



华南理工大学  
South China University of Technology

项目作品集

吴小华

# 目录

一、主要学术成果 .....	1
二、基于压阻式柔性压力传感器阵列的触觉超分辨率技术 .....	3
三、可切换检测深度的接近-接触双模传感阵列及具身智能应用 .....	4
四、应用于碳纤维张力检测的仿指纹柔性压力传感器设计及制造 .....	5
五、基于柔性压力传感器阵列的下肢动作估计系统 .....	6
六、仿皮肤超长寿命全织物柔性压力传感器 .....	7
七、仿气囊梳柔性压力传感器设计、制造及应用 .....	8
八、多导联心电图监护衣产品迭代、算法开发及多端可视化系统 .....	9
九、面向车载域控制器自然散热场景的云图快速预测方法 .....	10
十、基于可穿戴电子和深度学习的动作纠正智能跳绳系统 .....	11
十一、智慧温室大棚物联网 .....	12

## 一、主要学术成果

论文:

1. **Wu, X.**, Wu, Z., Feng, Y., Liang, Y., Lu, L., Yang S., Xie, Y.\*. A bio-inspired proximity-tactile sensor array with tunable detection depth for embodied intelligence. *International Journal of Extreme Manufacturing*, *Accept.* (**JCR Q1, IF=21.3, TOP**)
2. **Wu, X.**, Huang, X., Liang, Y., Lu, L., Yang, S., Liao, J., ... Xie, Y\*. Deep Learning-Assisted Fingerprint-Inspired Flexible Pressure Sensor for Tension Monitoring in Carbon Fiber Production. *Advance Science.* (**JCR Q1, IF=14.1, TOP**)
3. **Wu, X.**, Liang, Y., Lu L., Yang S., Liang Z., Liu F., ... Xie Y\*. (2025). Fabric-Based Flexible Pressure Sensor Arrays with Ultra-Wide Pressure Range for Lower Limb Motion Capture System. *Research.* (**JCR Q1, IF=10.5, Top**)
4. **Wu, X.**, Lu, L., Liang, L., Mei, X., Liang, Q., Zhong, Y., ...Xie, Y\*. (2024). Quick Prediction of Complex Temperature Fields Using Conditional Generative Adversarial Networks. *ASME Journal of Heat and Mass Transfer*, 146(11). doi: 10.1115/1.4065911. (**JCR Q2, IF=1.8**)
5. Xie, Y. (导师), **Wu, X.**, Huang, X., Liang, Q., Deng, S., Wu, Z., ...Lu, L\*. (2023). A Deep Learning-Enabled Skin-Inspired Pressure Sensor for Complicated Recognition Tasks with Ultralong Life. *Research*, 6. doi: 10.34133/research.0157. (**JCR Q1, IF=10.5, Top**)
6. Xie, Y., Bian, S., Lu, L., Chen, H., Liao, J., Liang, Y., & **Wu, X.\***. (2025). Airbag-like Comb Flexible Pressure Sensor and Its Wearable Applications. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 17(23), 34230–34240. doi: 10.1021/acsam.5c05118. (**JCR Q1, IF=8.2**)
7. **Wu, X.t**, Xie, Y. +\*, Chen, W., Huang, X., Wu, Z., Bian, S., ...Lu, L\*. A Damage Ultra-Tolerant Super-Resolution Piezoresistive Tactile Sensor Array Mimicking Human Skin. (manuscript completed)
8. Yang, W., Xie, Y., **Wu, X.**, Yang, R., Lu, L., Li, J., & Chen, H. (2025). A novel perspective on laser-induced graphene in electronic skin for sensing and distinguishing of strain and temperature. *Sens. Actuators, A*, 382, 116132. (**JCR Q1, IF=4.9**)
9. Zhong, Y., Xie, Y., Chen, H., **Wu, X.**, Chai, S., Li, J., ...Yang, S. (2024). Study on the design and application of liquid-cooling plate for vehicle integrated domain controller based on planar DNA-type flow channel. *Int. Commun. Heat Mass Transfer*, 159, 108193. (**JCR Q1, IF=6.4**)
10. Mei, X., Xie, Y., Chai, S., **Wu, X.**, & Lu, L. (2023). Analysis of Liquid Film Evaporation in Porous Particles: Toward Optimal Wick Parameters for Heat Transfer in Heat Pipes. *ASME Journal of Heat and Mass Transfer*, 145(11). (**JCR Q2, IF=1.8**)
11. Ding, X., Xu, X., He, Z., Liang, Y., **Wu, X.**, & Li, Z. (2023). Selective laser carving-induced patterned electrodes for high-performance binder-free and substrate-free all-carbon-based micro-supercapacitors. *Carbon*, 213, 118177. (**JCR Q1, IF=11.6, Top**)
12. Xie, Y., Chen, W., Lin, N., Ding, X., Zhang, B., & Wu, X. (2024). Cost-Effective Tunable Iontronic Pressure Sensors Based on a Performance Prediction Model. *IEEE Sens. J.*, 24(20), 31796–31805. (**JCR Q1, IF=4.5**)
13. Wang, W., Lu, L., Lu, X., Liang, Z., Lin, H., Li, Z., ...Xie, Y. (2023). Scorpion-inspired dual-bionic, microcrack-assisted wrinkle based laser induced graphene-silver strain sensor with high sensitivity and broad working range for wireless health monitoring system. *Nano Res.*, 16(1), 1228–1241. (**JCR Q1, IF=9, Top**)

