

慕尼黑工业大学TUM International 2026暑假未来技术项目

具身智能与机器人的前沿应用

Technische Universität München

CUTTING-EDGE APPLICATIONS OF EMBODIED INTELLIGENCE AND ROBOTICS



TUM INT SUMMER & WINTER PROGRAM



项目背景

具身智能正成为支撑智能制造转型发展的核心技术

具身智能作为人工智能与机器人学交叉发展的前沿方向，正逐步成为支撑智能制造高阶发展的关键技术基础。具身智能的核心在于可以赋予机器系统“感知 - 决策 - 执行”的闭环能力，使其能够基于自身身体结构与环境交互，实现复杂任务的自适应学习、协同操作与灵活应变，使制造系统具备更高的灵活性和自主性。不同于传统人工智能的静态推理方式，具身智能强调智能体与环境之间的动态耦合关系，能够在非结构化制造场景中展现更高的鲁棒性与泛化能力。具身智能的引入，使智能制造从传统自动化生产迈向更高层次的自主化与智能化制造。具身智能机器人通过多模态感知技术，能够以类人化的方式完成精细装配、质量检测等高精度任务，从而大幅提高生产效率和自动化水平。在智能装配、柔性加工、预测性维护、无人物流、智能检测等工业场景中展现出显著的应用价值。



德国：智能制造与具身智能融合的趋势构建智能工厂

近年来，德国工业具身智能领域取得了显著进展，持续推进工业4.0战略并逐步迈向工业5.0时代，**通过物联网（IoT）、人工智能（AI）和大数据分析实现生产流程的智能化转型**。德国工业智能化的核心在于实现设备、系统和人员之间的高度互联互通，构建智能工厂（Smart Factory）。自动化生产线和协作机器人（Cobots）的普及，使得生产效率大幅提升，同时降低了劳动强度和安全风险。数字孪生技术（Digital Twin）的应用也逐渐成为主流，企业通过创建物理设备的虚拟副本，能够在虚拟环境中进行模拟和优化，从而减少实际生产中的错误和浪费。此外，德国工业高度重视可持续发展，利用智能能源管理系统和绿色制造技术，减少能源消耗和碳排放，推动碳中和目标的实现。例如，西门子（Siemens）和博世（Bosch）等企业通过智能化技术显著提升了生产效率和环境友好性。

