

慕尼黑工业大学 TUM International 2027冬季未来技术项目

具身智能与机器人的前沿应用

Cutting-edge applications of embodied intelligence and robotics

TUMint Future Technology Programs



TUMint Future Tech Summer & Winter Programs

项目背景

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。

德国：智能制造与具身智能融合的趋势构建智能工厂

德国拥有顶级的工业制造与完整供应链，丰富、完整的数字化基础设施为物理AI模型通过了大量的工业“数据引擎”。工业具身智能持续推进了德国的工业战略升级，**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**。德国拥有庞大的 OEM（原始设备制造商）和全球工厂网络。这群工业基础能够源源不断地生成富含工业价值的在场数据集。德国的“工业4.0”打下了极好的数字化基础。利用高度精确的工厂数字孪生系统（Digital Twins），他们可以在虚拟世界中模拟数百万种极端工况来训练机器人，极大地减少了模型落地时的“幻觉”。博世等企业正在迅速将汽车上的高性能车载感知系统、底盘控制技术和电驱动系统“复用”到机器人领域；同时，涌现出了像 Neura Robotics 这样的“认知机器人”独角兽，专注于将感知和执行整合到单一设备中。

慕尼黑工业大学

慕尼黑工业大学 (Technische Universität München, 简称 TUM)

始建于1868年，坐落于德国南部的经济与科技中心巴伐利亚州首府慕尼黑。作为德国最负盛名的顶尖理工大学，TUM是德国首批三所“精英大学”（Universities of Excellence）之一、德国理工大学联盟（TU9）的核心成员，也是欧洲乃至全球享誉盛名的“超级大学”之一。慕尼黑工业大学（TUM）对标全球工业发展，专注前沿科研，攻坚社会重大问题，依托TUM2030规划，学校重点布局AI、量子技术、可持续能源，深耕跨学科研究与国际化人才培养。未来TUM将持续引领全球科创，以创新赋能科技与产业升级、助力全球可持续发展。

#1
Best University

European Union
QS world University
Ranking

#16
among the top 20
in engineering

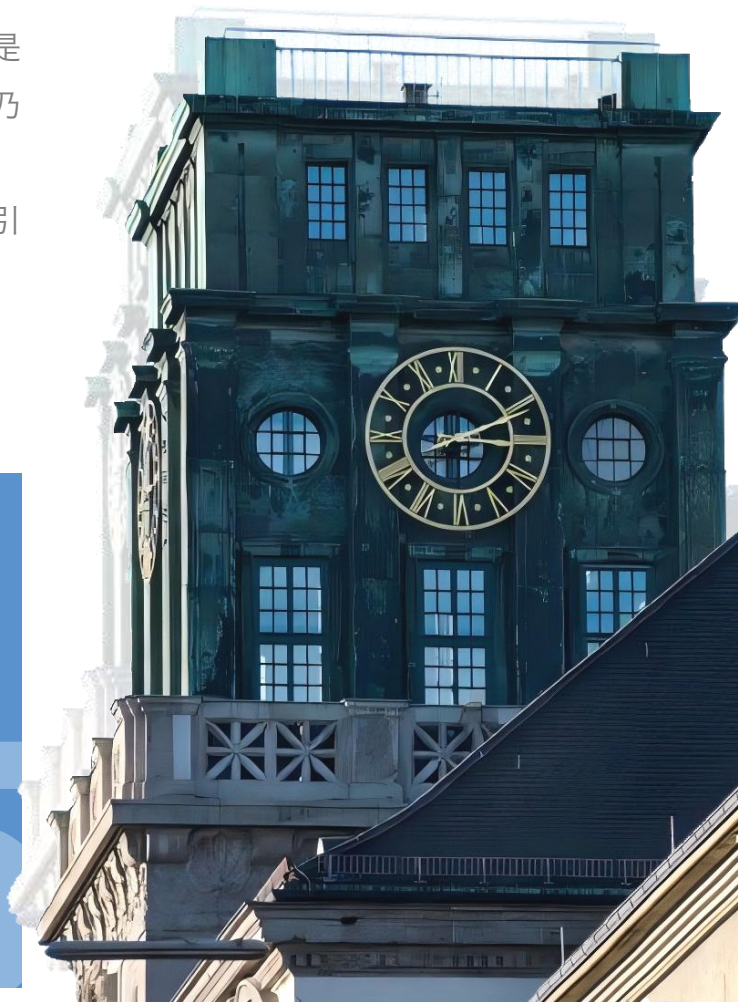
QS World University
Subject Ranking

#19
among the top 20
in natural
sciences

QS World University
Subject Ranking

#25
Best University

QS world University
Ranking



项目概览

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

学习德国在高端装备制造与工业自动化领域的产业优势。引入Neura Robotics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。

