

世界顶级名校“Learning X”2024 年寒假线上科研项目介绍

一、《剑桥大学“人工智能与机器人”》

1. 项目背景

项目将在剑桥大学计算机科学与技术系终身教授和麻省理工学院博士生的指导下进行。项目主要包含“机器人基本理论”、“人工智能算法”、“前沿综述”三个部分，第一部分主要介绍机器人领域的基本理论，包含机器人的基本设计理论和控制算法。第二部分强调“人工智能算法”在机器人控制领域的应用，包括强化学习、计算机视觉等。第三部分将介绍目前前沿的机器控制理论和人工智能算法的科研与应用，包括无人驾驶汽车、智慧城市、人工智能与智慧医疗等。

2. 项目介绍

学生将在项目中学习机器人基本理论、在机器人领域常用的人工智能算法、前沿的机器控制理论和人工智能算法的科研与应用。同时，学生将在导师的指导下学习 Python 语言和人工智能算法的应用。在项目开始时，学生需组成小组，自选课题，完成一项基于人工智能或机器人理论的课程项目，课程项目可以选择“综述类”和“应用类”两个方向。学生将在课程结束时进行项目的全英文展示。

项目内容涉及机器人和人工智能交叉学科的多种知识体系。学生将首先学习机器人的基础理论，具体包括机器人的进化历史，现代机器人的硬件组成，自动化、遥控式、混合式机器人的特点、机器人在现代工业中的应用、机器人的控制算法设计等。在第二部分，学生将学习在机器人控制领域常用的人工智能算法，主要包括计算机视觉模型（如卷积神经网络 CNN），强化学习模型（如，Markov decision process, Q-learning）。在第三部分，学生将学习两个当前最火热的机器人与人工智能科研与应用：无人驾驶汽车与智慧城市、人工智能与智慧医疗。

3. 授课教师

Pietro Lio 剑桥大学计算机科学与技术系终身教授

导师目前为欧洲学习和智能系统实验室主任（Ellis；欧洲大型跨国人工智能研究所，目前拥有千位全球顶尖计算机工程师、数学家和其他领域科学家，旨在重构欧洲人工智能前沿研究）、剑桥大学大数据研究指导委员会委员。导师的研究兴趣为人工智能图神经网络建模，在国际知名学术期刊发表论文多篇，曾荣获欧盟委员会未来与新兴技术（FET；迄今欧盟规模最大、资助力度最强的科研资助项目之一）会展三等奖。

二、《哈佛大学“领导力的培养与创新创业”》

1. 项目背景

创新，全球化和数字化正在改变每个行业。整个行业都受到类似 Uber 的中断的威胁，外部人员可以根据客户需求提供价格更低廉的新解决方案。苹果，亚马逊，Skype，优步和其他公司已经建立了无可争议的市场，交付了更高的价值，重新定义了渠道并获得了竞争优势。企业家和现有公司被迫创造创新的环境，产品，流程，服务，甚至新的商业模式。递增的改进是远远不够的。区块链几乎能够改变每个行业。企业家和现有公司必须创建创新的环境，产品，流程，服务和新的业务模型。

2. 项目介绍

本课程的重点是通过创新，企业家精神和组织变革来创建新业务，占领新市场并提高效率。我们将研究成功的战略，业务模型，框架，资金选择，引入突破性产品和服务的障碍和风险。主题将包括企业家精神，业务模型，产品，流程和服务的创新，区块链技术，精益和设计思维，组织学习，敏捷性，启动资金和清算。成功完成本课程后，学生将能够：

找出有关创新，数字化和业务转型的神话；

了解如何培育和产生可付诸实践的构想，以及阻碍构想产生的原因；

理解提出正确问题以创造适销对路的想法的价值；

抓住团队的集体智慧并促进协作；

将精益启动原则应用于任何组织；

为新的业务计划制定和提出建议。

在项目开始时，学生需组成小组，自选课题，完成一项基于领导力或创新创业为主题课程项目，课程项目可以选择“综述类”和“分析类”两个方向。学生将在课程结束时进行项目的全英文展示。