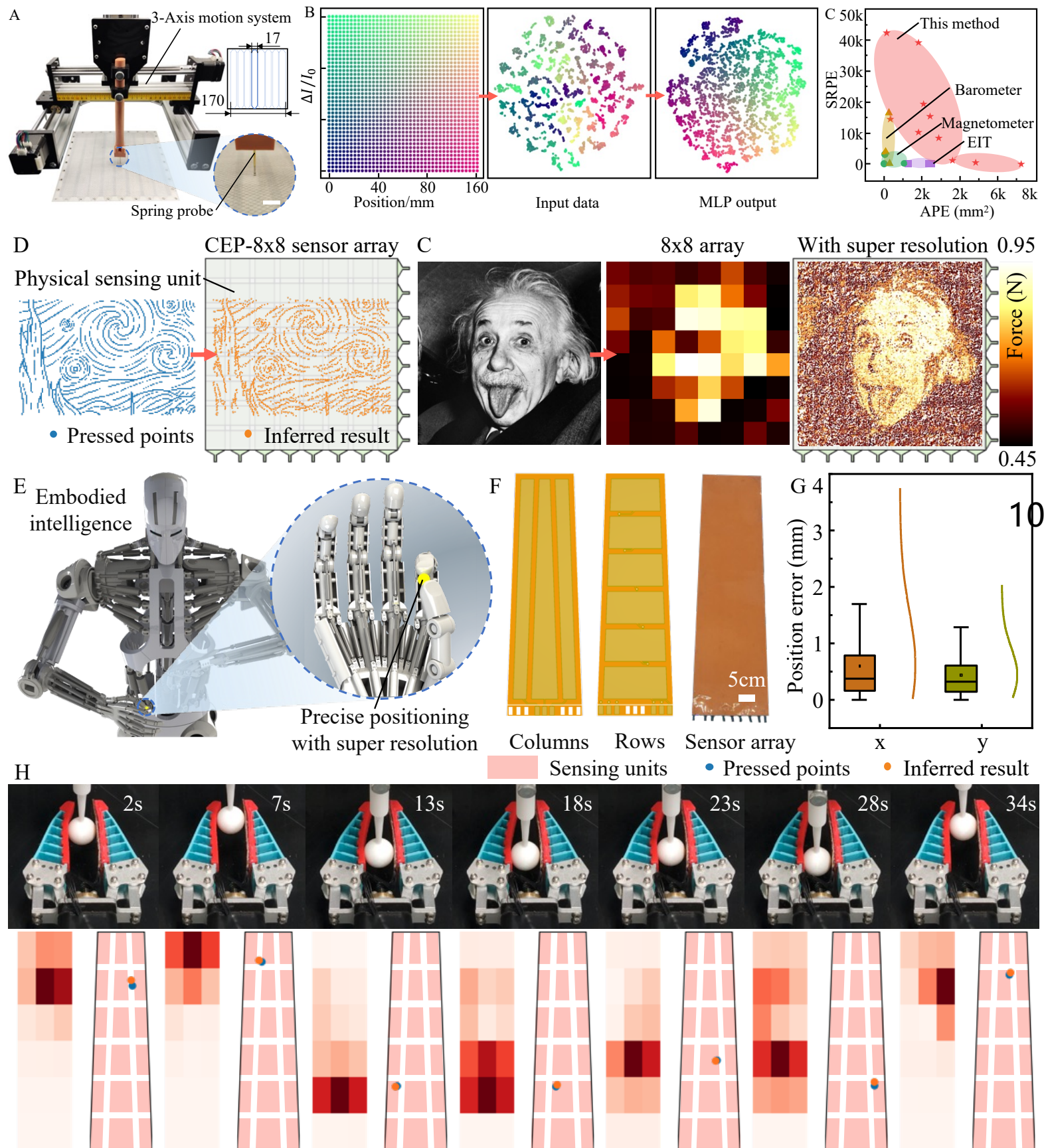
## 一、主要学术成果

### 发明专利:

1. 谢颖熙, **吴小华**, 陆龙生, 李泽泓, 刘宗昊, 郑博文.一种跳绳动作识别系统、方法及跳绳: 广东省, CN113856132B[P]. 2022-04-22. (**已授权**)
2. 谢颖熙, **吴小华**, 陆龙生, 梁庆铨, 梁澜之, 钟宜淋.一种散热器内PCB温度场的计算方法、系统、装置及介质: 广东省, CN114781201B[P]. 2025-03-07. (**已授权**)
3. 谢颖熙, **吴小华**, 陆龙生, 梁宇轩, 梁展博, 刘飞龙, 鲁啸宇.基于柔性压力传感器阵列的下肢动作捕捉方法、装置、设备及介质: 广东省, CN120360532A[P]. 2025-07-25
4. 谢颖熙, 吴小华, 陆龙生, 李泽泓, 鲁啸宇, 张航洋, 梁展博.一种三维透气电极片及其制备方法、应用: 广东省, CN119587036A[P]. 2025-03-11
5. 谢颖熙, 吴小华, 陆龙生, 黄享豹, 吴泽纪, 刘飞龙.一种仿皮肤结构的柔性触觉传感器阵列、方法及装置: 广东省, CN117405265A[P]. 2024-01-16
6. 谢颖熙, 吴小华, 陆龙生, 姚云鹏, 吴泽纪, 邓世平.一种基于柔性压力传感器的智能检测系统及方法: 广东省, CN116919389A[P]. 2023-10-24
7. 谢颖熙, 吴小华, 陆龙生, 邓世平, 李泽泓, 鲁啸宇, 张航洋.一种用于采集多导联心电信号的系统: 广东省, CN116919406A[P]. 2023-10-24
8. 车载域控制器散热管理快速计算软件[简称: Scupha]. V1.0.0. 2022年02月21日. (软件著作权)

## 二、基于压阻式柔性压力传感器阵列的触觉超分辨率技术

柔性压力传感器阵列作为关键感知器件受限于大面阵带来的单元数量庞大、布线压力而无法应用于实际场景，提出一种模拟人体触觉超分辨率现象的通用柔性压力传感器阵列超分辨率方法，实现超越物理分辨率1w倍的实际定位精度，应用验证于人形机器人触觉感知场景，**学生一作申请发明专利1件，成稿拟以第一作者发表SCI论文1篇。**



### 三、面向具身智能应用的远距-近距-接触三模态传感阵列研究

接近觉和接触觉已成为机器人具身智能关键信息，但是目前基于边缘电场的接近觉空间分辨率与检测深度存在矛盾。受瞳孔近反射启发，提出基于屏蔽层的新型传感阵列架构，实现可以近处高分辨和远场感知切换。负责基于分形结构的双模传感阵列制造、障碍物/手势识别数据集搭建及算法开发、三维目标定位感知数据采集及算法搭建，实现高分类准确率分类及0.2mm的RMSE高定位精度，完成并以第一作者发表IF>20 SCI论文1篇。

