

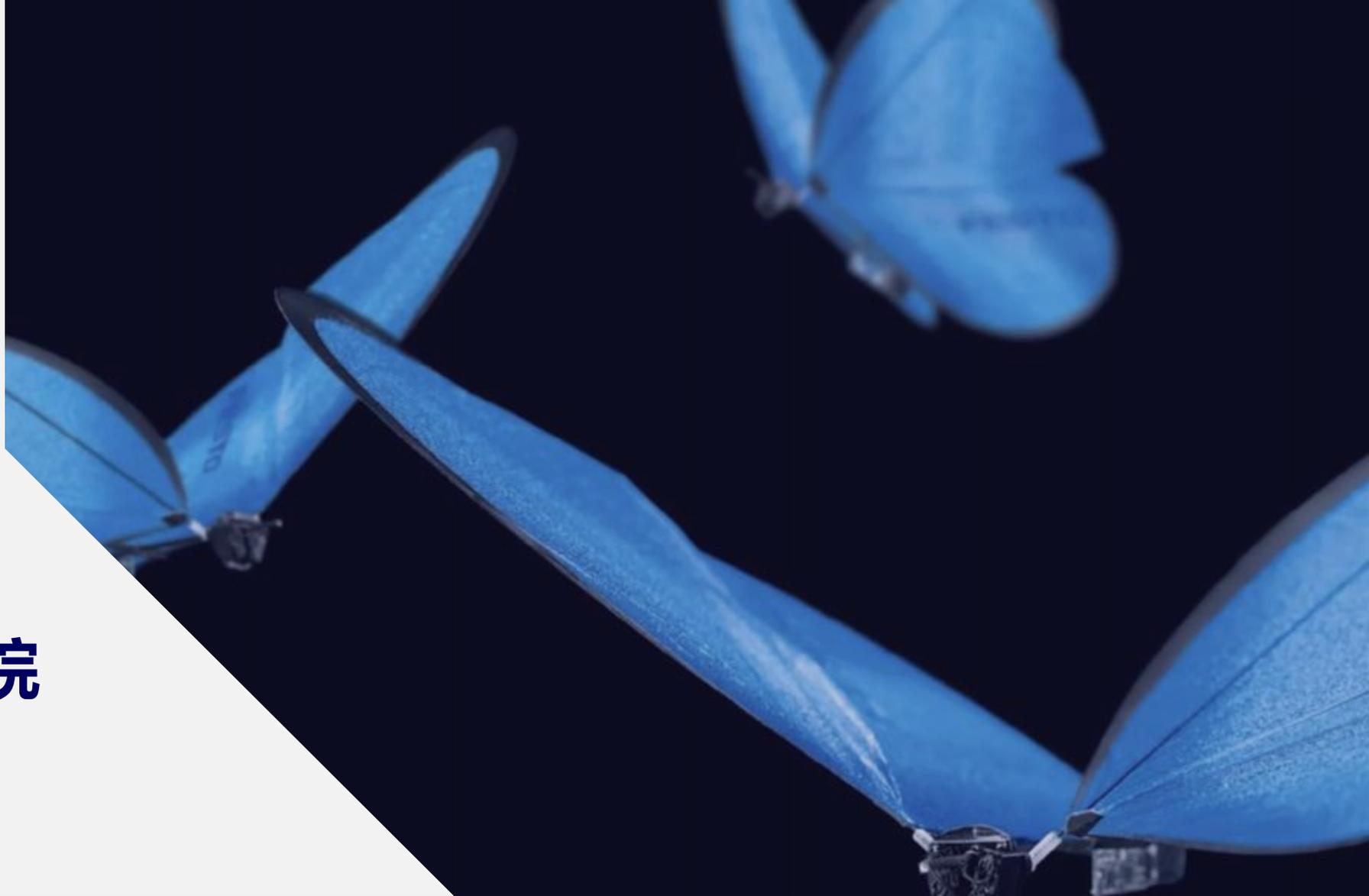


瑞典皇家理工学院 仿生机器人

KTH Biomimetic Robot

2026

寒假前沿学科科研实践项目





重塑机器人技术的未来方向

随着机器人应用场景从结构化工业环境扩展到医疗康复、家庭服务、野外勘探等动态复杂、不可预测的人类生活和自然环境，传统刚性机器人在安全性、环境适应性和人机交互等方面的局限性日益显现。相比之下，柔性机器人凭借独特的材料与结构特性，展现出显著优势，成为机器人技术发展重要方向。