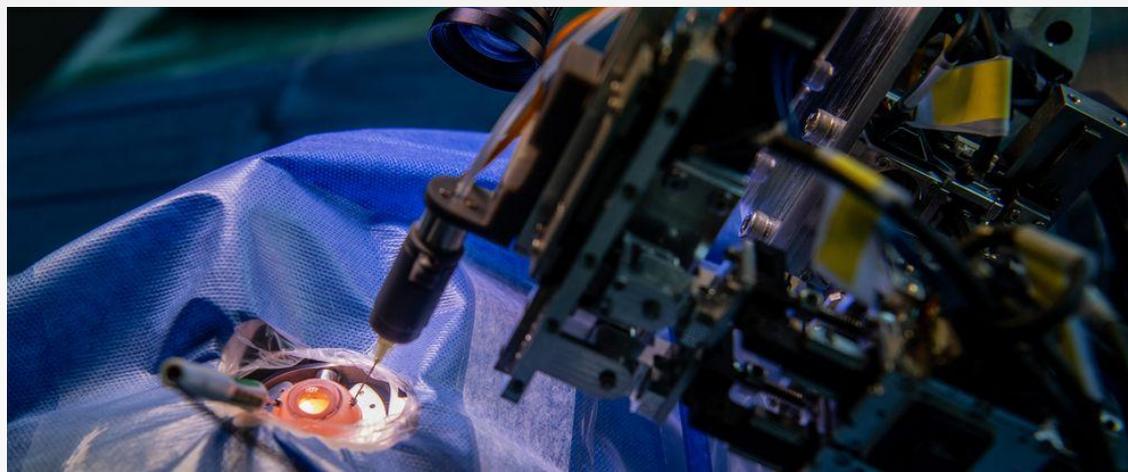
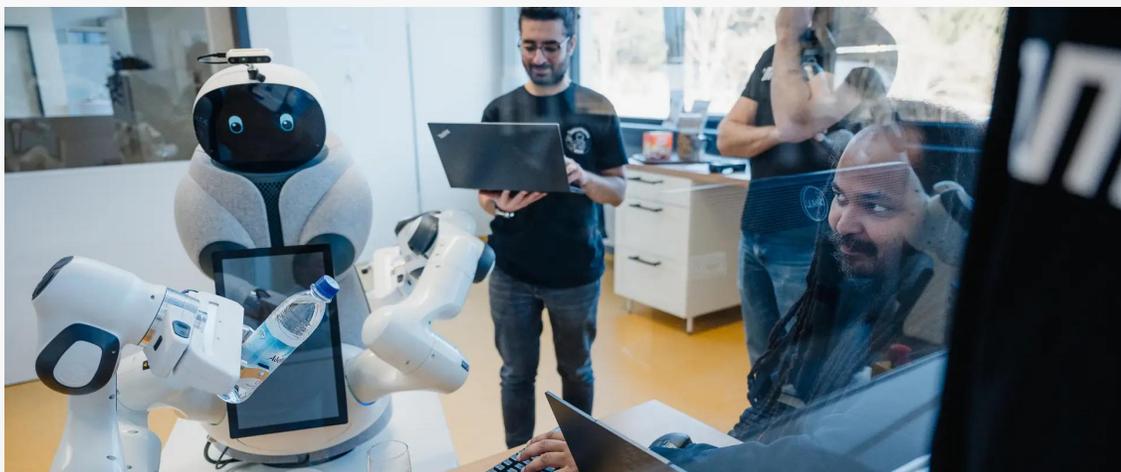
项目背景

慕尼黑工业大学（TUM）在工业具身智能与机器人领域的卓越成果

近年来，**慕尼黑工业大学（TUM）在工业具身智能方向的代表性成果**包括：提出基于深度学习的实时运动规划算法，应用于工业机器人和自动驾驶车辆；研发整合视觉、触觉和力觉数据的多模态感知系统，为工业环境中的人机交互提供更自然的体验。

慕尼黑**机器人与机器智能研究所（Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence, 简称MIRMI）**是慕尼黑工业大学（TUM）的跨学科研究中心之一。该研究中心的重点领域包括机器人学、感知和人工智能，以开发以人为本的、创新的、可持续的技术解决方案，应对当今社会在健康、工作、环境和移动等领域面临的核心挑战。

此外，慕尼黑的**机器人学与机电一体化研究所（Institute of Robotics and Mechatronics）**致力于从基础理论到实际应用的全面研究，涵盖自主机器人、协作机器人、医疗机器人和服务机器人等多个领域。例如，TUM开发的医疗机器人系统能够协助医生进行精密手术，显著提高了手术的精确度和安全性。此外，TUM与全球顶尖研究机构和企业合作，推动机器人学和具身智能的前沿研究和技术转化。德国企业和研究机构的创新能力，加上TUM等机构的卓越贡献，进一步巩固了德国在工业智能化与自动化领域的领导地位。



慕尼黑工业大学

2026 QS
世界大学德国
排名第一

培养出
18位诺贝尔奖
24位IEEE Fellow

欧洲卓越理工大学
联盟成员

3.33亿欧元
德国最高科研
经费大学

历史沉淀

慕尼黑工业大学的历史沿革与德国乃至全球的工业发展紧密相连，致力于在为社会面临的重大挑战寻找解决方案。

自19世纪末工业化进程以来，慕尼黑工业大学培养的工程师在电气工程、化学工程等领域做出了开创性的贡献，推动了工业革命的进程。进入20世纪，慕尼黑工业大学的科学家们在量子力学、高分子化学等领域取得突破，如海因里希·鲁道夫·赫兹证明了电磁波的存在，马克斯·普朗克奠定了量子力学的基础。这些科学发现不仅革新了科学理论，也为技术发展提供了新的方向。20世纪中叶，慕尼黑工业大学的研究人员在核能和航天技术方面做出了贡献，为慕尼黑工业大学在21世纪继续引领科研创新奠定了坚实的基础。