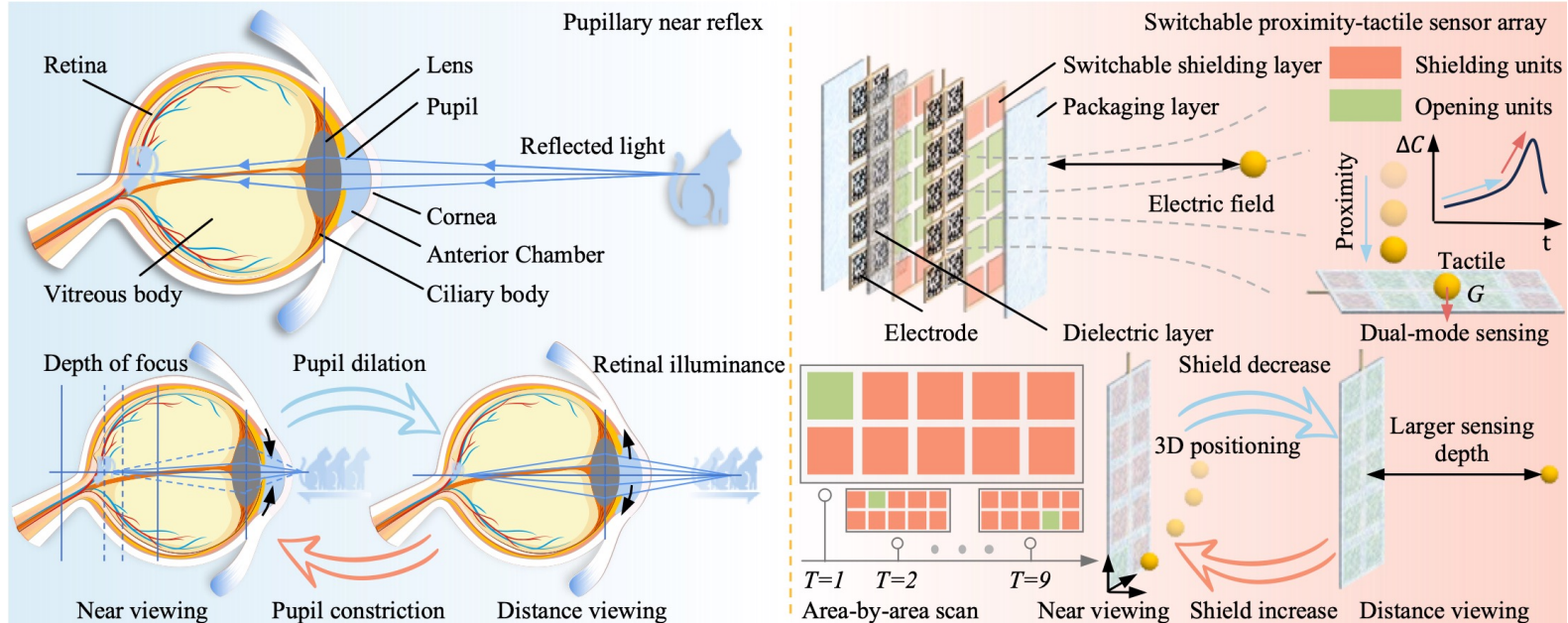


图1 仿瞳孔可切换传感器的碳纤维张力检测应用

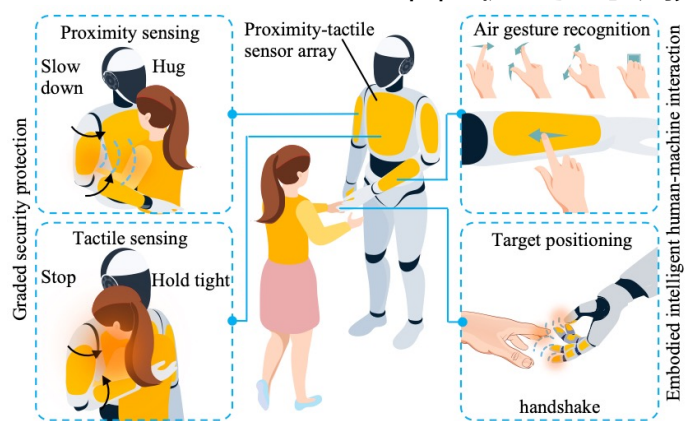


图2 具身智能及人机交互

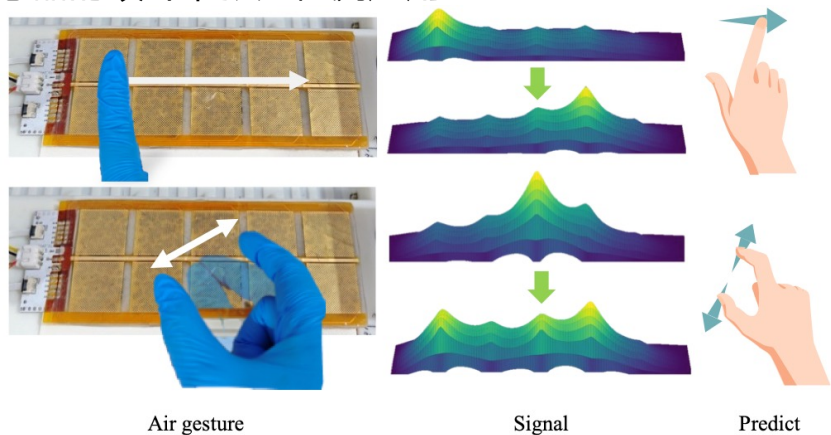


图3 悬空手势识别应用

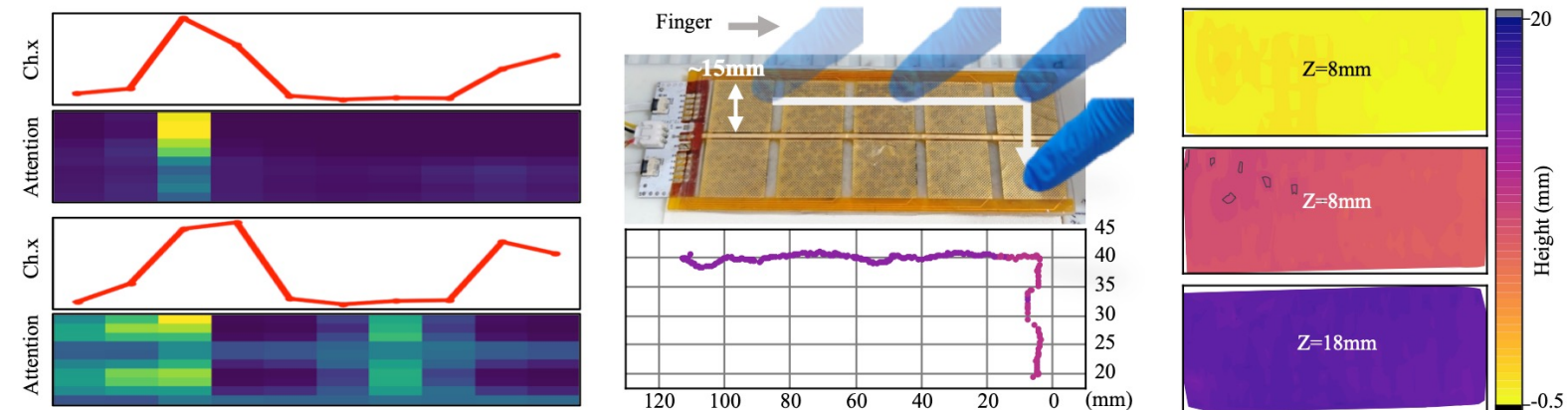


图4 空间目标定位感知应用

## 四、应用于碳纤维张力检测的仿指纹柔性压力传感器设计及制造

针对于目前大宽幅多丝束碳纤维生产中张力检测手段体积庞大、难集成等关键瓶颈，提出了一种仿指纹结构柔性压力传感器的张力检测方法。开展柔性压力传感器制造工艺优化及阵列设计、碳纤维张力模拟运行系统搭建、异常检测数据库搭建、异常检测算法开发及研究，实现对异常张力高达96%的分类精度，完成并以第一作者发表IF>10 SCI论文1篇。

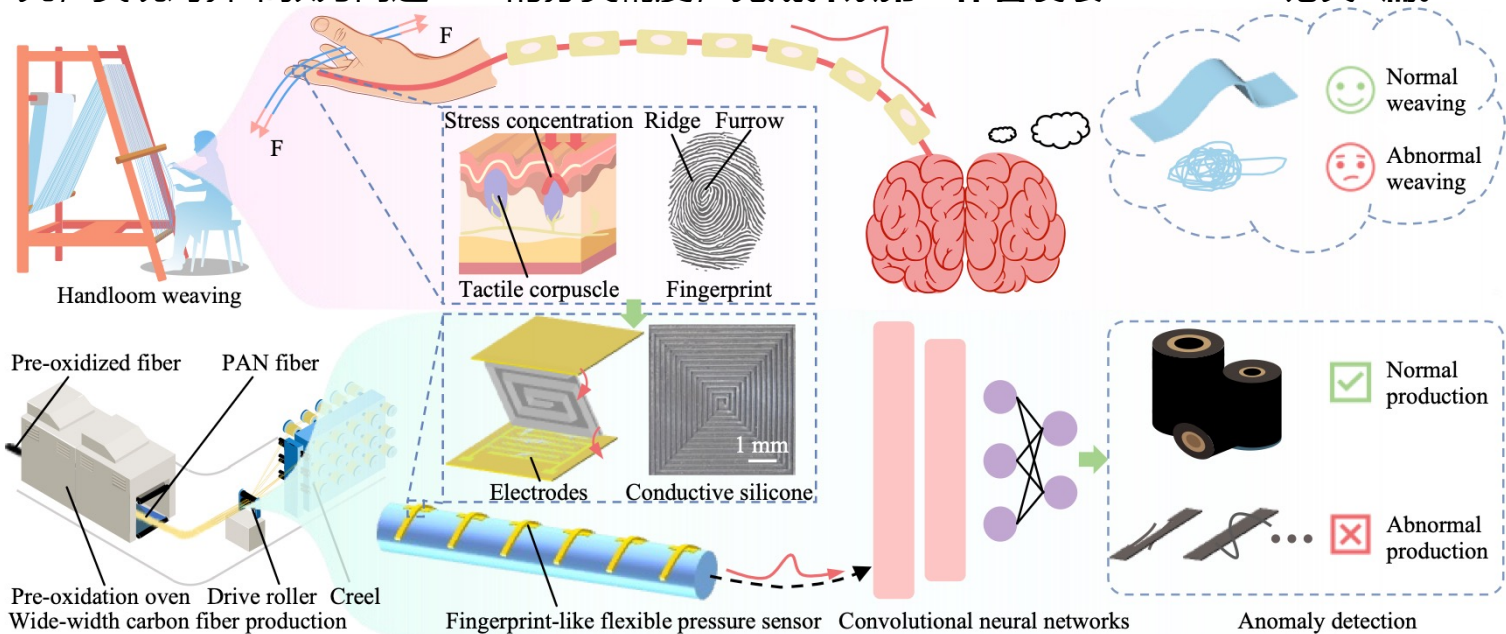


图1 仿指纹柔性压力传感器的碳纤维张力检测应用

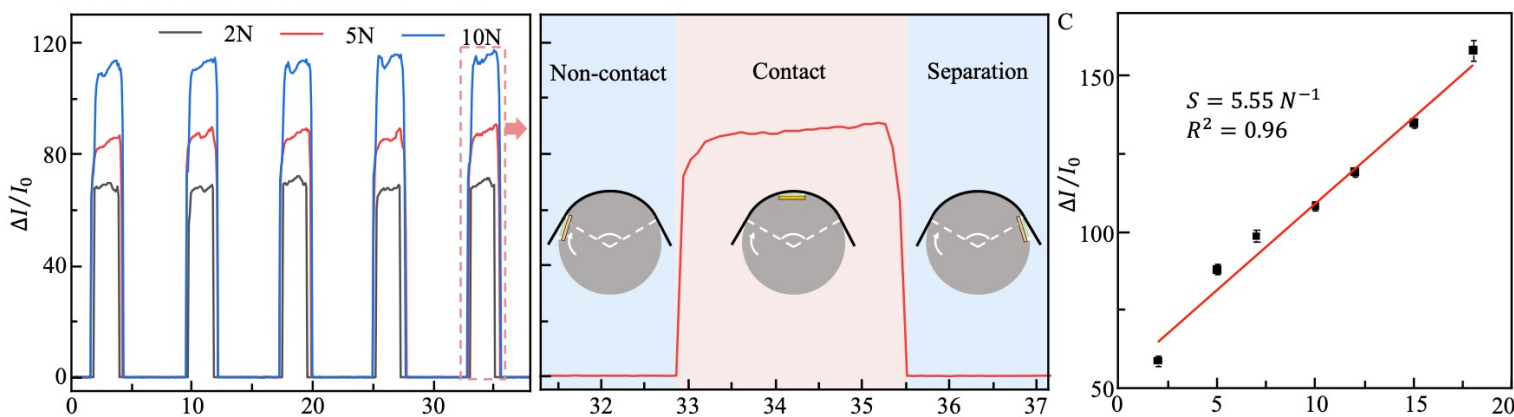
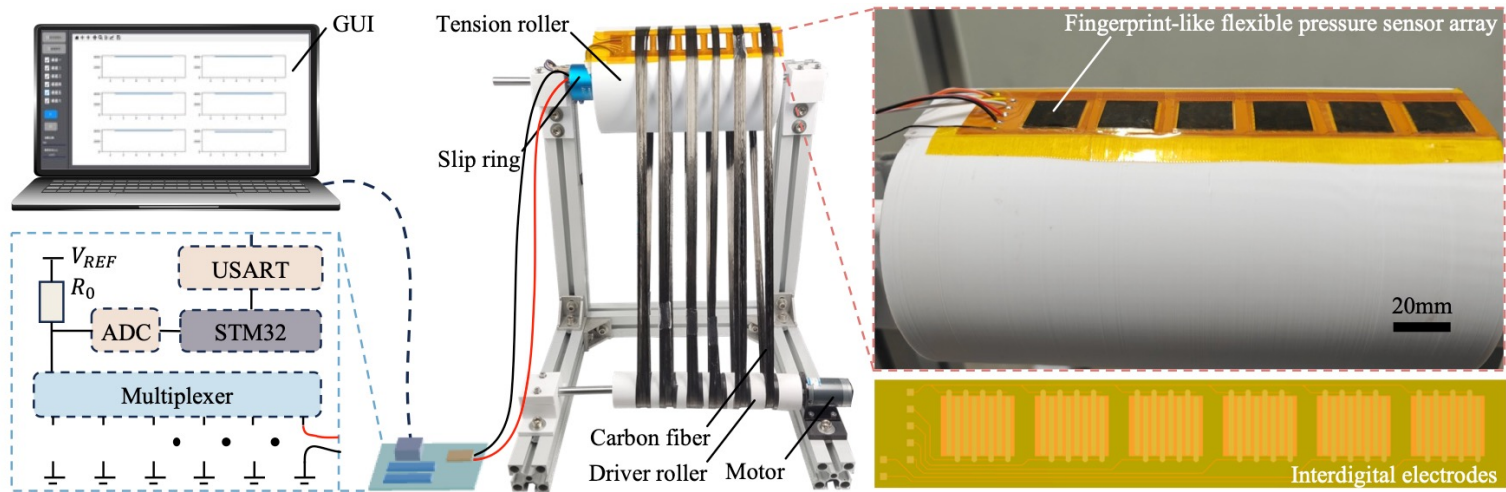


