

智能指环“站立小时”算法开发：数据采集方案

1. 方案原则

有限的资源下，开发高杠杆的数据测试流程，以算法鲁棒性为核心，第一阶段不追求学术完备性。算法流程灵活符合快速迭代的设计，适用于小样本多场景的深度分析。

我们的测试重点从传统的‘统计显著性’转向“边界场景覆盖程度”，核心目标要求识别所有可能得误判场景，验证边界条件下的稳定性，并且建立最小的可行测试集（MVP Test Suite）

2. 场景假设

负场景 (-):

持续久坐办公

长时间乘坐交通工具、开车

午休、持续睡眠

!!! 仅手活动，比如拿水杯、递文件、用鼠标打游戏。

正样本 (+):

1. 手部动作具有周期性：散步、站立交谈、慢跑、轻度劳动
2. 手部不规则运动：站立伸展，上厕所
3. 手部静止：手部支撑起身，手扶电梯或者直梯，排队

3. 技术实现思路

正负场景区分标志物（特征）

1. 时域特征：最大幅度/ 平均幅度，时间窗长度
 2. 频域特征：空间频率变化（或三轴投影频率）or能量分布
 3. 信号周期性（特殊模式）-- 信号奇偶分解
 4. 突变性（二阶微分特性）
 5. 极坐标转化后特征（旋转特征）
 6. 模式识别---组合特征+机器学习预训练分类模型
 1. ACC估计重力方向，然后建立绝对坐标，估计运动轨迹（但不是重点，应该看做模式识别中的一个参考，从机器学习的视角，将重力分量的时频特征作为输入，训练一个分类器，而不是试图用物理公式解算出一个“绝对正确”的姿态角）
-

Appendix:

1 初步数据采集方案

--需要芯片数据手册来进一步确定采样率和量程。

2 负样本场景库

2.1 坐姿场景：手部活动干扰

A. 职业性手部活动（高频、规律）

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-01	全键盘高速打字	10-30分钟	高频（4-8Hz）、低幅（0.2-0.5g）、轴固定	★★★★★
NS-02	数字小键盘输入	5-15分钟	单指高频点击、强周期性	★★★★
NS-03	鼠标操作集群	10分钟	混合信号：点击（脉冲）+移动（低频连续）	★★★
NS-04	触控板手势	5分钟	多指手势、缩放/旋转产生的特殊模式	★★★★
NS-05	手机触屏操作	8分钟	拇指滑动（<2cm位移）、点击组合	★★★

B. 日常手部活动（中低频、不规则）

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-06	书写/绘画	10分钟	低频压力变化、间歇性停顿	★★
NS-07	桌上手工艺	15分钟	剪刀剪切、粘贴、折叠等复合动作	★★★
NS-08	用餐动作	20分钟	餐具使用、端碗、擦拭等	★★
NS-09	翻书/文件	5分钟	突发性翻转动作+静止阅读	★

C. 欺骗性身体微动

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-10	坐姿伸懒腰	每次5-8秒	上肢大幅伸展、躯干后仰但骨盆不离座	★★★★★
NS-11	椅子旋转	连续旋转	离心力干扰、重力分量周期性变化	★★★★
NS-12	抖腿/颠脚	持续/间歇	高频（2-4Hz）、全身振动传导	★★★
NS-13	咳嗽/打喷嚏	突发	全身突发冲击（0.5-1g）、持续时间短	★★

2.2 卧姿场景

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-14	床上阅读	30分钟	侧卧姿态、单手翻书、姿态角稳定	★★
NS-15	睡前手机使用	20分钟	仰卧、手腕悬空、手指微动	★★★
NS-16	失眠辗转	间歇	缓慢翻身、重力轴渐变	★

2.3 交通工具场景

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-17	城市汽车通勤	30分钟	随机颠簸（0.1-0.3g, 2-8Hz）	★★★★
NS-18	地铁/火车	20分钟	启停加速度（0.5-1m/s²）、规律振动	★★★★★
NS-19	飞机平稳飞行	持续	低频环境噪声、偶发湍流	★★
NS-20	自行车乘客	15分钟	周期性蹬踏传导、路面颠簸	★★★★

2.4 环境传导振动

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-21	办公环境	持续	空调振动、他人走动传导	★
NS-22	手持电动工具	5分钟	高频强振动（20-100Hz）	★★★★★
NS-23	洗衣机旁坐姿	10分钟	低频旋转振动传导	★★★