现今成就

如今，慕尼黑工业大学在科研和技术开发方面的成就举世闻名，涉及从基础科学到应用技术的多个领域。例如，慕尼黑工业大学的研究人员开发了针对多种癌症的新型免疫疗法，为癌症治疗提供了新的可能性；在能源转型方面，慕尼黑工业大学积极推动德国的能源革命，尤其是在太阳能和风能技术的研发方面取得显著进展。除此之外，慕尼黑工业大学在材料科学、人工智能和机器人技术等领域也取得了重要突破。

慕尼黑工业大学与产业界的紧密合作是其科研成果转化的关键。典型的例子是大学与宝马集团（BMW）共同建立了宝马初创车库（BMW Startup Garage），支持初创企业开发创新的移动解决方案；与西门子在自动化和智能制造领域的合作，推动了工业4.0的快速发展。这些校企合作不仅促进了技术创新，也推动了产业升级，增强了德国工业的全球竞争力。

未来愿景

展望未来，通过TUM2030计划，慕尼黑工业大学将加强产学研合作，推动跨学科研究，并在全球范围内扩展合作伙伴网络以应对全球性挑战。TUM2030计划特别强调创新与创业支持，推动数字化转型，培养未来的科技领导者。该计划还将加大在人工智能、量子技术和可持续能源等领域的投入，致力于推动全球科技革命。

TUM2030不仅将进一步提升慕尼黑工业大学的科研创新能力，也将为全球可持续发展、社会进步做出更大贡献。

慕尼黑工业大学将继续保持全球科研和教育领域的领导地位，为未来的技术革新和产业转型提供源源不断的动力。

项目概览：三维课堂

依托慕尼黑工业大学在工程教育与科技创新领域的国际领先经验，本项目将以“学术+产业+实践”的三维课堂为核心的工程人才培养模式，构建**学术课堂、实践课堂与产业与社会课堂**协同联动的项目课程体系。

学术前沿

由慕尼黑工业大学教授团队亲自执教，围绕“工业具身智能与智能制造”的系统讲授相关工程理论与前沿方法，引导学生理解具身智能在工业场景中的感知—决策—执行一体化机理，夯实其在复杂制造系统分析与工程建模方面的理论基础，培养学生“**看穿工程本质问题**”的能力。

实践项目

依托TUM工程实验室与项目制教学体系，在慕尼黑工业大学的合作科研平台进行实际操作，学生以小组为单位围绕工业机器人感知、人机协作、智能决策等真实工程问题开展跨学科项目实践，通过算法设计、系统集成与实验验证等环节，让每个团队完成一个**真实工程任务**，提升学生将人工智能技术应用于制造场景的工程实现能力与团队协作能力。

产业应用

德国在高端装备制造与工业自动化领域的产业优势，引入西门子、宝马等企业案例、产业课题与工程实践场景，强化学生对工业具身智能技术在实际生产环境中应用约束、工程伦理与可持续发展要求的理解，培养其面向产业需求的系统设计能力、国际化工程视野和行业胜任力。



核心师资

Prof. Dr. Daniel Rückert

Prof. Dr. Daniel Rückert是慕尼黑工业大学（TUM）人工智能与医学信息学研究所的所长，并兼任 TUM 医疗健康领域的“数据科学和人工智能”埃尔文·薛定谔教授。作为慕尼黑机器人与机器智能学院（MSRM）的创始成员及研究主任，他的工作深度融合了人工智能与机器人技术。Rückert教授的核心研究方向为医学影像分析、机器学习与计算机视觉，其成果在推动智能诊疗与具身智能的感知系统方面具有重大影响。他的跨学科研究与实践使其成为连接AI前沿理论与机器人、医疗健康应用的桥梁。