图2 碳纤维张力检测模拟装置搭建

## 五、基于柔性压力传感器阵列的下肢动作估计系统

针对现有光学和惯性捕捉技术笨重的可穿戴性、受限的操作场景和对自然活动干扰等限制，提出仅基于柔性压力传感器阵列的下肢动作估计系统，负责超高压范围柔性压力传感器阵列设计及制造、柔性压力传感器阵列采集系统、人体运动数据库搭建、基于transformer时序预测模型搭建及训练工作，实现**关节平均估计误差<4cm**，以学生一作申请**专利1件**，完成并已发表**第一作者IF>10 SCI论文1篇**。

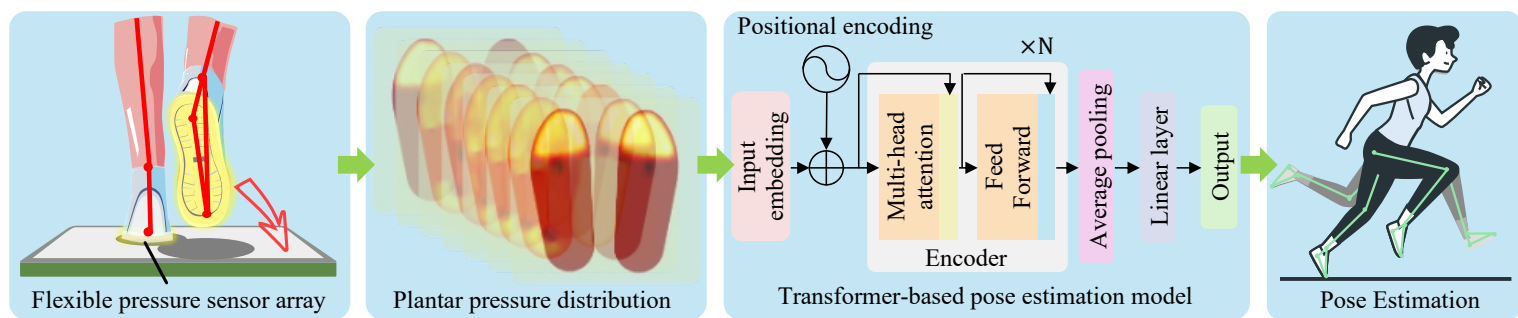


图1 仅基于柔性压力传感器鞋垫的下肢运动估计系统 workflow

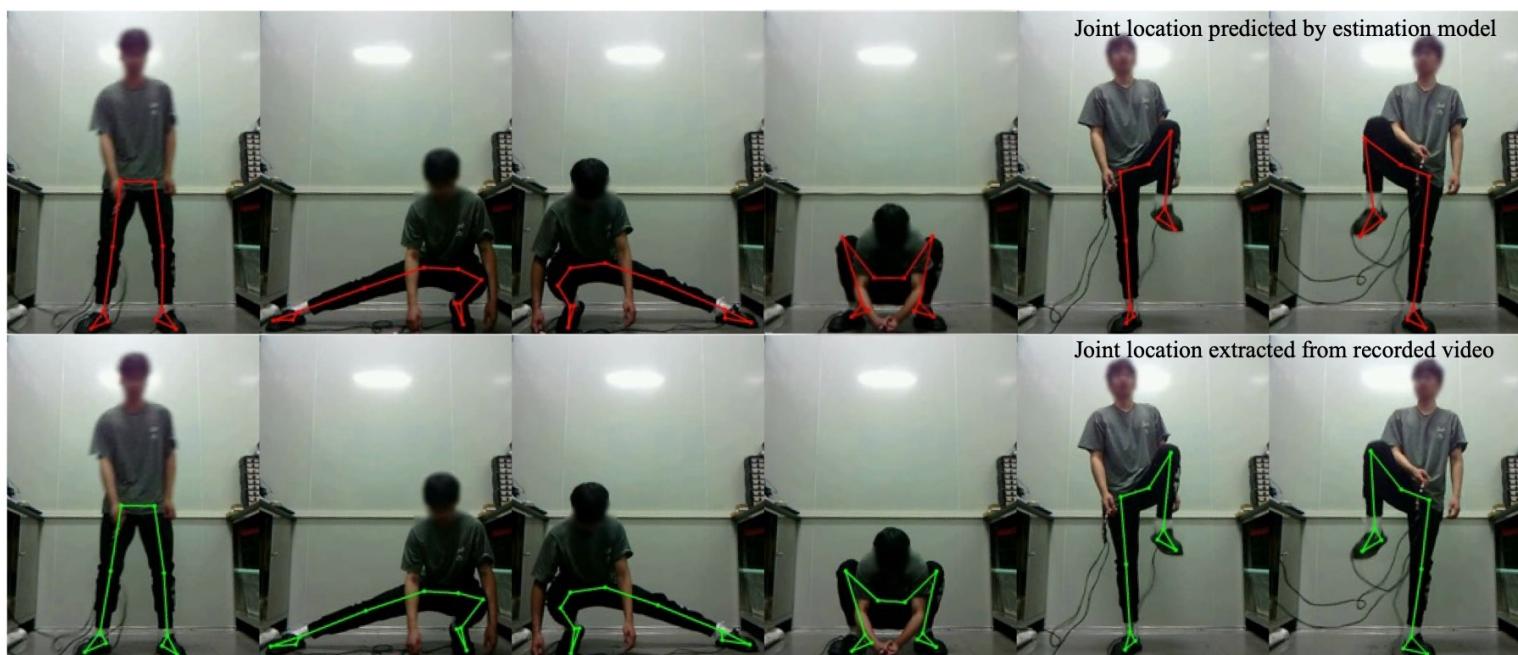


图2 所开发的下肢运动估计系统与光学动作捕捉系统效果对比

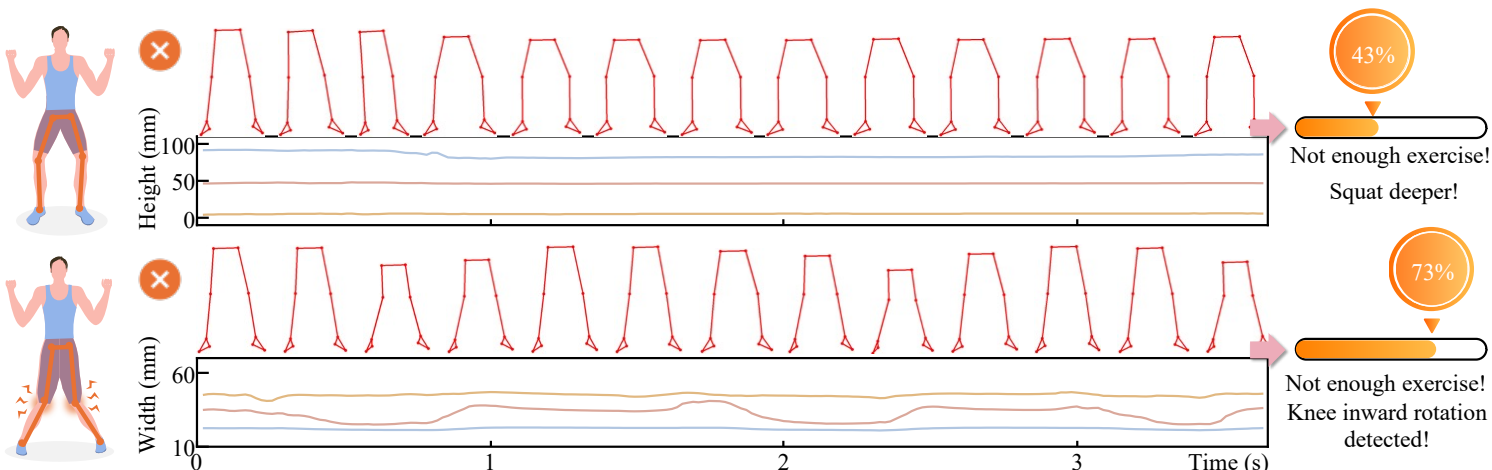


图3 所开发的下肢运动估计系统用于下蹲康复运动准确性和完成度检测

## 六、仿皮肤超长寿命全织物柔性压力传感器

柔性全纺织压力传感器引起广泛关注，但是复杂的识别任务需要复杂的传感器阵列，存在大量的冗余数据。受皮肤编码压力变化和执行复杂的感知任务的启发，我们开发了一种简单的浸渍干燥方法来制造具有信号传输层、保护层和传感层的全纺织压力传感器。该传感器实现了高灵敏度、超宽检测范围、无疲劳100万加载/卸载循环的机械稳定性以及低材料成本。得益于仿皮肤的信号传输层的引入，通过单个传感器实现了复杂分类任务，**学生一作申请发明专利1件，发表IF>10 SCI论文1篇。**