3. 授课教师

James Fitchett 哈佛大学教授

导师在哈佛大学教授的创新和企业家精神课程被评为管理计划的前十名。他还教授业务转型，战略，国际业务谈判和商业道德。他曾在哈佛大学以及美国 and 国外的商学院和大学校园领导过高管教育计划。这些计划包括创新，企业家精神，战略管理。

导师曾担任哈佛医学院的第一任首席信息官，并且是安永会计师事务所的管理咨询合作伙伴，他领导了医疗保健行业的全球知识管理服务。

三、《麻省理工学院“机械工程及其自动化科学的基本原理及前沿应用”》

1. 项目背景

近几年在先进科学技术以及信息技术的支持下，机械工程及其自动化生产也得到了很大的进步，并且在各行业领域中都得到了普遍的应用。目前，各种新兴技术

的发展也给机械工程及其自动化的发展提供了新的方向，如何加强其创新效果？本项目就机械工程及其自动化的创新效果进行了分析以及对前沿的探索。

2. 项目介绍

“Learning X” 机械工程线上科研项目内容主要是目前机械工程及其自动化科学的基本原理及前沿应用。专业课主题包括高档数控机床，智能制造产线案例，精密检测的应用案例，医疗器械系统设计与控制前沿，微流控芯片、柔性机器人与智能可穿戴设备，工业智能机器人设计与控制，MIT 机械工程的科研前沿等。

辅导课主要包括：科研方法：机械工程及其自动化领域的学术期刊简介、文献搜索方法、阅读文献方法、学术论文撰写方法、学术论文图片绘制基本方法。

3. 授课教师

Tonio Buonassisi 麻省理工学院教授

导师率先应用人工智能来开发有益于社会的应用新材料。他在太阳能光伏发电和技术经济分析方面的研究协助了数十个国家的技术发展公司，为他赢得了美国总统科学家和工程师早期职业奖 (PECASE)、美国国家科学基金会职业奖和谷歌教师奖。他创立了麻省理工学院 PVLab，并在美国波士顿共同创立了弗劳恩霍夫可持续能源系统中心。作为享有盛誉的 MIT Everett Moore Baker 本科教学卓越纪念奖的获得者，他对教育的热情体现在他的 OpenCourseware/YouTube PV 讲座系列的浏览量超过 73k 次，以及最近专注于 AI 应用的 YouTube 视频系列材料研究，题为“加速制造材料开发”。

四、《剑桥大学“机器学习：从基础到提高”》

1. 项目背景

项目将介绍基本机器学习理论和前沿的机器学习研究。课程内容除了理论学习外，还提供以 project-based learning 为形式的项目设计和论文写作指导。学生的项目将由导师亲自指导，过程中学生将学习编程语言（如：Python），数据处理，机器学习模型（如 CNN，LSTM）实现，从而完成从理论到实践的完整学习过程。

学生将在项目中学习机器学习的理论和方法，了解并且掌握 Python 在机器学习中的应用。学生将在项目结束时，自选框架和问题，使用 Python 完成机器学习相关的课程项目，提交项目论文，进行成果展示。优秀的项目论文将在导师的指导下进行论文发表。

2. 项目介绍

学生将在项目中学习机器学习的理论和方法，了解并且掌握 Python 在机器学习中的应用。学生将在项目结束时，自选框架和问题，使用 Python 完成机器学习相关的课程项目，提交项目论文，进行成果展示。优秀的项目论文将在导师的指导下进行论文发表。

项目内容涉及机器学习核心理论和技能，学生将首先学习机器学习的基础理论：具体包括线性分类器的原理，数据的特征表示，逻辑回归（logistic regression）的原理，线性回归的原理和解释性，梯度下降和随机梯度下降算法，神经网络（neural network），卷积神经网络（convolutional neural network），循环神经网络（recurrent neural network），马尔可夫决策过程（Markov decision process）和强化学习（reinforcement learning）。在了解基础理论后，学生将学习前沿的机器学习模型，包括注意力模型（Transformers），图神经网络（graph neural networks），生成对抗网络（generative adversarial networks），深度强化学习（deep reinforcement learning），可解释机器学习（explainable machine learning），以及最新的来自计算机领域顶级会议的论文（如：NeurIPS, ICML, AAI）。