Prof. Angela Schoellig

Angela Schoellig 教授是慕尼黑工业大学（TUM）的机器人与多智能体系统专家，专注于无人机与多机器人协作控制、分散式学习及安全自主系统。她在真实无人机群实验中验证了多智能体协作策略，并在国际顶级会议和期刊上发表成果。Schoellig教授曾获Sloan Research Fellowship、MIT Technology Review 35位35岁以下创新者、ETH Medal等奖项，并被评为全球杰出女性机器人专家，是机器人控制和多智能体学习领域的国际知名学者。



Dr. Daniel-Andre Dücker

Dr. Daniel-Andre Dücker 是慕尼黑工业大学（TUM）MIRMI 环境机器人团队高级科学家与组长，专注于复杂环境下的自主机器人与异构多智能体系统，被认为是环境与探索机器人领域的重要学术代表之一。他在多机器人感知、传感器融合、嵌入式系统与强化学习驱动控制方面具有深厚积累。其博士论文和多篇高影响力论文奠定了他在受限环境自主探索与协作控制的国际领先地位。他曾获得 AI Best Paper Award，并领导获得 40 万欧元资助的“EnviroBotics”项目及开发“SVAN”移动机器人集成平台，为多机器人部署与应用提供核心技术支持。



理论模块一：具身人工智能与机器人学基础

1. 具身人工智能与机器人学导论

- 具身人工智能概述及其在机器人学中的应用
- 机器人学的关键挑战：感知、决策与控制
- 机器人运动与操作简介

2. 机器人运动学

- 腿式和轮式运动基础
- 机器人运动学、动力学与控制
- 运动强化学习：策略、奖励与环境

3. 模仿学习与行为克隆

- 模仿学习简介：监督学习与逆强化学习方法对比
- 机器人任务的数据集收集与预处理
- 行为克隆及其局限性

4. 机器人强化学习

- 强化学习基础：马尔可夫决策过程、Q 学习和策略梯度
- 深度强化学习算法
- 仿真到现实的迁移：挑战与技术

5. 高级运动与控制

- 基于模型与无模型的运动控制对比
- 复杂任务的分层强化学习
- 现实环境中的自适应控制与鲁棒性

理论模块二：多智能体系统与协作机器人

1. 多智能体系统与协作机器人

- 多智能体强化学习导论
- 机器人团队中的通信与协调
- 群体机器人应用：德国项目案例研究

2. 操作与抓取

- 机器人操作基础：运动学、动力学与控制
- 基于学习的抓取与操作方法
- 灵巧任务的模仿学习

3. 人机交互 (HRI) 与社交机器人

- 人机交互基础：感知、通信与协作
- 交互式强化学习和偏好学习
- 社交机器人在医疗保健、教育等领域的应用

4. 现实世界的挑战与部署

- 传感器、执行器和计算设备
- 机器人安全与伦理
- 调试和优化机器人系统

实践课题

实践方向一：

面向具身智能的机器人多模态感知与物理交互实践

项目概述

本项目基于具身智的前沿研究，旨在通过实验验证智能行为如何通过智能体与物理环境的实时交互而涌现。本项目引导学生探究机器人的形态设计、感知模态与行动策略之间构成的紧耦合关系。通过构建“感知-行动”闭环，学生将亲手验证，一个具备丰富触觉感知能力的仿生操作器，如何为解决复杂的物理交互问题提供与传统视觉主导方法截然不同的解决方案。

核心目标

学生将以小组形式，操作由慕尼黑工业大学机器人实验室提供的、配备仿生五指灵巧手与高精度扭矩/触觉传感器的研究级平台。课程的核心目标是完成一项融合触觉感知与物理场景推理的综合任务。

关键技术与操作

1. 触觉感知与盲操作实验：学生将编程控制高自由度仿生手，在视觉屏蔽条件下，通过解析触觉传感器的时空数据流，实现基于材料属性识别的盲操作任务。
2. 视觉场景的物理关系建模：利用深度视觉系统，构建场景的物理关系图式，识别物体间的支撑、容纳等空间关系，为物理交互提供语义约束。
3. 多模态信息融合与系统验证：在最终系统验证环节，机器人需整合视觉先验与触觉反馈，实现动态环境下的安全交互策略，完成具身智能的完整闭环验证。