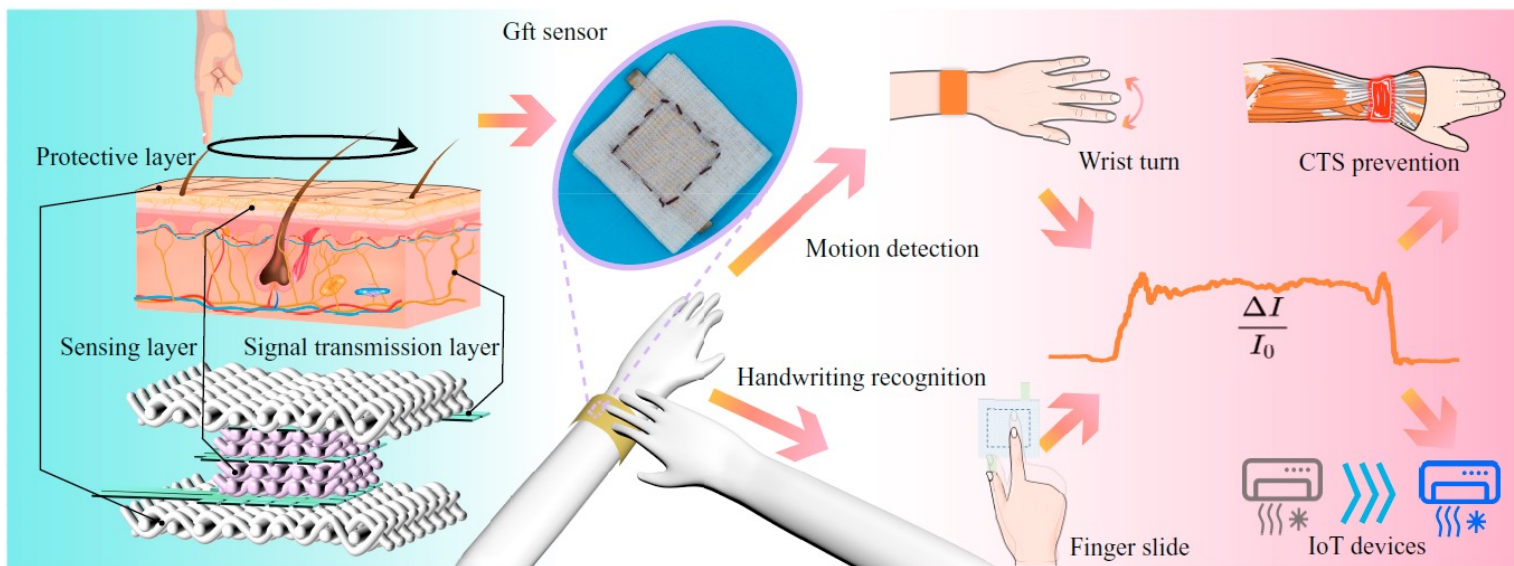


图1 仿皮肤全织物传感器架构及应用

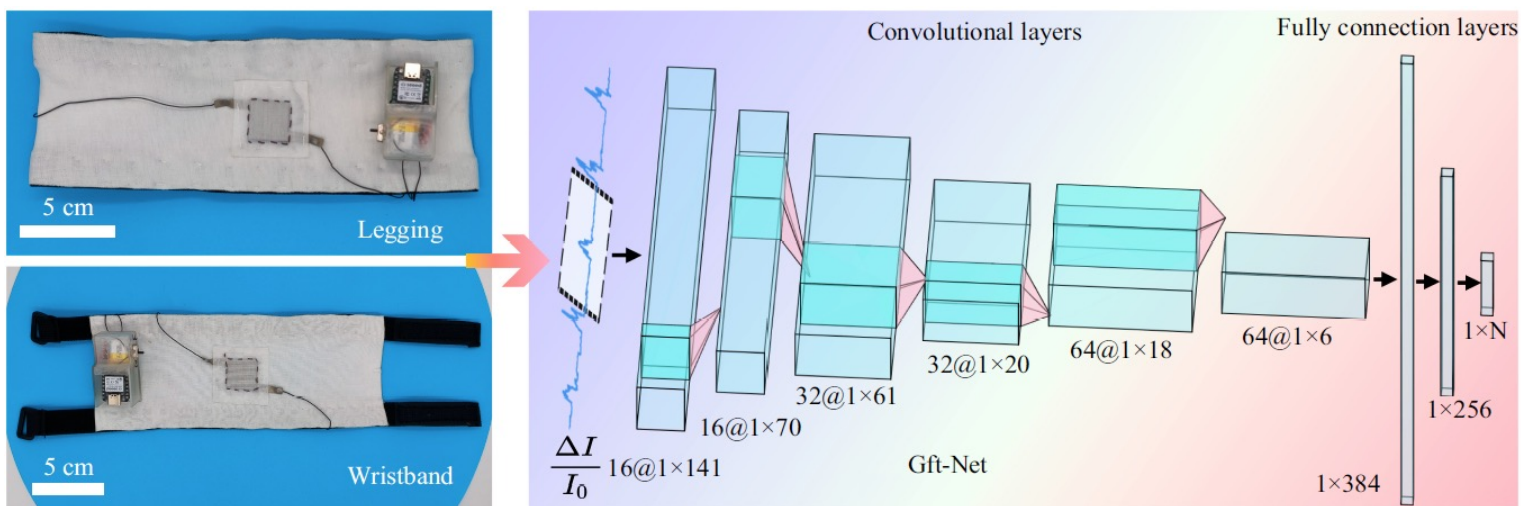


图2 可穿戴器件形态及算法模型

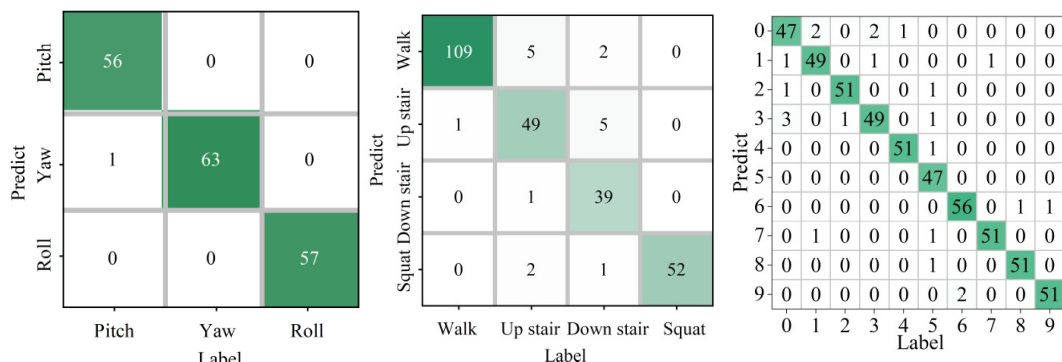


图3 手腕转动、人体行走、手写数字识别测试结果

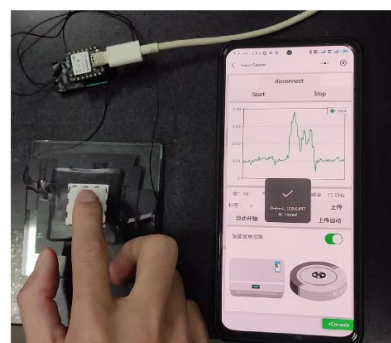


图4 部署测试

## 七、仿气囊梳柔性压力传感器设计、制造及应用

针对目前柔性压力传感器存在高灵敏度低工作范围的矛盾，提出一种基于激光刻蚀的仿气囊梳结构柔性压力传感器，得益于受压后气囊凹陷，梳齿聚拢的效应，传感器实现在3MPa超宽工作范围内，高达 $20\text{kPa}^{-1}$ 的高灵敏度，以独立通讯发表IF>8 SCI论文1篇。