3. 授课教师

Pietro Lio 剑桥大学计算机科学与技术系终身教授

导师目前为欧洲学习和智能系统实验室主任（Ellis；欧洲大型跨国人工智能研究所，目前拥有千位全球顶尖计算机工程师、数学家和其他领域科学家，旨在重构欧洲人工智能前沿研究）、剑桥大学大数据研究指导委员会委员。导师的研究兴趣为人工智能图神经网络建模，在国际知名学术期刊发表论文多篇，曾荣获欧盟委员会未来与新兴技术（FET；迄今欧盟规模最大、资助力度最强的科研资助项目之一）会展三等奖。

五、《麻省理工学院“纳米科学的原理与应用”》

1. 项目背景

能源是推动科学技术进步和人类社会发展的主要驱动力之一。二十一世纪纳米科学的兴起为解决能源危机，开发新型能源，以及提升能源传输与转化效率提供了新的可能性。伴随着近二十年的蓬勃发展，纳米技术已经广泛的应用于高性能电子器件，人工智能，先进光学超材料，光电、光热、热电能量转换与输运，水资源循环，可持续清洁能源等最为前沿的重要科学技术领域。

与此同时，一系列前所未有的深刻科学现象正在随着纳米技术发展被逐步发现。传统意义上的物理规律在纳米尺度被逐个打破，新的物理规律应运而生。作为物理，化学，材料，电子，工程，以及生命科学的交叉点，纳米科学的发展极大的促进着多学科的技术融合和理论发展，为新一次的技术革命的开始奠定基础。

因此，纳米科学为新一代科研工作者解决人类赖以生存的能源问题带来了机遇与挑战。这意味着纳米科学本身的交叉性与复杂性既开辟了大量科学研究的新领域，又要求新一代科研工作者具备全新的知识体系和科学研究观念。本项目旨在介绍纳米科学领域的基本思维方式和最新科学进展，为新一代的青年学生和科研工作者拓宽科学视野，打好研究基础。

2. 项目介绍

项目将在导师的指导下进行。学生将会系统的学习纳米科学的理论体系，梳理纳米科学的思考方法。学生将会了解到一系列神奇的纳米科学现象和它们在能源领域的深刻应用。通过系统的学习，学生将对当前纳米科学的发展有一个较为全面的认识，同时具备一定的独立理解纳米科学领域最前沿的研究成果以及解决具体科学问题的能力。

3. 授课教师

David Fairen-Jimenez 剑桥大学终身教授

导师现任英国皇家学会分子工程会士、剑桥大学化学工程与生物技术终身教授、剑桥大学吸附与高级材料实验室负责人，荣获英国皇家化学学会 Barrer Award、欧洲研究委员会巩固基金。导师的研究聚焦纳米多孔材料的分子识别和吸附过程，以及在此基础上的金属有机框架能源和纳米级药物输送应用，特别关注新型纳米材料合成与工程、分子建模、癌症治疗药物输送过程、可持续工业应用等综合性研究。

Oren Scherman

导师现任剑桥大学超分子与高分子化学终身教授、梅尔维尔高分子合成实验室（the Melville Laboratory for Polymer Synthesis; 学界公认一流高分子研究组）主任，拥有超分子聚合物研究方向博士后学位。导师的研究聚焦功能纳米结构合成、高分子结构、动态超分子组装等，在国际学术期刊发表论文百余篇，学术引用量高达 14591, h-index61, i10-index172。

六、《哈佛大学“创新药物研发的现状和发展”》

1. 项目背景

现代文明社会的一个主要特征是，研究者有能力不断发展出新的治疗方法来抗击各种危害人类健康的疾病。然而，随着肿瘤、糖尿病和神经退行性疾病等复杂性疾病的流行，针对这些疾病的新药研发的难度也在明显增大，主要表现为研发周期越来越长，研发费用也越来越高。有分析指出，从 1950 年代起，美国的新药研发效率呈下降趋势，每 10 亿美金用于药物研发而获批的新药数量大约每 9 年减少一半[1]。根据“欧洲制药工业协会联盟”2014 年的统计，一个创新药物的研发周期大约是 10 到 15 年，其研发费用大约为 12 亿美金。这个情况还在恶化；德勤会计师事务所（Deloitte & Touche）在 2017 年发布的一份研究报告指出，目前研发出

