动态系统控制的角度研究监督学习。深度残差神经网络 (ResNets) 及其连续时间对应物 (Neural ODE) 的训练与经典 (最优) 控制理论有着密切的联系，并且这些相似性在数值计算中也很明显。重点针对分类问题展示如何设计具有深度 ResNets 的监督学习的有效数值算法。

4) 神经网络的一般性介绍以及训练神经网络的有效算法(Introduction to Neural Networks)。重点是随机梯度下降和回溯算法及其数值实现。



授课讲师介绍:

Prof. Enrique Zuazua



欧洲科学院院士，埃尔朗根-纽伦堡大学 (FAU) 动力学、控制和数值研究所主席，亚历山大·冯·洪堡教授。西班牙巴斯克地区毕尔巴鄂德乌斯托大学 DeustoTech 研究中心的杰出研究教授和计算数学主任，以及马德里自治大学 (UAM) 应用数学教授。研究领域包括偏微分方程、控制理论、数值分析和机器学习。2004 年，被 ISI 研究所 (Thompson) 评为“高被引研究员”。2006 年获得 Euskadi 科学技术奖，并被提名为巴斯克科学院、艺术学院的“Jakiunde”成员。2007 年，因“数学、信息和通信技术”方面的突出贡献获得胡里奥·雷伊牧师国家奖，这是这些学科的最高国家奖。2013 年，获得巴黎市政厅的“巴黎研究”奖、CIMI - 图卢兹国际数学与信息中心的杰出主席以及在埃尔朗根-纽伦堡弗里德里希亚历山大大学开展研究活动的洪堡研究奖。2022 年，因对具有影响力的科学和工业应用的非线性偏微分方程和多物理系统的控制、数值和分析的基础理论和计算贡献而获得 SIAM W.T. 和 Idalia Reid 奖。

Dr. Yongcun Song



德国埃尔朗根-纽伦堡大学博士后，2021 年毕业于香港大学数学系并获得博士学位，研究方向为数值优化，算子分裂算法，最优控制以及机器学习。围绕最优控制问题的理论与算法设计，与国内外学者合作取得了一些列创新研究成果。在包括 SIAM Review, SIAM Journal on Numerical Analysis, Numerische Mathematik 等计算数学权威期刊上发表多篇学术论文。曾获得第五届中国运筹学会数学规划分会研究生论坛优秀成果奖，东亚工业与应用数学学会优秀学生论文奖。2022 年获得德国洪堡学者基金。

申请条件

1. 全日制本科生、研究生，工科，数学等专业背景优先；
2. 英语要求：CET4-450 分及以上/CET6-425 分及以上/通过项目部口语测试；
3. 遵纪守法，自觉维护国家形象和学校名誉。