实践方向二：

人形机器人的动态平衡与全身操控实验

项目概述

本项目聚焦于人形机器人研究中的核心挑战—动态环境下的平衡保持与全身协调操控。学生将深入探索高自由度、欠驱动的双足系统如何通过实时感知与控制，实现拟人的站立、抗干扰乃至简单交互。项目旨在揭示动态平衡背后的力学原理与实时计算需求。

核心目标

学生将以小组形式，在慕尼黑工业大学机器人实验室平台，完成从步态分析、平衡控制到全身协同操作的系列实验，理解人形机器人状态估计、步态规划与全身控制的基本框架。

关键技术与操作

1. 步态生成与静态/动态平衡分析：学生将首先在仿真环境中，使用简化的人形机器人模型，学习生成稳定的步行步态。随后在真实的小型研究级人形机器人平台实验验证，进行零力矩点原理测试与抗干扰实验。
2. 视觉引导的全身协同操作：机器人需完成“走到桌子前并操作物体”的任务。进行目标定位接近以及全身逆运动学求解。
3. 动态序列任务执行：学生小组需要让机器人执行一个包含移动-操作-恢复的序列任务。此任务将全面考验机器人的状态机管理、平衡保持与运动平滑过渡能力。

产业课堂

本项目还为学生安排了慕尼黑地区的多个校企参访活动，包括慕尼黑莱布尼茨超级电脑中心、慕尼黑机器人与机器智能研究所、宝马世界的参访，学生有机会沉浸式体验并实地观察细节。学生也有机会了解工科领域的尖端技术和发展方向，了解工业系统里各方之间的协同作用，有利于眼界的开拓与跨学科思维的构建。



莱布尼茨超级电脑中心

莱布尼茨超级电脑中心是德国重要的高性能计算研究机构，隶属于巴伐利亚科学院和人文学院、德国莱布尼茨协会。它拥有先进的高性能计算集群与 PB 级存储系统。在气候、生命科学、工程材料等领域应用广泛，助力科研发展。此外，中心开展教育培训提升人员能力，还积极进行国际合作，共享成果，在高性能计算领域具有重要地位和广泛影响力。



慕尼黑机器人与机器智能研究所

慕尼黑机器人与机器智能研究所（MIRMI）是慕尼黑工业大学核心科研机构，2018 年成立，拥有 300 余名成员、72 名首席研究员及 18 个专业实验室，研究面积超 50 平方公里。其聚焦机器人学、具身智能、老年服务机器人等前沿领域，开设博士培养课程，注重理论与实践结合，积极举办国际学术会议，推动科研成果转化，孵化多家科技初创企业。



宝马世界

BMW World（宝马世界）位于德国慕尼黑奥林匹克公园附近，与宝马总部四缸大厦、宝马博物馆相邻。宝马世界拥有多个展示区域，按照不同的主题和项目区分，展示宝马各技术领域的创新成果，以及宝马品牌的历史、文化和发展历程。展示方式包括各种全球最奢侈的电子展示设备，触摸、声控、感应一应俱全。

CULTURAL IMMERSION

跨文化交流

*活动内容仅供参考，具体参访行程与内容以实际安排为准

慕尼黑老城参访

慕尼黑既是欧洲最繁华和现代化的都市之一，同时又保留着当地传统的古朴风情，悠久丰富的历史赋予城市浓郁的文化气息和独特的人文历史价值。学生们将在这里打卡慕尼黑市中心最具特色的景点与文化活动的。

德意志博物馆

德意志博物馆是世界上最大的科技博物馆，拥有超过50个展厅，从古埃及的科技到现代航天技术，它展示了人类科技的辉煌历程。这里不仅是科学探索的宝库，也是慕尼黑文化和知识传承的重要场所。

德式传统晚宴

步入慕尼黑的啤酒餐厅，餐厅中厚重的木质长桌、温暖的灯光和传统的阿尔卑斯风格装饰，营造出热情而粗犷的德意志酒馆氛围。学生们将品尝到地道的巴伐利亚菜肴，佐以酒厂直供盛装在厚重玻璃杯中的清爽啤酒，体验纯正的巴伐利亚风情。