一个新药的平均成本已经增长至 15.4 亿美元。正如美国食品药品监督管理局（Food and Drug Administration, FDA）新任局长戈特利布（S. Gottlieb）博士 2017 年 9 月在美国食品药品监管法规学会年会的报告中所说：“当前药物研发费用大幅增加，我们正处在不可持续的道路。”。

2. 项目介绍

如何提高药物研发的效率和降低研发成本已经成为创新药物研发领域的主要挑战。虽然创新药物研发涉及到基础研究、应用研究、临床研究、以及研发模式和管理流程等诸多方面，但是也可以把这个非常复杂的研究活动概括为三个要素：试验药物，受试者，以及试验设计与流程。前两个要素属于药物研发的“硬件”，后一个要素则是药物研发的“软件”。本项目将围绕着这三个要素来分析创新药物研发的现状和发展。

3. 授课教师

Sophia Koutsogiannaki 哈佛大学医学院教授

同时在波士顿儿童医院心脏麻醉科研究副主任。在先天免疫、炎症、免疫工程和转化研究方面拥有丰富的研究经验。导师在免疫调节治疗药物的发现和开发、转录组和蛋白质组分析、不同疾病和动物模型中候选药物的药代动力学和代谢有着丰富的研究经验

七、《剑桥大学“新型多孔纳米材料的设计合成及其在多相催化、吸附分离和能源储存领域的应用”》

1. 项目背景

多孔材料在人们日常生活中很常见，比如珊瑚、海绵、蜂窝等。多孔材料可以在吸附、催化和药物装载上发挥作用，一直是科学界研究的热点领域，特别是金属有机骨架（MOFs）多孔材料。在石油化工、生物医药、净化除污等方面具有广阔的应用前景。多孔材料不仅在吸附和催化方面前景广阔，在电子材料、光收集和能量传递中作为质子导体以及在诸如分子传感等应用中颇具潜力。未来一段时间，多孔纳米材料的应用范围有望在未来有大的突破。

新型多孔材料将有可能在涉及大尺寸化合物的许多领域，如大分子化学物质的吸附 / 分离和催化转化，例如石油化工、生物炼制、空气和水体净化等，以及生物大分子，例如大分子药物、活性蛋白、疫苗、基因等的装载与控释递送等方面获得广泛应用。

2. 项目介绍

项目内容包括 21 世纪的纳米多孔材料，纳米材料的吸附性能，高压气体吸附，分子模拟与数据可视化，金属有机框架（MOFs）的工业应用：气体储存、分离与药物输送等。

3. 授课教师

David Fairen-Jimenez 剑桥大学终身教授

导师现任英国皇家学会分子工程会士、剑桥大学化学工程与生物技术终身教授、剑桥大学吸附与高级材料实验室负责人，荣获英国皇家化学学会 Barrer Award、欧洲研究委员会巩固基金。导师的研究聚焦纳米多孔材料的分子识别和吸附过程，以及在此基础上的金属有机框架能源和纳米级药物输送应用，特别关注新型纳米材料合成与工程、分子建模、癌症治疗药物输送过程、可持续工业应用等综合性研究。

Oren Scherman

导师现任剑桥大学超分子与高分子化学终身教授、梅尔维尔高分子合成实验室（the Melville Laboratory for Polymer Synthesis；学界公认一流高分子研究组）主任，拥有超分子聚合物研究方向博士后学位。导师的研究聚焦功能纳米结构合成、高分子结构、动态超分子组装等，在国际学术期刊发表论文百余篇，学术引用量高达 14591，h-index61，i10-index172。