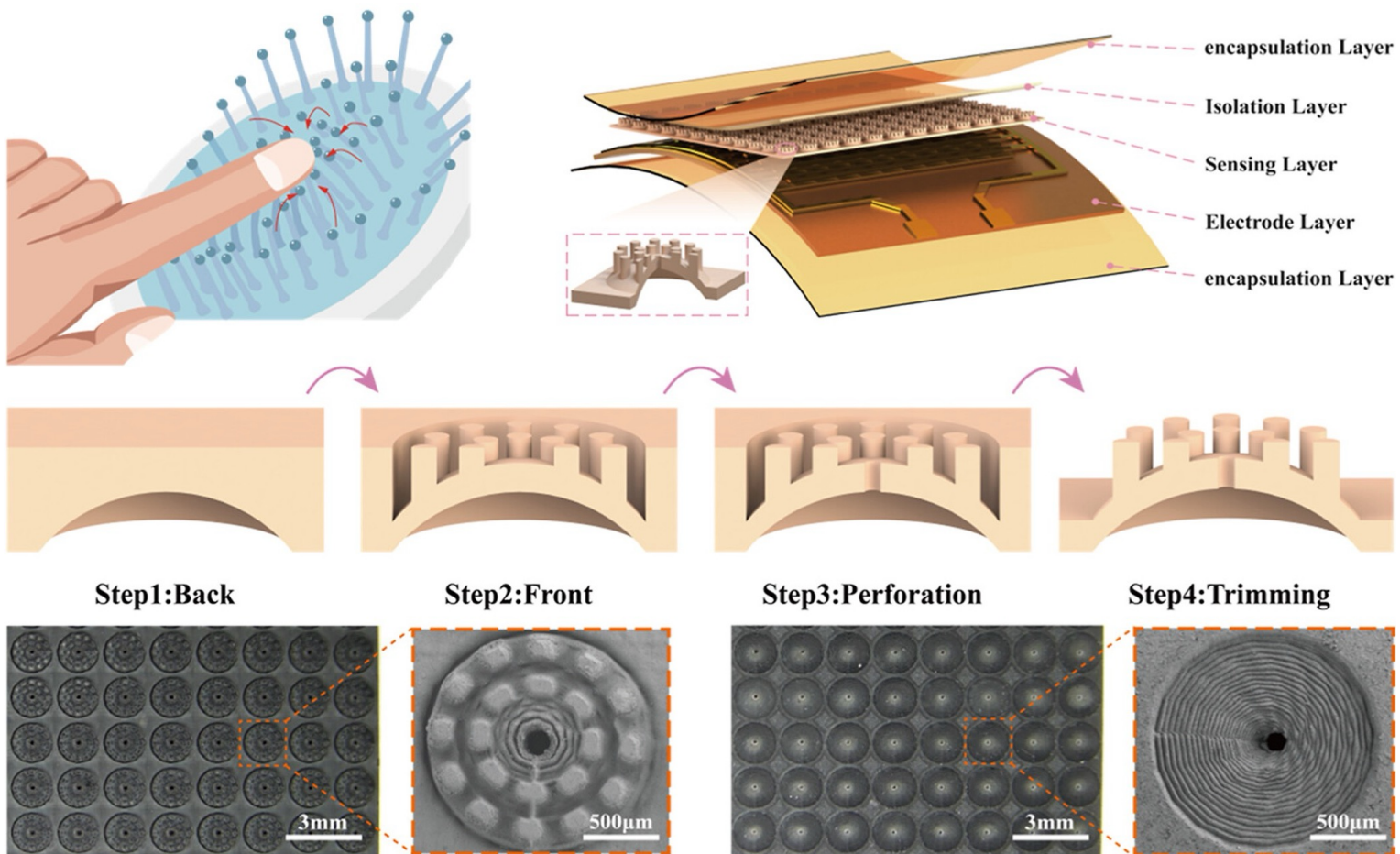


图1 仿气囊梳柔性压力传感器结构及制造流程

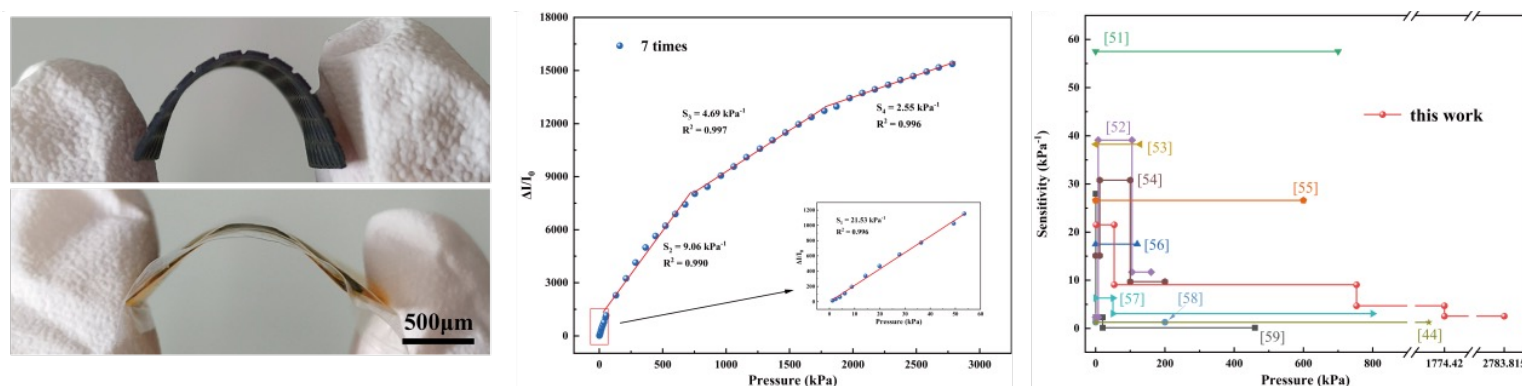


图2 器件实物图及性能对比

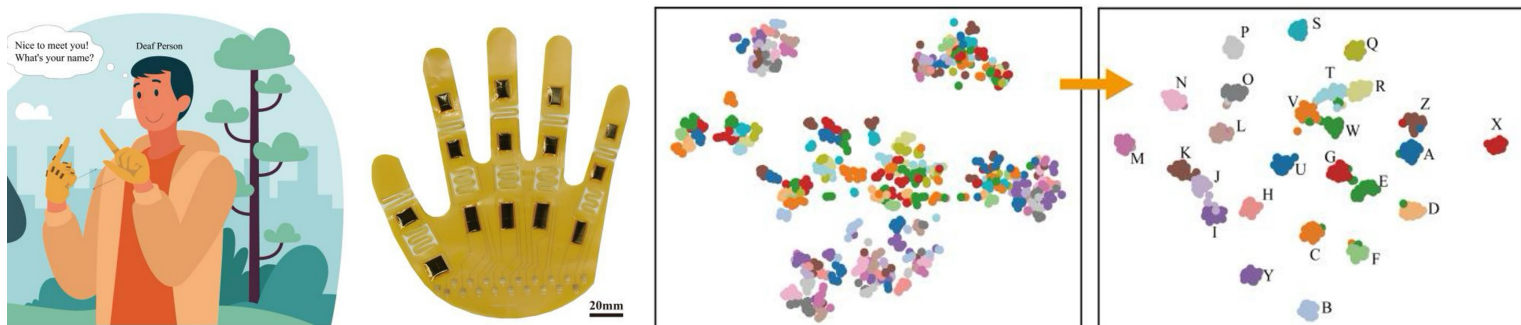


图3 智能手套实物图及手语分类结果

## 八、多导联心电监护衣产品迭代、算法开发及多端可视化系统

研发三导联及十二导联一体化热印织物心电采集系统并实现小批量生产；基于MIT-BIH数据库，完成10万+心拍数据清洗与降频重采样，利用PyTorch构建五分类CNN模型，对常见心律失常分类准确率达97%；开发基于微信小程序的移动端交互系统，通过BLE 5.0实现心电数据接收与指令交互；同时基于Tkinter开发桌面端软件，集成部署分类模型并提供可视化分析。**学生一作申请发明专利两件，学生三作申请发明专利三件，学生第一完成人获首届佛山高价值专利转化赛院校组唯一金奖。**