- **柔顺性与安全性：**柔性机器人采用软体材料和可变形结构，具备出色的柔顺性和对外力的快速响应能力，能在与人体或障碍物发生接触时通过自身形变有效吸收冲击，降低对人体伤害风险。这种特性使其在医疗康复、辅助护理等高频近距离人机协作场景中更具安全性与可用性。
- **环境适应性强：**柔性机器人借鉴软体动物仿生原理，结合蠕动、卷曲、波动等连续形变的运动方式，能够灵活穿越狭窄、不规则或动态变化的环境。即便缺乏复杂的传感器与控制系统，其自身结构也能通过物理形变被动适应复杂地形，实现高效移动，特别适用于地下空间巡检、灾后搜救等非结构化环境中的任务。
- **多材料集成能力：**柔性机器人通过集成导电聚合物、液态金属和响应型凝胶等功能材料，实现了驱动、感知与信号处理的高度一体化。通过材料、结构与功能的一体化设计，柔性机器人打破传统模块割裂的局限，显著提升了系统的灵活性与集成功能密度。

全球领先的创新引擎

瑞典素有“创新之国”的美誉，长期位居全球最具创新力国家前列。根据全球创新指数（GII），在2018至2024年间，瑞典在133个经济体中稳居第二，仅于2022年短暂位列第三。2025年，其人均专利申请量排名全球第二，凸显出瑞典持续高效的研发投入和强大的技术成果转化能力。从蓝牙、Skype、救生无人机，到三点式安全带和心脏起搏器，持续涌现的突破性发明，使瑞典在全球科技发展中保持强劲影响力，进一步巩固其创新强国的地位。

全链条科技生态系统

瑞典在科技创新方面形成了多点联动的发展格局。位于斯德哥尔摩的 Kista 科技城汇聚500多家信息与通信技术企业，被誉为“欧洲硅谷”，在5G、人工智能和物联网等领域保持领先。瑞典中部的“机器人谷”集聚了ABB、Cognibotics、Energid Technologies 等知名企业，专注于智能制造和自动化技术的研发与产业化。在智能制造、医疗技术和可持续发展等领域，瑞典已构建起多元且高度协同的产业结构，为柔性机器人提供多样化的应用场景和丰富的创新土壤，极大地推动技术演进与商业落地。

机器人技术的社会友好环境

瑞典社会对自动化与机器人技术展现出罕见的开放与支持。调查显示，约80%的瑞典民众对机器人持积极态度，远高于美国的28%。在瑞典，人们普遍将机器人视为减轻重复性劳动、提升工作质量、推动工业可持续发展的工具，而非威胁。高度一致的社会共识为机器人技术的研发与应用创造良好土壤，使瑞典成为全球最具创新活力的国家。

以人为本的机器人理念

瑞典作为一个高度发达且注重社会福祉的国家，在机器人技术发展中格外强调“以人为本”的理念。技术进步不仅追求功能和性能的突破，更注重安全协作、情感交互与社会价值的提升。机器人被视为服务社会的重要工具，而非简单的自动化产物。伦理考量、人文关怀与可持续发展理念贯穿于研发全过程，使机器人技术真正成为回应人类需求与社会挑战的系统性解决方案。

KTH

Royal Institute of Technology

皇家理工学院 (KTH Royal Institute of Technology) 成立于1827年，坐落于瑞典首都斯德哥尔摩市区，是瑞典规模最大、历史最悠久的理工院校，是北欧五校联盟 (N5T)成员之一，在工程技术领域长期位列北欧高校之首。

KTH在工程技术、自然科学、建筑与可持续发展等领域具有世界领先水平，常年位列全球百强。在2025年QS世界大学排名第74位，位列瑞典第一、欧盟第十。在工程与技术领域，KTH排名全球第44位。瑞典全国约三分之一的工程师都出自这所大学。该校共诞生了2位诺贝尔奖得主，1位菲尔兹奖得主，知名校友包括沃尔沃 (Volvo) 创始人古斯塔夫·拉尔森，Spotify创始人丹尼尔·埃克，前上海市市长徐匡迪等。