八、《加州大学伯克利分校“全球能源转型：伦理、物理和技术”》

1. 项目背景

能源，人类发展的重要命脉。它往往既是纷争的缘起，也是合作的契机。虽然当下全球化程度不断加深，但各经济体特点鲜明，使得能源系统“牵一发而动全身”，且“全身各不同”。加快能源系统退煤脱碳、向绿色可再生能源转型已渐成共识。然而，如此大规模、高速率的经济以及能源转型在人类历史上也属首次，所有人都在摸索，坎坷难免。2021 年的全球能源危机波及范围甚广，给全球应对疫情、复苏经济带来了阻力。

在不断加剧的气候危机之下，能源转型必须加速。本项目将由面到点、从宏观到微观，带你走近“全球能源转型：伦理、物理和技术”

2. 项目介绍

利用热力学揭示的熵运动规律定义“可持续发展”，在此基础上建立它的评价指标体系。项目主要介绍可持续发展的定义及其评价指标体系，地球作为一个封闭系统：碳循环和气候变化，全球和当地观点：能源来源、优质能源、能量平衡，水与能源-相互制约的两大可持续发展挑战，能源向可持续发展转型的挑战，建筑环境中的能源系统，建筑环境中的水和废物。

学生将通过项目深入了解全球能源转型：伦理、物理和技术”，实现将同时推动经济增长并保护环境。在项目开始时，学生需组成小组，自选课题，完成一项基于全球能源转型：伦理、物理和技术为主题课程项目，课程项目可以选择“综述类”和“分析类”两个方向。学生将在课程结束时进行项目的全英文展示。

3. 授课教师

Slav Hermanowicz 加州大学伯克利分校终身正教授

导师现任加州大学伯克利分校终身正教授，在加州大学伯克利分校从事物理可持续性、环境统计分析方向的授课和研究工作，曾任欧洲科学与艺术学院 (European Academy of Sciences and Arts) 地球系统保护研究所研究员，荣获旧金山湾区加州水环境协会研究成果奖 (Research Achievements Award)，获评中国“千人计划”国家高端外国专家、清华-伯克利深圳学院 (TBSI) 共同副院长和创始首席核心科学家，应邀至慕尼黑工业大学、奥地利维也纳自然资源与生命科学大学等世界知名学府担任客座教授。

九、《罗德岛设计学院“交互设计 | 设计思维工作坊”》

1. 项目背景

交互设计 (Interaction Design)，是定义、设计人造系统的行为的设计领域，侧重在互动模式的设计。随着当下产品和用户体验的日益增多，新产品带来的使用认知摩擦日益增大，人们对于“如何和产品互动”这类需求的呼声越来越大。在保证产品可用性的条件之下，增大产品的易用性和吸引力，成了现今设计师需要开始关注的议题。

设计思维 (Design Thinking) 是一种以人为本的解决复杂问题的创新方法，通过利用设计者的理解和方法，将技术的可行性，商业策略和用户的需求相匹配，从而转化为市场机会。通过五大步骤“同理心 (Empathy)”，“需求定义 (Define)”，“构思创意 (Ideate)”，“原型设计 (Prototype)”，和“测试功能 (Test)”。

本次工作坊通过学习交互设计和设计思维在产品的设计过程中实践运用，带领学员们初步探索交互设计中设计思维的运用，课程内容涉及基础人因设计交互，设计思维创新策略以及基础的原型构建方式 (包括 App，物理模型等)，通过理论介绍、模块实践和小组项目的方式，带领成员深入浅出的理解基础的交互设计和设计思维，为未来的求学和工作提供基础。

2. 项目介绍

本次课程是交互设计和设计思维的基础课程，包括理论和实践两个部分。本次课程一共在 3 周内完成。其中 50% 的课程由 6 节基础理论课和 2 次嘉宾演讲组成，穿插其中的是 2 次基础设计挑战 (Design Challenge)，占课程的 20%。最终的小组项目由 2 次小组 1 对 1 辅导、1 次中期互评和 1 次终期评图组成。学员将有机会受到来自学术界和业界的知名设计院校和公司的设计师的指导和评价。

基础理论 Basic Theory

1 交互设计人因理论基础 Interaction Design + Human Factor

2 设计思维和创新战略 Design Thinking + Innovation Strategy

3 设计原型和设计思维的未来 Prototyping + The Future of Design

嘉宾演讲 Guest Lecture

1 跨学科交互设计 (MIT, 互动科技交互设计师)