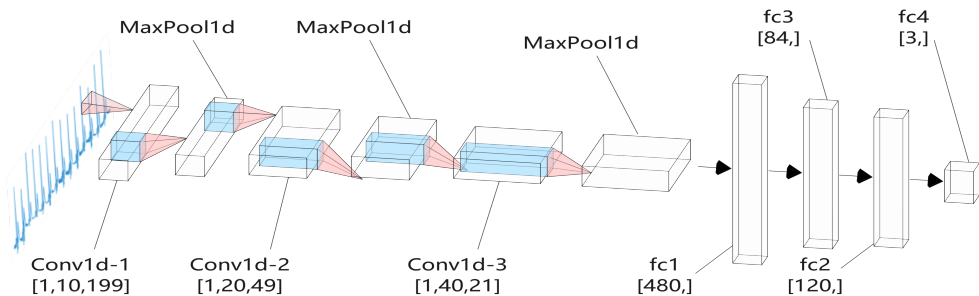


图1 单导联异常心律信号分类模型



图3 三导联心电衣

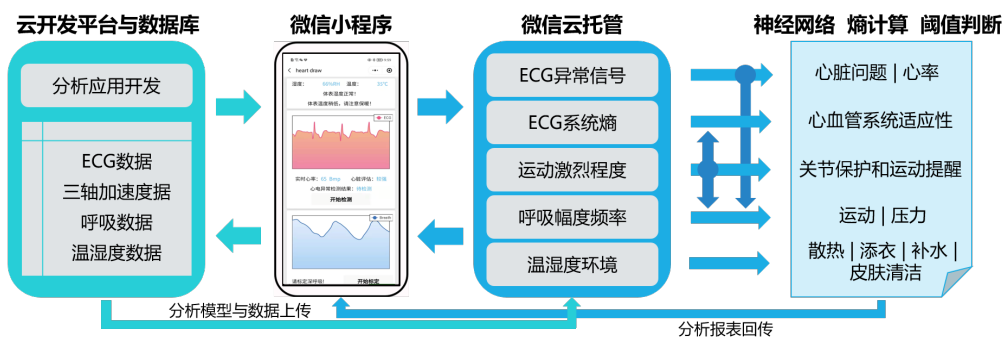


图2 单导联心电仪微信小程序架构

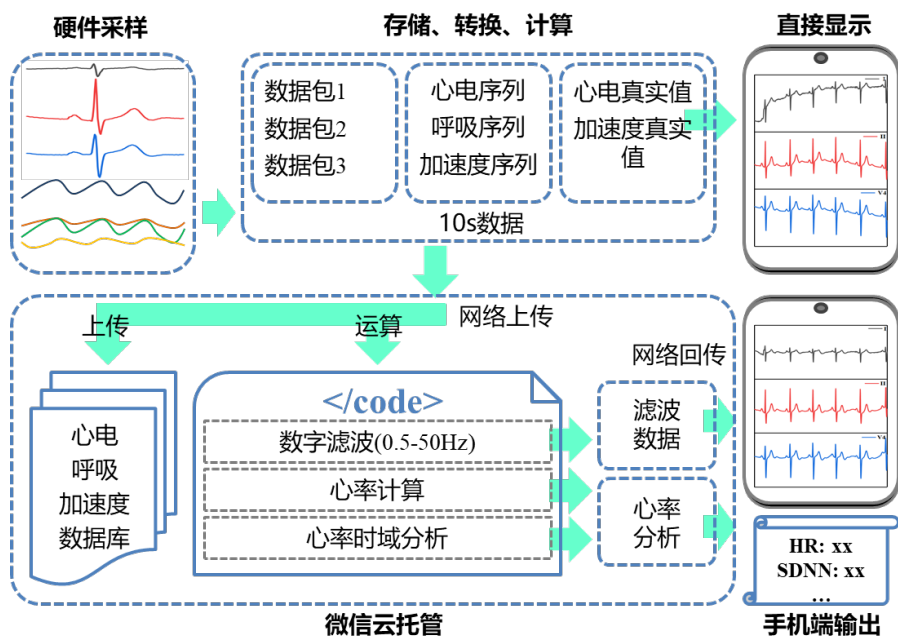


图4 三导联心电衣微信小程序架构

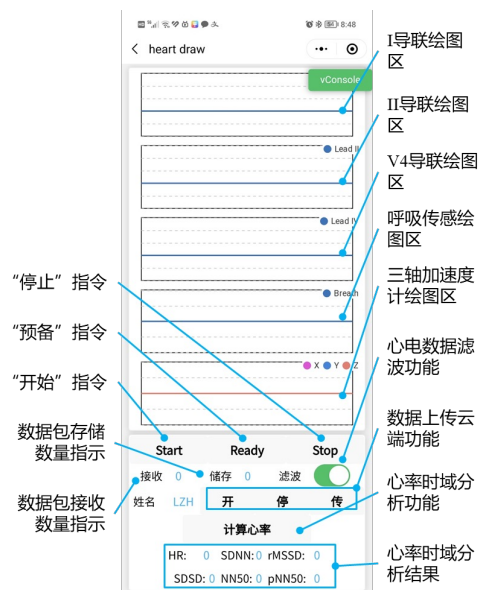


图5 三导联心电衣微信小程序界面

## 九、面向车载域控制器自然散热场景的云图快速预测方法

针对现有热流耦合计算耗费算力大、时间长、门槛高的难点，提出了一种基于cGAN的二维温度场代理模型，与有限元模拟相比，将案例的计算时间从几十分钟甚至更长缩短到几毫秒，基于PyTorch框架搭建搭建自然散热场景温度场快速预测模型，于风冷场景少批量数据实现快速预测模型的跨场景迁移，**学生一作授权专利一件，软著一件，发表SCI Q2论文1篇。**

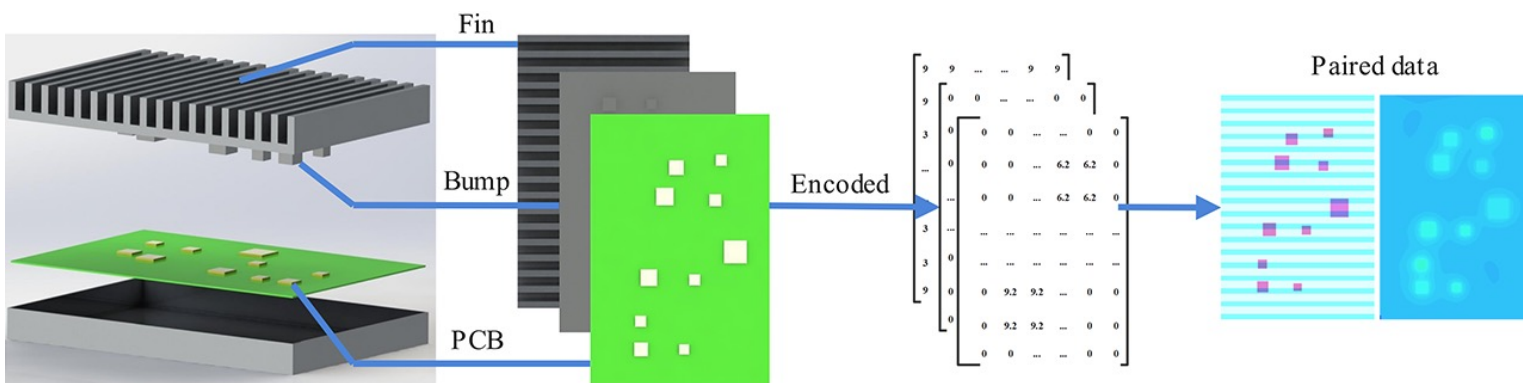


图1 车载域控制器图像编码方式及数据示意图

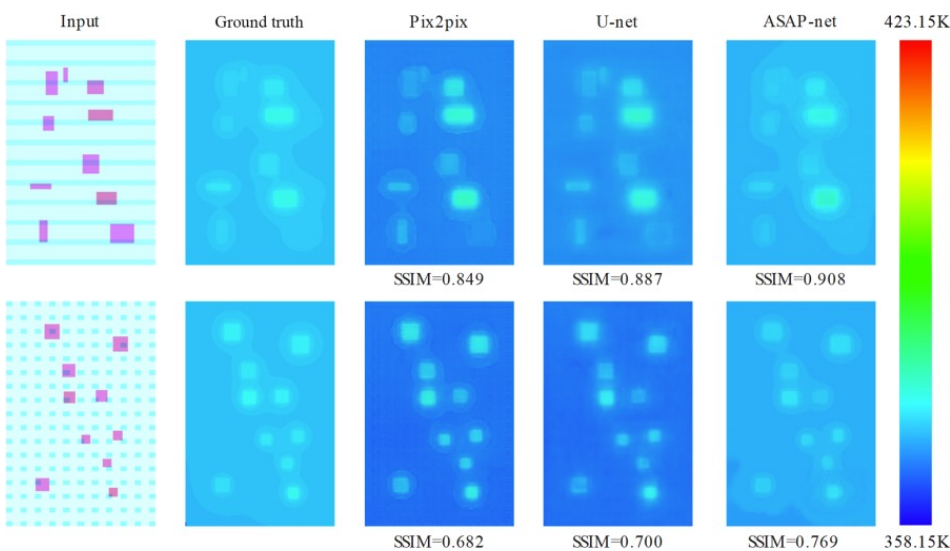


图2 不同的cGAN模型的云图预测效果对比

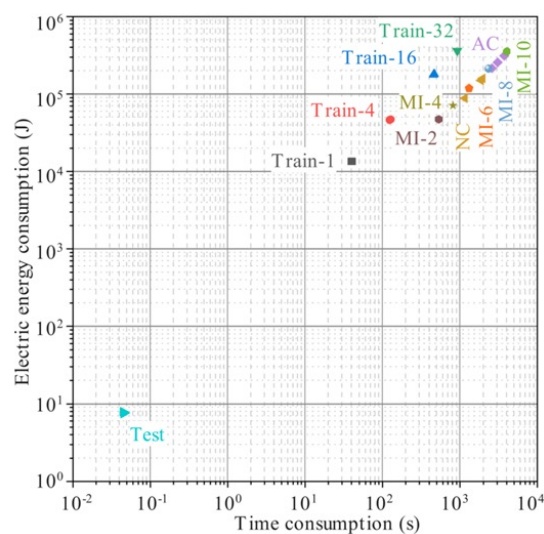


图3 与FEM的时间和能量对比

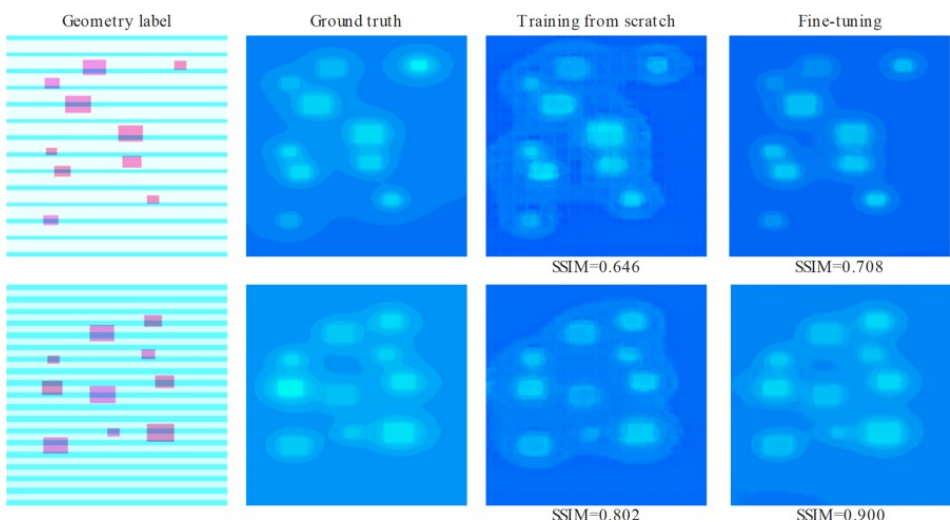


图4 风冷场景的迁移效果对比

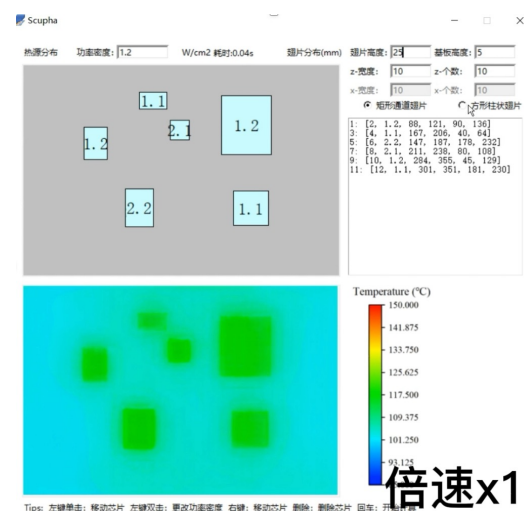


图5 云图预测快速设计软件

# 十、基于可穿戴电子和深度学习的动作纠正智能跳绳系统

针对用户跳绳动作不当难自察痛点，提出基于可穿戴电子与深度学习的智能跳绳系统，实现常见花样跳绳错误实时识别提醒及基于身体状态的教练级训练指导；开发成熟小程序交互界面，并利用 Docker + Flask + PyTorch 将模型部署于微信云托管，免备案、免鉴权与资源弹性伸缩优势，**学生一作发明专利授权一件。**