三螺旋创新体系驱动科研落地

依托斯德哥尔摩Kista科技园区，KTH与爱立信、ABB、IBM等科技企业以及市政府共同构建高校、企业与政府协同合作的“三螺旋创新模式”。借助RISE（瑞典国家研究院）、SICS（瑞典计算机科学研究所）等国家级科研平台，以及Robotdalen（机器人谷）等区域创新网络，KTH不断推动科研成果在矿井、工厂、医疗等复杂环境中的原型测试与快速迭代，加速从实验室走向实际应用。

全球领先工程学科实力

柔性机器人是一个高度交叉的前沿领域，融合机械设计、自动控制、材料科学、人工智能和生物工程等多个学科。KTH在这些关键领域均具备坚实实力：机械工程与自动化专业位列QS欧洲高校前十，计算机科学进入全球前50，材料科学与生物工程也处于国际领先水平。在此基础上，学校充分发挥学科交叉优势，推动多领域协作与资源整合，为柔性机器人关键技术的突破和系统集成提供有力支撑。

可持续发展导向的技术教育

KTH将可持续发展作为工程教育的核心理念，契合瑞典社会对环境保护与社会责任的高度重视。在柔性机器人等关键技术方向，学校系统性地将生命周期评估、能效优化、资源循环利用、人机协作伦理等议题融入课程与实践环节。通过将理论教学与工程实践紧密结合，KTH推动可持续理念贯穿技术研发的全过程，提升技术的安全性、环境适应性和社会价值。

项目亮点

Programme Highlights

聚焦机器人下一场技术革命

项目以柔性机器人为切入点，聚焦机器人技术从刚性系统向柔性系统的转型趋势，通过系统学习柔性材料、可变结构与控制策略，引导学生理解非结构化环境下的技术难点，并培养工程转化与创新能力。

沉浸式体验北欧创新生态

项目依托瑞典的科技与创新资源网络，将教学活动延伸到Kista科技园区等创新集群，为学生创造贴近真实科研与产业的学习与实践机会。



仿生到工程的完整实践链

课程围绕柔性机器人开发的关键流程，依次展开仿生功能识别、建模分析、材料实现与控制集成，培养学生面向复杂工程问题的系统设计与实践能力，而非单点技能训练。

融合工程技术与社会价值

项目聚焦柔性机器人技术在复杂现实场景中的应用，融合伦理、安全和人机协作等关键议题，体现瑞典‘以人为本’的科技理念，引导学生掌握前沿技术同时，促使思考技术的社会价值与可持续发展责任。

课程亮点

Course Highlights

课程以 CDIO (Conceive、Design、Implement、Operate) 工程教育理念为框架, 系统培养学生从需求分析到方案实施的全过程能力。学生以仿生系统为切入点, 分析现实场景中柔性机器人的功能需求, 从自然系统中汲取工程灵感, 构建创新设计的思维路径。教学过程融合力学建模、材料工程与控制策略等多学科知识, 结合计算仿真和实验验证, 最终实现从建模仿真到原型设计的完整技术链。

模块一：仿生系统与力学建模导论

1. 仿生结构的力学功能
2. 生物运动系统建模
3. 计算生物力学仿真工具
4. 肌肉动态行为分析

模块二：柔性材料原理与工程应用

1. 柔性材料性质与响应机制
2. 柔性材料制备方法
3. 智能材料导论
4. 材料在仿生结构应用

模块三：柔性机器人结构与驱动控制

1. 柔性机器人构型
2. 柔性驱动原理
3. 柔性机器人控制
4. 生物力学驱动设计

模块四：系统集成与应用

1. 柔性机器人系统构建
2. 多模态感知与智能反馈
3. 柔性机器人应用案例
4. 未来发展趋势

Hands-on Laboratory

Hands-on Laboratory

柔性机器人设计的关键之一是精准理解和预测仿生材料及结构的力学行为。通过体外 (In-vitro) 组织测试，能够获取真实生物组织的力学参数，为柔性材料与结构设计提供直接的生物力学依据。基于这些实验数据，结合有限元建模 (FEM) 技术，学生将学习如何构建并验证仿生结构的力学模型，从而实现仿生系统的动态行为模拟和优化设计。



