

飞机驾驶员训练评估与生理心理测评技术采购需求

包 1: 机-人-椅-背带系统冲击过载试验验证

1. 试验需基于 CT 重构, 建立人体颈椎颈部肌肉和椎体骨质结构的几何模型及实体模型, 同时建立人体虚拟样机模型、机舱座椅和背带系统, 完成机-人-椅-背带一体化运动力学仿真模型构建。

2. 基于该模型, 模拟飞机着陆过程中脊柱的受载状态, 测试得到不同冲击过载条件下人体脊柱所受轴向力与弯矩载荷的时域载荷谱; 并计算飞机初始着陆条件、座椅角度以及飞机驾驶员头盔质量对人体脊柱力学响应的影响规律, 明确最易受损的脊柱椎体; 计算飞机着陆过程飞机驾驶员脊柱冲击响应规律, 应用雨流计数法分析预报脊柱易损椎体冲击疲劳, 并通过机器学习算法划定各结构中耐受高载荷的参数范围。

3. ★机-人-椅-背带一体化动力学计算模型响应与现有实验数据对比, 误差应不大于 20%, 最终形成研究报告。

包 2: XXX 反区操纵应激生理关联分析实验验证

1. 实验需采用通用的飞机运动、风场和着陆环境仿真模型, 需涉及飞机本体运动、飞机驾驶员操纵、尾流扰动等。基于序列分段的方式进行时间序列特征表示, 对飞行参数进行语义特征抽取。

2. 基于该模型, 开发基于关联图聚类的飞行状态分析算法, 包括: 1. 关联发现: 根据事件发生时间位置的相关性生成飞行和生理事件相关关系, 并结合相关关系数量和区分度的分布生成时间区间定义。2. 关联二部图生成: 将根据发现的关联关系生成关联二部图, 二部图需主要包括两类节点, 一类是生理事件节点, 另一类是飞行参数事件。3. 二部图聚类算法: 采用面向二部图的图向量化生成方法研发二部图节点融合路径与嵌入式距离的二部图聚类算法。基于聚类结果实现飞行状态/生理状态关联描述, 实现对飞行训练情况的评估。

3. ★生理状态和飞行状态分析的模型准确率应不低于 85%, 针对训练状态的分析模型准确率应不低于 85%, 并最终形成研究报告。

包 3: 普适化面部情绪识别试验验证

1. 试验应基于 BVP 信号, 非接触式对生理特征进行提取与感知, 并基于三维视线特征, 对视觉跟踪与眼动参数进行提取, 将深度神经网络与自注意力机制相结合, 对输入的视频帧进行特征提取, 以实现复杂面部特征的提取进行情绪测量。自注意力机制应模仿生物观察行为的内部过程, 快速提取稀疏数据的重要特征, 提升面部表情情绪测量的精度。并采用基于深度学习的多模态心理特质分析方法, 将采集到的多模态数据输入网络模型中, 利用 LSTM 自动提取信号特征, 对网络做全连接以实现多传感器的信息融合。

2. 形成的系统为用于普适化面部情绪识别试验验证的生理心理测评软硬一体装备, 可以进行人机环境下的全域数据融合评估。功能与应用范围包括: ①训练中飞机驾驶员的飞行操作表现评估; ②对飞机驾驶员飞行前或飞行过程中的生理、情绪和心理状态进行实时监测, 及时发现和解决潜在问题; ③助力飞机驾驶员心理品质提升训练和注意力分配训练。

3. ★在基于面部识别的飞机驾驶员心理品质及情绪监测与评估中, 系统应可识别提取 5 类生理参数(心率、呼吸、心率变异性、血压、血氧饱和度)、5 种情绪类型(兴奋、厌恶、平静、悲伤、惊讶)、3 类眼动参数(眼球注视点、眼动轨迹、视觉注意力)、3 种认知特征(反应时间特征、注意力分配特征、记忆力特征), 并最终形成研究报告。