

基于人机环境同步技术应用特征在虚拟现实环境及其交通领域中的应用

Based on the application characteristics of human-machine environment synchronization technology in virtual reality environment and its application in the field of transportation

鲁思慧

摘要: 本文将对基于人机环境同步平台系统组成及其在人的因素在产品设计与生产中的应用特征为引导, 对虚拟现实环境中的应用并以在智能交通领域中应用为例作重点研讨。由此展出云计算人机环境同步平台系统技术开发的新趋势。

关键词: 人机环境同步, 虚拟现实, 可穿戴, 眼动追踪同步, 智能交通

Abstract: This paper will be based on the human-machine environment synchronization platform system composition and human factors in product design and production application characteristics as guidance, the application of virtual reality environment and the application in the field of intelligent transportation as an example. This shows the new trend of cloud computing human-machine environment synchronization platform system technology development.

Keywords: human-machine environment, virtual reality, wearable eye tracking, synchronous, intelligent transportation

前言

随着机械化、自动化和信息化的高度发展, 人的因素在产品设计与生产中的影响越来越大, 人机和谐发展的的问题也就越来越显得重要, 人机工程学在产品设计的地位与作用愈显出其的重要性。而人机环境同步技术采用可穿戴技术无线传输数据, 避免了大量线缆的干扰, 实现对操作者在行动自由、不受任何干扰的自然状态下进行数据采集, 同时能够实现对人一机—环境多模态数据的实时同步采集与同步分析, 见图 1 所示人机环境同步技术理念示意图。

那么究竟人机环境同步技术的理念与组成及特征是什么? 它在哪些领域已获得开发与应用呢? 这是为当今智能化设备改造与数字化转型及数字经济又一拓展出的新途径。

值此本文将对基于人机环境同步平台系统组成及其在人的因素在产品设计与生产中的应用特征为引导, 对虚拟现实环境中的应用并以在智能交通领域中应用为例作重点

研讨。由此展出云计算人机环境同步平台系统技术开发的新趋势。

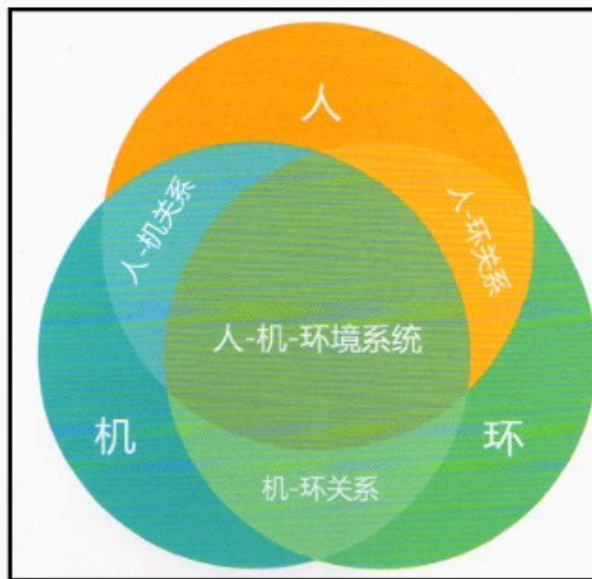


图 1 所示人机环境同步技术理念示意图

1 人机环境同步平台系统组成

人机环境同步平台以独创的人机环境多元数据同步技术为核心,通过可穿戴情绪测量与生理记录同步模块同步记录个体的心电 ECG、皮电 EDA、脉搏 PPG、肌电 EMG、呼吸 RESP、皮温 SKT 等指标;同时,非接触与可穿戴眼动追踪同步模块及 EEG 可穿戴脑电测量同步模块同步实时记录个体的眼动和脑电波变化情况,分析个体的注意力、认知负荷等信息;可穿戴生物力学测量同步模块及交互行为观察模块结合作分级编码技术,同步实时记录个体的动作、姿势、行为表现、表情分析等;物理环境测量数据同步模块实时同步记录个体工作环境信息,如温湿度、光照度等环境的要求对个体行为或绩效的影响性等。图 2 所示为机环境同步平台系统组成架构示意图。



图 2 所示为机环境同步平台系统组成架构示意图

2 人机环境同步平台系统应用特征

* 可穿戴技术适合真实现场的拓展

该系统采用最适合进行真实现场研究级别的可穿戴技术、无线数据传输技术,目前是世界上唯一的可穿戴人-机-环境同步研究系统,无需连接任何线缆的数据记录器与传感器实现无线通讯。让被试忘记连接线缆带来的约束与不适感觉,在人类活动或操作作业中可以在完全自然不受任何干扰的状态下采集数据,行动完全自由!所有的可穿戴数据采集模块同步在线分析人体的脑电波变化、眼动