安联球场

安联球场是拜仁慕尼黑足球俱乐部的荣耀主场，以其变色LED外膜和现代设计而成为全球足球的地标。球场内配备顶尖技术，可容纳75,000名热情球迷，是观赏顶级赛事和举办大型活动的梦幻舞台。

慕尼黑老画廊

慕尼黑老画廊是世界上最古老、最著名的艺术博物馆之一，以其宏伟的文艺复兴和巴洛克时期艺术作品而闻名。馆内珍藏着达芬奇、提香等大师的杰作，是艺术爱好者领略欧洲艺术精髓的必游之地。

项目收获



探索具身智能的核心理论 激发创新思维

依托慕尼黑工业大学前沿资源，学习具身智能“感知 - 行动 - 认知”的融合逻辑，解构智能体与物理环境的交互机制。

通过学术研讨与思维碰撞，掌握从理论模型到场景落地的推导方法，激发面向机器人、智能制造领域的原创性创新灵感。

实践技术前沿 引领新工科未来

在顶尖实验室和科研机构导师的指导下，学生们将深入德国传统的“学徒制”教育模式，从事与行业需求和新兴趋势一致的课题研究。

通过实践项目，学生将把数字孪生和具身智能技术应用于实际问题，提升解决复杂工程挑战的能力。

洞察行业趋势，体验技术 在现代制造业的实际应用

通过参访宝马、莱布尼茨超级电脑中心，以及深度参与MIRMI实验室实操，学生们将亲眼见证具身智能技术在现代制造业中的应用。

学生们将见证科技如何转化为生产力、创新如何推动产业进步、智能技术如何重塑工作与生活的边界，为他们未来在工业领域的工作提供宝贵经验。

TUM官方认证 学术与校园生活体验

学生完成项目的学术考核后将获得慕尼黑工业大学TUM INT官方项目证书和成绩报告，助力未来深造。

亲身体验慕尼黑工业大学市中心校区和加兴校区等各具特色的学术环境与校园文化。

行程安排

项目时间为2周 2026年7月6日–7月19日；8月2日–8月15日

WEEK 1	Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	德国机场接机 入住登记 熟悉周边环境	早餐	早餐	早餐	早餐	-	-
		开营仪式 TUM主校区 校园参访	核心课程	核心课程	核心课程	文化探索	文化探索
核心课程		企业参访	跨文化交流活动	实践课程			
下午							
WEEK 2	Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	早餐	早餐	早餐	早餐	早餐	-	回到国内 项目结束
	核心课程	核心课程	核心课程	科研实践 成果展示	结业汇报	离开校园	
下午	实践课程	跨文化交流活动	实践课程	企业参访	结业仪式	机场送机	

- 项目教学时间共32课时，包括核心课程、实践课程。
- 企业参访6课时，包括参访、讲座等形式。

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

项目费用明细

项目费用： 4600 欧元/人				申请条件&链接	
包括课程、参访、住宿、餐饮、接送机交通与文化活动费用、签证服务及国际保险。				项目申请条件	
课程费用		签证服务及保险		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。	
<ul style="list-style-type: none"> 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 		<ul style="list-style-type: none"> 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 			
其他费用				项目申请二维码	项目咨询老师 Franky 13262917817 (手机/微信)
1. 餐饮、交通服务 <ul style="list-style-type: none"> 每日早餐 接送机费用 	2. 文化实践及参访费用 <ul style="list-style-type: none"> 机构探访费用 文化体验探访费用 	3. 住宿及网络服务费用 <ul style="list-style-type: none"> 住宿费用 校园区域Wi-Fi网络服务 	4. 项目申请及管理费用 <ul style="list-style-type: none"> 项目申请费 外方院校管理费用 		

慕尼黑工业大学2026暑假未来技术项目

THANK YOU!
感谢观看

TUM INT SUMMER & WINTER PROGRAM