In-vitro 组织样本制备与测试

- 选择模拟生物软组织的样本。
- 使用测试仪器进行压缩测试。
- 提取关键力学参数，如弹性模量与屈服强度。

材料模型构建与参数拟合

- 基于实验数据，选择合适材料本构模型。
- 使用有限元分析软件输入材料参数，建立仿生软组织模型。

有限元仿真与验证

- 对构建的模型施加相同的边界条件和载荷，进行力学响应模拟。
- 分析模拟结果与实验数据的差异，进行模型校正。
- 观察仿生结构在不同工况下的应力分布和变形特征。



强化跨学科综合应用能力

项目通过任CDIO教学方式，引导学生在开放性工程问题中打破学科界限，协同应用来自机械、控制、材料与生物等领域的知识。学生将在实践中提升交叉学科思维、问题拆解与系统协作的能力，能够在复杂背景更高效地整合思路、制定方案并推动落地。



亲身体验瑞典文化

学生在项目中深刻体验瑞典独特的社会文化。独有的Fika文化营造出轻松平等的交流氛围，鼓励开放沟通、自由表达和理性讨论。日常生活中贯穿的“Lagom”理念强调适度与平衡，学生保持高效而不过度紧张的状态。这些文化元素不仅丰富学生的跨文化体验，也提升沟通能力和团队协作精神。



增强创新意识与社会责任感

项目以以人为本和可持续发展为核心理念，鼓励学生深入思考技术创新背后的社会影响与伦理责任。在探索前沿技术的过程中，学生不仅关注功能实现，更关注其社会责任与可持续性，努力将技术创新转化为积极的社会推动力。



获得项目官方认证证书

完成项目后，学生获得由瑞典皇家理工学院（KTH）颁发的官方结业证书，具备国际认可度。该认证不仅体现学生在柔性机器人领域的系统学习经历，也为后续学术深造或职业发展提供专业资质支持。



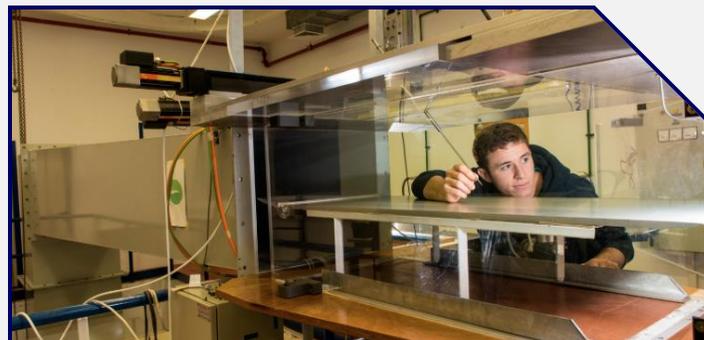
ABB

ABB是一家全球领先技术公司，专注于电气化、自动化、机器人与运动控制等领域。其机器人与自动化部门在柔性制造和协作机器人方面具有突出优势，代表产品如双臂协作机器人YuMi，以高精度和安全性广泛应用于电子装配、包装、医疗等行业。ABB在瑞典斯德哥尔摩设有重要的研发与运营机构，推动智能制造与工业4.0的本地化实践，同时也支持教育与科研合作，是全球智能工业发展的关键推动者之一。



Kista科技园区

Kista科技园区 (Kista Science City) 位于瑞典斯德哥尔摩，是欧洲领先的信息与通信技术 (ICT) 创新中心之一。这里汇聚众多国际科技企业，如爱立信、IBM和微软瑞典总部，以及一批活跃的科技初创公司。作为“北欧硅谷”的核心地带，Kista推动5G、人工智能和物联网等前沿技术的发展，展现城市与科技紧密融合的现代化样貌。