轨迹,以及肌电、心电、皮电、皮温、呼吸、心率等情绪和生理变化,并可以就人类行为的动作次数、动作习惯、动作频率、持续时间等,进行情绪、紧张、反应状态的分析,研究个体行为、生理情绪状况、视觉、认知、活动等机体特性在特定工作或移动状态下与周围环境刺激间交互影响状态。

* 虚拟现实环境模拟仿真技术结合定量的新方法

其一、人-机-环境同步技术实现了数据的量化分析。传统研究中,多采用定性/质的分析方法。以人机环境同步技术为核心的研究方法将数学化、数字化及数据的量化研究和分析相结合,将之前一直是“说一说”或者“感觉”的东西通过大量的数据来证明和论述。人机环境同步技术最实质性的功用是使研究人员得以进行数据分析,为工程、安全、设计、建筑、交通、航空航天、航海、船舶类的学生创造和实践提供了很好的实验和研究平台。

其二、人-机-环境同步技术结合虚拟现实技术。以人机环境同步技术为核心的人机环境同步实验室结合了数据量化、虚拟现实技术。通过虚拟空间的用户体验研究,将模型或图纸类的“感”性研究提到实际体验层面,更贴近现实研究。同时,像比传统的虚拟现实设备,该技术使虚拟环境具备了科研能力,可实现多维度定量数据采集和分析等功能。

* 与其它研究方法的显著区别

人-机-环境同步技术与以往一些传统的研究方法的根本区别之一,就是环境因素不再作为一种被动的干扰因素排斥在系统之外,而是作为一种积极的主动因素纳入系统之中,并成为系统的一个重要环节。

很显然,环境既影响人的生存和工作能力,又影响机的性能和可靠运转。反之,人和机也影响环境的状态。所以,环境与人、环境与机、环境与系统之间,既存在信息流通、信息加工问题,也存在信息控制问题,这就更加突出了环境在系统中的重要作用。

实践证明,只有把环境作为系统的一个环节,才能从系统的总体高度对环境进行全面的规划与控制,有的可以消除,有的可以防护,有的可减至允许限度,有的可获取最佳值,从而使全系统处于最优工作状态,这就从根本上杜绝了那种先出产品后治环境,或在管理工作中头痛治头、脚疼医脚的被动局面,使人们的科学实践活动始终沿着科学的道路前进。

应用者可以使用人机环境同步平台完成个性化与目标化的实验设计,并能够实现项目的连续性研究。它依据科学实验研究标准过程,支持实验测试全过程---从项目计划、样本确定、数据同步记录到结果的分析与可视化及导出报告。

应用与研究人员可以在人机环境同步平台提供了同步测量数据回放功能,允许准确的分析脑波、生理反应、眼动注视点、行为、动作,语言评论,姿势以及面部表情等。同时,也提供了丰富的数据分析功能,研究者可以根据课题研究的目的、内容选取特定的数据片段或过滤、提取有意义的的结果,进而开展有效的深入研究与分析。

3 开拓人机环境同步平台系统的应用领域

应用人机环境同步云平台系统解决方案适用于多种实验研究环境:3D 虚拟仿真环境研究;真实世界现场研究环境;实验室研究环境。具体可列为:车辆人机工程评价虚拟仿真系统、可穿戴技术适合真实实现系统、多人交互行走虚拟现场系统、心理学虚拟仿真系统、三维工业设计虚拟现实系统、建筑与人因研究虚拟仿真系统等多种虚拟现实环境领域中的应用。

在此仅对驾驶人信息同步采集与分析技术,车辆信息同步采集与分析技术,道路—环境信息同步采集分析技术等智能交通领域为例作重点分析。

4 人机环境同步平台系统在智能交通领域应用分析

4.1 驾驶人信息同步采集与分析技术

*通过人机环境同步技术,基于云端实时同步采集多模态人因数据和非侵入式电生理信号检测,实现在真实车辆驾驶环境或虚拟现实与仿真驾驶模拟环境下、同步记录驾驶过程中驾驶人的心理、生理和行为变化,并对驾驶人生理、脑电、眼动、表情、状态、行为等多模态数据进行实时采集,同步分析驾驶人的行为表现、认知负荷、应激反应、情绪、疲劳、分心等状态,揭示交通系统耦合作用下的驾驶行为机理及内在因果关系。采用可穿戴数据采集及传输技术,以确保对驾驶人的驾驶操作和身体运动造成最小化的设备干扰,实现同步采集眼动、脑波呼吸、心律、脉搏、皮电、皮温、心电、肌电、肢体动作、关节角度、人体压力、拉力、握力、捏力等人体数据,以及振动、噪声、