2 交互人因研究 Design Research / Human-centric Design (MIT&UIUC Human Factor 博士)

设计挑战 Design Challenge

1 头脑风暴 Brain Storming

2 理解用户 Understand Users

3. 授课教师

- Catherine Andreozzi 罗德岛设计学院教授&艺术家

现就职于罗德岛设计学院(RISD), 担任教授职位。她是一名设计师和教育家, 常年在 Providence, Rhode Island 生活和工作。导师在罗德岛设计学院(RISD)完成珠宝与金属锻造专业硕士学位后, 她筹办了自己的工作室进行设计实践。她先前还在塔夫茨大学 (Tufts University) 艺术博物馆学院和马萨诸塞艺术与科学学院

(Massachusetts College of Art and Design) 任教。2017 年, 导师获得了塔夫茨创新基金 (Tufts Innovates Grant), 联合创建了塔夫茨大学下属设计、工程、艺术和科学相关的新的跨学科课程。她的作品曾在许多国际展览上展出, 如荷兰阿姆斯特丹的 Sieraad 国际珠宝展和德国慕尼黑的 Talente 珠宝展。她从伦斯勒理工学院(Rensselaer Polytechnic Institute)获得了 BARC, 并兼职参与实践建筑设计工作。

- Zoey Zhu MIT 交互设计师

创意编程和艺术创作者, 毕业于 MIT 建筑系和计算机系双学位, 曾就职于 MIT 城市可感知实验室 (Senseable City Lab), 可持续发展工作室 (Office of Sustainability), 和城市风险实验室 (Urban Risk Lab), 她同时也是 MIT 气候机器项目和 AnjunaBeats 合作项目的驻地艺术家, 致力于通过结合 AR 和数据可视化创造音乐节交互体验。她的研究方向包括通过技术原型实现交互设计, 气候变化和循环经济相关的研究和设计, 参与式体验设计。她曾被邀请万隆设计双年展、深圳“加塑”空体设计展、IDC 国际设计会议演讲等多个国内外展览及会议, 她也是 IDA, Spark 等多个产品设计奖的获得者。曾经作为驻地研究学者和艺术家在林茨电子艺术节, 以色列理工和日本横滨国立大学交流。

十、《剑桥大学“机器学习中的数学原理”》

1. 项目背景

机器学习已经在许多学科(如物理、化学、生物、工程、经济等)中取得了巨大的成功, 在许多传统方法无法解决的应用问题上, 机器学习提供了一系列新的方法与思路。然而, 机器学习的许多底层数学原理尚未被研究透彻, 这正是当前应

用数学领域一个蓬勃发展的研究方向。本课程旨在从数学的视角剖析机器学习，介绍相关模型、算法与理论。

2. 项目介绍

与传统机器学习课程不同，本课程是侧重点是机器学习与数学、应用数学、计算数学的交叉。课程内容将大致分为三个模块：机器学习中的常见问题与模型，机器学习相关的数值算法，机器学习理论研究前沿。其中前两个模块涉及机器学习与计算数学中一些基础内容，而第三个模块是一些当前非常活跃的科研专题选讲，希望学生可以通过学习，对机器学习拥有从基础到前沿、从模型到算法再到理论的全方位理解。

在项目开始时，学生需组成小组，自选课题，完成一项基于运动科学与康复治疗的特点和发展趋势为主题课程项目，课程项目可以选择“综述类”和“分析类”两个方向。学生将在课程结束时进行项目的全英文展示。

3. 导师介绍

Pietro Lio 剑桥大学计算机科学与技术系终身教授

导师目前为欧洲学习和智能系统实验室主任（Ellis；欧洲大型跨国人工智能研究所，目前拥有千位全球顶尖计算机工程师、数学家和其他领域科学家，旨在重构欧洲人工智能前沿研究）、剑桥大学大数据研究指导委员会委员。导师的研究兴趣为人工智能图神经网络建模，在国际知名学术期刊发表论文多篇，曾荣获欧盟委员会未来与新兴技术（FET；迄今欧盟规模最大、资助力度最强的科研资助项目之一）会展三等奖。