学术课程

理论模块一：具身人工智能与机器人学基础

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



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



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



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



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



学术课程

理论模块二：多智能体系统与协作机器人

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

1

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

2

人机交互（HRI）与社交机器人

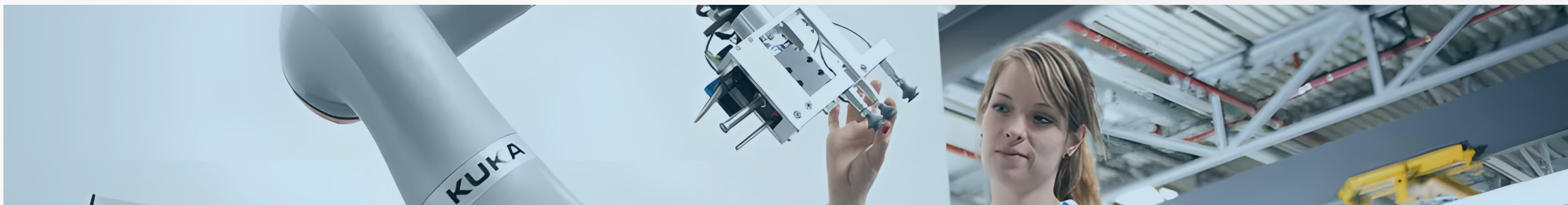
- 人机交互基础：感知、通信与协作
- 交互式强化学习和偏好学习
- 社交机器人在医疗保健、教育等领域的应用

3

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

4



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

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。



实践课题

实践方向二：人形机器人的动态平衡与全身操控实验

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。



项目师资（部分）

Prof. Dr.-Ing. Hussam Amrouch

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”埃尔夫文·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。



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Neura Robotics、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。



Neura Robotics

Neura Robotics是一家 2019 年成立于德国协作机器人制造商，专注于具身智能、认知协作机器人及人形机器人的研发与制造。作为全球认知机器人领域的领先企业，核心产品包括全球首款认知协作机器人 MAiRA、LARA轻量级机器人助手、移动机器人MAV、服务机器人MiPA及人形机器人平台4NE-1，覆盖工业、医疗、物流及家庭服务等多场景。



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。

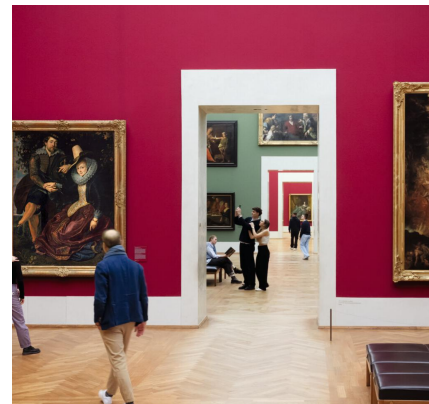
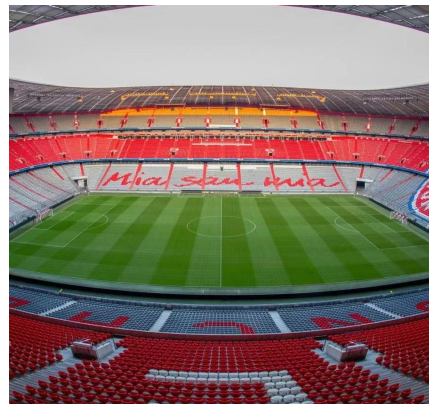


宝马世界/BMW iFactory

BMW World（宝马世界）位于德国慕尼黑奥林匹克公园附近，与宝马总部大厦、宝马博物馆相邻。宝马智能工厂拥有多个展示区域，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先进的电子展示设备，触摸、声控、感应一应俱全。

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

慕尼黑保留着当地传统的古朴风情和浓郁的文化气息，以玛利亚广场为中心，雄伟的新市政厅定时上演钟琴表演，高耸的圣母教堂双塔引人瞩目，古老的王宫与皇家啤酒屋则诉说着数百年的辉煌历史与豪迈风情。

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

步入慕尼黑的巴伐利亚风格餐厅，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，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

1

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。

2

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工程教育模式，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。

3

洞察行业趋势
体验技术在现代制造业
的实际应用

- 通过参访德国的科创企业，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。

4

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。

SCHEDULE

行程安排

项目时间为2周 2027年1月18日-1月31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	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	跨文化交流 与 社会实践	跨文化交流 与 社会实践
		核心课程	企业参访	实践课程	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	早餐	回到国内 项目结束
	核心课程	核心课程	核心课程	核心课程	结业汇报	离开校园 机场送机	
下午	实践课程	企业参访	实践课程	企业参访	结业仪式		

- 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

包括课程、签证服务及保险、住宿及部分餐饮、社会实践及参访、当地交通、项目申请及服务。

课程费用	签证服务及保险	住宿及餐饮	社会实践及参访	交通	项目申请及服务
- 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	- 校区周边酒店（双人间） - 每日早餐 - 巴伐利亚德式传统晚宴	- 跨文化交流及社会实践探访费用 - 企业参访实践费用	慕尼黑当地集中安排的指定时间接送机交通费	- 项目申请费 - 外方院校管理费用

申请链接&咨询

项目申请二维码

项目咨询老师 Franky
13262917817
(手机/微信)

感兴趣的同学可以扫码申请/咨询

慕尼黑工业大学 TUM International 2027冬季未来技术项目

DANKE!
THANK YOU!

TUMint

TUM International GmbH
The University Company

TUMint Future Technology Programs
