

## 附件 3:

## 合肥研究院研究生因公出国（境）事后公示表

|             |   |         |                 |         |                   |
|-------------|---|---------|-----------------|---------|-------------------|
| 姓 名         | 李凌霄   | 部 门     | 智能所 先进制造中心      |         |                   |
| 学 号         | SA19168258  | 在 读 学 位 | 硕 士             | 出 访 国 家 | 日 本               |
| 计划出访任务      | 参加 2021 IEEE 机械电子与自动化大会(线上会议),并在会议中口头汇报。  |         |                 |         |                   |
| 计划日程        | 2021 年 8 月 8 日至 2021 年 8 月 11 日 线上会议  |         |                 |         |                   |
| 计划往返路线      | 线上会议, 无需出境  |         |                 |         |                   |
| 邀请单位介绍      | ICMA2021(IEEE International Conference on Mechatronics and Automation ) IEEE 机械电子与自动化大会提供为研究人员, 教育工作者, 工程师和政府官员在机电一体化, 机器人, 自动化和传感器等领域, 传播他们的最新研究成果, 并就未来的研究交换意见。 |         |                 |         |                   |
| 费用来源        | 须列出哪类经费(如: 自然科学基金课题支付)<br>课题组经费   |         |                 |         |                   |
| 预算经费支出      | 国际旅费  | 交通费     | 住宿费             | 伙食费     | 其他                |
|             | 无   | 无       | 无               | 无       | 会议注册费<br>50000 日元 |
| 实际费用来源及支付金额 | <input type="checkbox"/> 课题组_____ <input type="checkbox"/> 学校_____<br><input type="checkbox"/> 国外资助单位_____ <input type="checkbox"/> 其他资助单位_____                   |         |                 |         |                   |
| 实际开始日期      | 2021 年 8 月 8 日  | 实际结束日期  | 2021 年 8 月 11 日 |         |                   |
| 实际往返路线      | 线上会议, 无需出境  |         |                 |         |                   |

| 实际经费支出 | 国际旅费 | 交通费 | 住宿费 | 伙食费 | 其他       |
|--------|------|-----|-----|-----|----------|
|        |      |     |     |     | 50000 日元 |

实际出访单位名称及主要日程安排:

出访单位:

ICMA2021(IEEE International Conference on Mechatronics and Automation )

日程安排:

2021 年 8 月 8 日至 2021 年 8 月 11 日 参加远程视频会议

### 出访总结

出访主要学习、工作、生活内容、取得成果等（体裁不限，1500 字以上，可另附页）

本次线上会议(IEEE International Conference on Mechatronics and Automation)主要讨论了当前机械电子和自动化领域的发展。本次会议由口头报告和海报宣传两部分组成。

会议期间，我做了口头报告“Kinematics Redundancy Identification of Arbitrary Serial Robot”，报告主要介绍了我们提出的机械臂标定中冗余参数的辨识和验证。由于装配误差，机械磨损等因素，机械臂图纸提供的 DH 参数与真实机械臂的 DH 参数往往并不完全一致，DH 参数的误差会严重影响机械臂的位置精度。改善位置精度最简单的方法是通过标定，通常的情况下是借助外部高精度标定设备，例如激光跟踪仪，三坐标测量仪等。获取末端精确位置与姿态，结合雅可比矩阵求解出各 DH 参数存在的误差。另一种广泛存在的方法是对机械臂末端施加几何约束，降低成本的同时带来了易受测量噪声影响的弊端，称为自标定。机械臂的运动中，有一些误差参数可以由其他误差参数线性表示，造成参数辨识矩阵条件数极大，辨识结果极易受到噪声影响。本文设计了去除冗余参数的自标定辨识方案，详细介绍了各个参数的推导，给出了误差参数的几何和数学解释。将机械臂末端约束在平面内，采样点均为已知距离的点，辨识时拟合出待测量平面，去除辨识参数中的冗余参数，再利用最小二乘法输出结果。相较于之前的方案，兼顾了准确性和成本两方面要求。分别根据仿真实验和实际操作验证了方法的有效性。在与其他参会者的交流中我也意识到了自己的方案依然有改进之处，例如辨识出了误差却未曾在关节空间内进行补偿，仍然有提升的空间；再有就是激励轨迹设计的虽然简单，但还不是最优的轨迹，最优的轨迹应该是傅里叶级数形式设计。

会议期间我还听取了其他参会者的口头报告，同汇报人探讨其中的原理，学习了相关专业专家的讲解，获益良多。主要关注了“智能机电、机器人、仿生学、自动化和控制系统”主题，例如：

(1) Control Method for Robotic Manipulation of Heavy Industrial Cables

讲解了自抗扰控制在重载机器人中的应用。作者根据机器人动力学方程设计控制律，将绳索机器人的力和力矩解耦，由雅可比矩阵将末端速度映射至关节空间内。作者提出的控制方法将滑模控制设计与自抗扰控制技术相结合，采用扩展状态观测器来估计传统控制器难以处理的未知扰动和建模误差。作者通过仿真和 UR5 机器人实际操作验证了提出的算法，在重载情况的情况下，机械臂精度与无载荷精度相同。

(2) A Six-degree-of-freedom Face Tracking Method for Non-contact Physiological Detection Robot

讲解了六自由度机械臂末端的人脸跟踪技术。根据相机获取的 RGB-D 图像，判断视野中人脸与机械臂的坐标关系，并驱动机械臂末端法向量始终垂直于人脸，且保持设定距离，通

过卡尔曼滤波的方式预测出行人的轨迹，提高系统响应速度。在实际实验中，实现了人脸跟踪的功能，即人脸始终出现在机械臂末端相机的视野之内。

该项设计可以用于非接触式医疗机器人，以减少接触和交叉感染的可能性。

(3) Real-Time Pixel-Wise Grasp Detection Based on RGB-D Feature Dense Fusion

提出了一种实时全卷积网络，用于检测 RGB-D 图像中每个像素的抓握姿势和置信度。作者并非同等地处理 RGB-D 数据，而是将深度图像转换为点云，并使用异构架构将 RGB-D 信息嵌入并密集融合到语义丰富的特征中。为了提高计算效率，作者还提出了一种新的点采样和匹配机制并将其集成到密集融合中。

(4) A Multi-sensor Intelligent Surface Garbage Cleaning Robot

以 STM32F407 为核心处理器，结合多传感器信息融合算法和 PID 控制算法，应用 GPS、视觉传感器、超声波传感器、姿态传感器和风向传感器。机器人可以根据多个传感器感知环境信息，自动将垃圾漂浮在水面附近。同时可以判断机器人的运行状态。测在工程方面具有很高的参考价值。

公示情况：

签字：

日期：