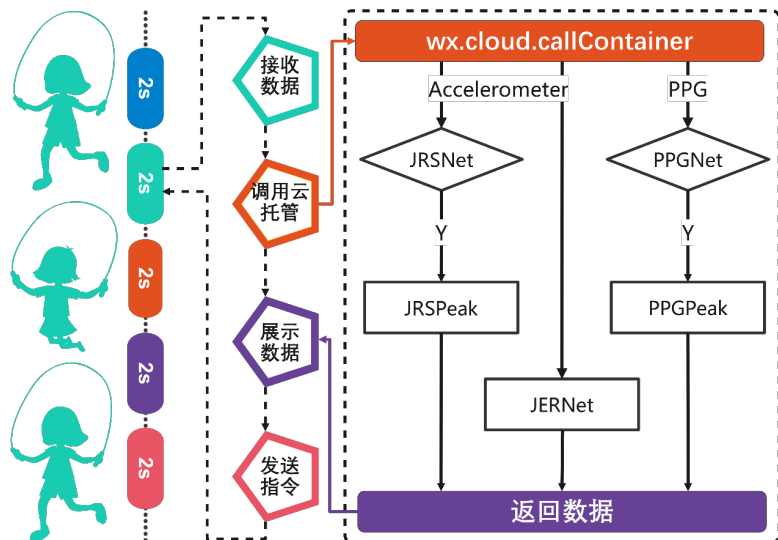
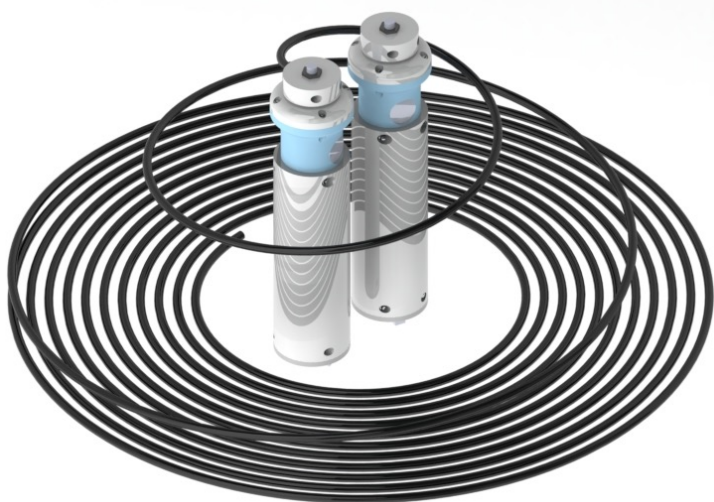
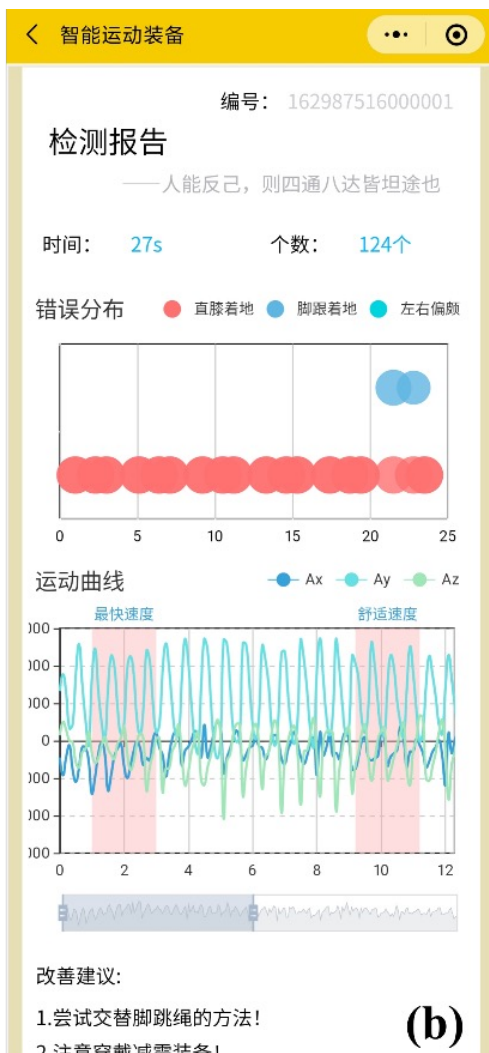


图1 智能跳绳示意图

图2 智能跳绳纠正过程流程图



(a)



(b)



(c)

图3 智能跳绳小程序主要功能界面

# 十一、智慧温室大棚物联网

基于 ESP8266 Non-OS SDK 开发嵌入式固件，实现多模态传感数据采集、远程智能控制及低功耗管理，支撑高并发数据吞吐 (>10,000条/台/日)，采用 TSDB 高效存储；集成多传感器采集环境数据，通过 MQTT 协议上传至百度天工物联网平台，结合规则引擎实现自动化控制与 TSDB 搭建，采用物模型规范设备（风机/水泵/LED）控制逻辑并利用物影子保持状态同步；基于 Tkinter 开发 PC 端本地监控界面，依托百度天工 IoT 平台构建网页端可视化，并开发微信小程序实现移动端远程环境监控，项目获校内泰谷杯二等奖。

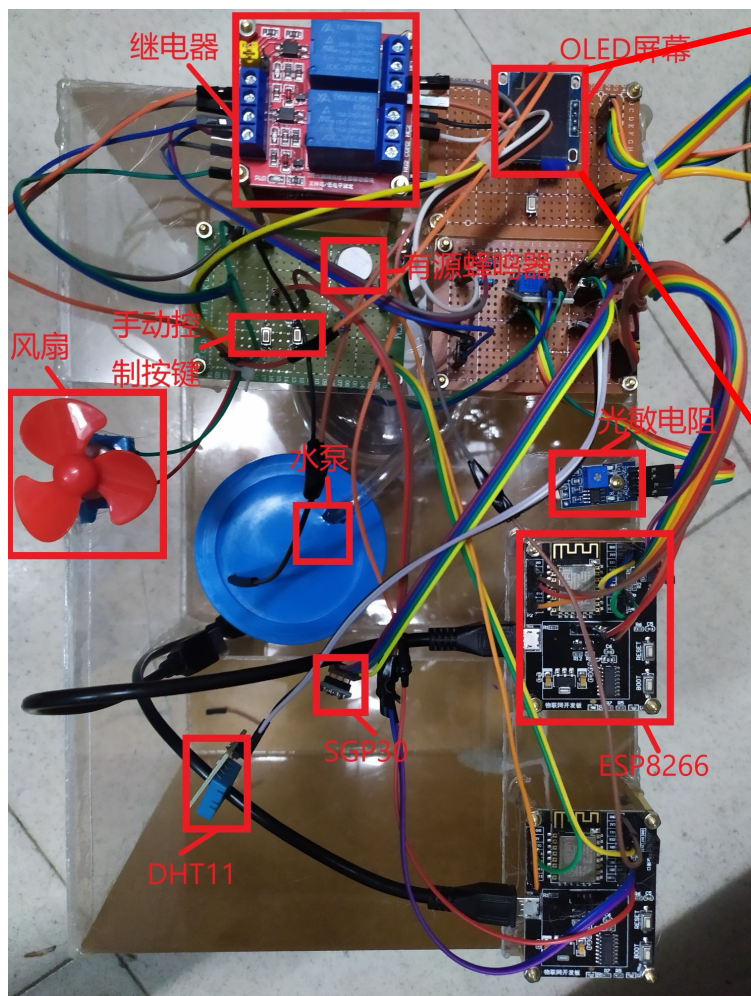


图1 模拟智能大棚装置

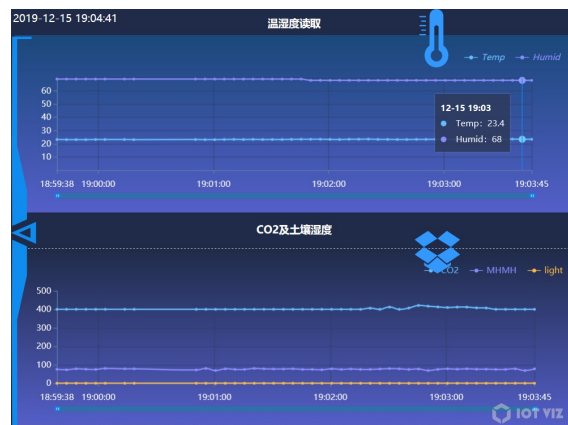


图2 网页折线图



图3 桌面端控制界面

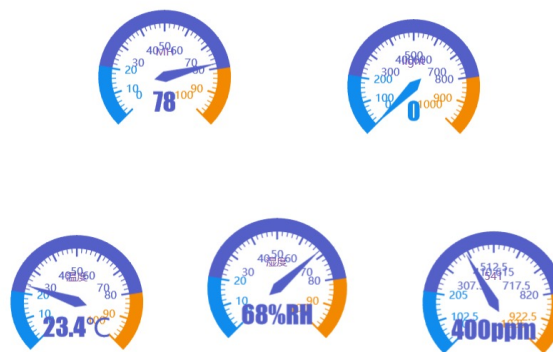


图4 网页端仪表盘