Odqvist 实验力学实验室

Odqvist 实验力学实验室是瑞典皇家理工学院 (KTH) 机械工程领域的重要研究设施，专注于结构力学、振动、声学等材料行为等方面的实验研究。实验室配备有先进的风洞测试系统、振动分析设备和高精度测量仪器，广泛应用于航天、汽车、建筑等工程领域的研究与教学。



斯德哥尔摩市政厅

斯德哥尔摩市政厅是瑞典首都的一座标志性建筑，建于1911至1923年，融合新文艺复兴和浪漫主义风格。市政厅以其红砖外观、高106米的钟楼和顶部的三皇冠著称，内部拥有著名的蓝厅和装饰华丽的金厅，是诺贝尔奖晚宴的举办地，也是市政府办公和重要文化活动现场，吸引众多游客参观并欣赏。



诺贝尔博物馆

诺贝尔博物馆位于瑞典斯德哥尔摩老城区，是专门介绍诺贝尔奖及其创始人阿尔弗雷德·诺贝尔的博物馆。馆内展示了诺贝尔奖的历史、历届获奖者的成就以及科学、文学与和平领域的重要突破。在博物馆的天花板上，800多位诺贝尔奖得主头像和颁奖辞通过索道装置移动展示。同时，馆内还有33部3分钟短片循环播放介绍获奖者的卓越成就。



瑞典科学工业博物馆

瑞典科学工业博物馆（Tekniska museet）是斯德哥尔摩最大的科技博物馆，展示科学与工业发展的历史与前沿技术。博物馆拥有丰富的互动展览和教育项目，涵盖机器人技术、人工智能、机械工程等多个领域。



瑞典国家博物馆

瑞典国家博物馆（National museum）是瑞典最大的艺术博物馆，位于斯德哥尔摩市中心，收藏丰富的欧洲绘画、雕塑和应用艺术作品，涵盖从中世纪到现代的多个艺术时期。博物馆不仅展示瑞典艺术家的杰出作品，还汇聚众多国际艺术珍品，是了解欧洲艺术发展和欣赏精美艺术品的重要场所。

日程安排

Schedule

项目时间：2026年2月1日-2月14日

WEEK 1	Mon.	Tue.	Wed.	Thr.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	机场接机 入住登记 熟悉周边环境	早餐	早餐	早餐	早餐	-	-
		开营仪式	课程讲座 3课时	课程讲座 3课时	课程讲座 3课时	文化探索	文化探索
中午							
下午		主校区校园参访	实验室参访 3课时	实践课程 3课时	实践课程 3课时		
WEEK 2	Mon.	Tue.	Wed.	Thr.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	早餐	早餐	早餐	早餐	早餐	-	回到国内 项目结束
	课程讲座 3课时	课程讲座 3课时	课程讲座 3课时	课程讲座 3课时	成果展示 3课时	离开校园 机场送机	
中午							
下午	实践课程 3课时	实践课程 3课时	小组合作 3课时	产业参访 3课时	结业仪式		

*Provisional: 此日程仅供参考，不代表最终行程安排；具体行程将根据当地情况进行调整，请以实际安排为准。

项目申请与费用

Programme Cost

项目费用： 3380欧元/人

申请条件&链接

包括课程、签证服务及保险、住宿、接送机交通与活动费用、项目管理服务。

项目申请条件

课程费用

签证服务及保险

- 课程费用
- Workshop费用
- 教学场地相关费用
- 实验室参观费用
- 实践项目费用

- 个人申根国家旅行意外保险
- 申根签证申请的相关材料准备及指导

1. 满足学校国际交流派出要求
2. 具备较强的英语语言沟通能力，能适应英文授课。

其他费用

项目申请二维码

项目咨询老师

1. 食、住、行服务

- 每日早餐
- 住宿费用
- 接送机费用

2. 文化实践及参访费用

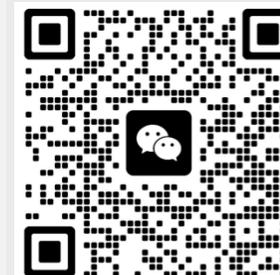
- 机构探访费用
- 文化体验探访费用

3. 生活服务费用

- 部分区域Wi-Fi网络服务

4. 项目管理服务费用

- 项目方管理费用
- 外方院校管理费用





感谢审阅

Thank you for your time.