2.5 被动运动

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
NS-24	被推轮椅	10分钟	线性加速度+转弯离心力	★★★★★
NS-25	按摩椅	15分钟	程序化机械运动	★★★★

正样本场景库

3.1 明确有效活动（黄金标准）

A. 完整姿态转换

场景编号	活动描述	关键特征	持续时间	验证重点
PS-01	标准坐-站-走序列	清晰姿态角变化 $>60^{\circ}$ + 位移	1-2分钟	姿态检测灵敏度
PS-02	办公典型流程	坐→站→走3米→回→坐	1.5分钟	现实场景还原
PS-03	厨房取水流程	坐→站→走5米→停留10秒→回	1分钟	短暂站立检测

B. 微量但有效活动（边界测试）

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
PS-04	最小有效活动	原地踏步	60 ± 2 秒	时间阈值精确性
PS-05	低强度有效活动	缓慢行走	1分钟	低能量活动检测
PS-06	无位移站立	纯站立（手臂下垂）	1分钟	姿态唯一特征检测
PS-07	原地伸展	站立伸展操	1分钟	上肢活动干扰下的站立识别

3.2 混合活动场景（现实复杂性）

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
PS-08	间断性活动	每20分钟活动20秒，连续3次	总量1分钟	分散活动累计逻辑
PS-09	手部负重活动	手持水杯/文件行走	1分钟	负重对信号的影响
PS-10	社交站立	站立交谈+手势	1分钟	手势干扰下的站立识别

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
PS-11	办公混合场景	坐→站（打印）→走→站（交谈）→坐	2分钟	复合场景识别

3.3 挑战性有效活动

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
PS-12	缓慢起身	老年人速度起身（>5秒）	1分钟	缓慢姿态变化检测
PS-13	受限空间活动	工位旁极小范围踱步	1分钟	小位移活动检测
PS-14	非典型站立	倚靠站立、单脚站立	1分钟	非标准姿态识别

3.4 特殊但有效场景

场景编号	活动描述	持续时间	信号特征	挑战等级
PS-15	健身球上微动	坐健身球保持平衡的小幅调整	持续1分钟	与NS-12抖腿的区分
PS-16	站立办公	站立使用电脑（手部活动+站...	1分钟	与NS-01打字的区别

4. 边界场景

场景类别	场景编号	场景描述	为什么是关键边界	预期难度
最危险假阳性 (必须避免误报)	B-01	高速打字 + 抖腿复合干扰 (NS-01 + NS-12)	组合了最强的局部运动特征，最容易欺骗传统活动检测算法	★★★★★
	B-02	地铁通勤中静坐 (NS-18 城市地铁段)	环境振动频率（2-3Hz）与步行频率重叠，信号幅度类似	★★★★★
	B-03	坐姿伸懒腰 (NS-10)	产生显著的姿态角变化（躯干后仰），但骨盆未离座	★★★★

场景类别	场景编号	场景描述	为什么是关键边界	预期难度
最危险假阴性 (必须确保检出)	B-04	最小有效活动 原地踏步58-62秒 (PS-04变体)	检测算法的时间精度边界，差2秒决定成败	★★★★
	B-05	站立办公（打字） (PS-16)	混合了“有效站立”和“干扰性手部活动”，传统算法易漏检	★★★★★
	B-06	缓慢老年人站起 耗时>5秒完成站起动作 (PS-12)	姿态变化速度低于常规阈值，可能被滤波平滑掉	★★★
最复杂混淆场景	B-07	健身球上微调平衡 (PS-15) vs 坐姿抖腿 (NS-12)	两者都有小幅周期性运动，但一个是有效活动一个不是	★★★★★
	B-08	手持物品行走 (PS-09 手持水杯) vs 坐着操作电动工具 (NS-22)	手部都有负重/振动，但一个全身移动一个没有	★★★★
算法逻辑边界	B-09	分散活动累计 每20分钟活动20秒，连续3次 (PS-08)	测试“1分钟累计”的逻辑实现是否正确	★★★
佩戴位置特殊性	B-10	指环特定：精细手工艺 (NS-07 如缝纫、模型制作)	指环比手表更能感受精细手指运动，可能产生独特干扰	★★★★