光照、大气压力、温湿度等物理环境数据。

*通过人工智能和图像别技术,非接触式红外摄像技术可以在避免干扰驾驶人操作的情况下实时采集驾驶人眼部、面部、头部、身体等部位的图像信息。收集到的图片信息可应用于机器视觉训练和驾驶人状态数据库的构建。借助不断更新丰富的驾驶人状态信息数据库,通过机器学习手段形成一套具有高准确性和强鲁棒性驾驶入状态智能识别算法,实现多种环境下驾驶人关键身体部位定位,驾驶人状态为实现智能化的驾驶人监测、预警以及实现交互数据可视化奠定基础。

*那么驾驶人信息同步采集与技术有何应用特征呢?

其一是实时监测驾驶行为:通过自动行为编码、人脸检测等技术,分析驾驶员的鲁莽驾驶,超车换道检测,打电话,跟车行为,不同的驾驶风格以及驾驶状态识别。同步分析不同的驾驶行为与客观身体数据反应的相关或因果关系;其二是驾驶人警觉与分心状态识别:通过面部表情、头部姿态三轴估计、眼动状态以及皮肤电反应等多模态数据,实时分析驾驶人员的状态以及分心识别,并进行自动预警与信号反馈;其三是驾驶人疲劳与认知负荷监测:通过分析驾驶人的头部姿态、心电数据、瞳孔大小、眨眼频次、脑电的 SMR 波活跃程度等指标,实时监测驾驶人员认知负荷与反馈;久知负荷状态与反馈;其四是精确进行时空定位:分析多驾驶人员的可视化轨迹地图以及多数据源随时空变化的热力图。

4.2 车辆信息同步采集与分析技术与应用

该车辆信息同步采集与分析技术的人车路环境测试云平台分析模块,它具备精确的车辆与道路环境数据的处理与分析功能,支持多角度、可视化数据呈现。所有进行编码的数据均可以作为时空分析中的数据源,进行可视化时空热图分析。为此可用图 3 所示来描述其技术与应用。

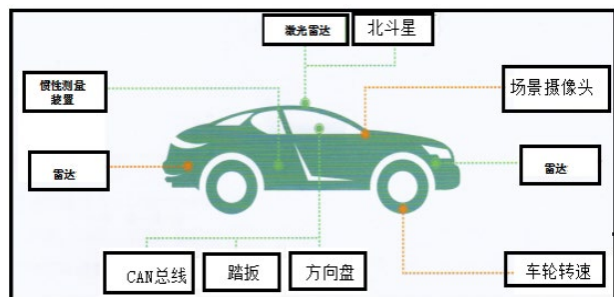


图 3 所示为车辆信息同步采集与分析技术构建框图

从该图 3 所示可知该技术与应用包括哪些内容与优势呐?

* 精确的车辆数据预处理模块: 针对行驶轨迹、航向角、横摆角速度、纵向加速度等北斗星或 GPS 与 IMU 数据进行滑动均值、小波降噪等处理。

* 完全的衍生指标求解: 分析方向盘转动角速度、瞬时转向半径、道路坡度、侧向速度、侧向加速度、质心侧偏角与轮胎滑移率等。

* 行驶稳定性分析: 包括贝塔与安全阀试验压力与分散压力之差的标称压力值构成的稳定阈、侧向加速度变化范围、质心侧偏角约束、摩擦圆约束、轮胎侧偏角分析等行车稳定性分析。

* 车辆行驶速度分析: 平均行驶速度, 最高行驶速度, 速度分段与编码, 包括停车、低速、中速、高速。

* 纵向加速度分析: 纵向加速度分段情况, 包括弱加减速、一般加减速、强加减速以及急加减速, 统计对应运行状态发生次数与时刻。

* 侧向加速度分析: 路段最大侧向加速度以及发生时刻、发生次数等数据统计。

* 换道行为分析: 包括换道标识, 方向盘转角, 换道参数统计等数据, 包括平均换道速度、持续时间、换道速度波动等。

4.3 应用于道路—环境信息同步采集分析技术

其分析技术应用特征可分析如下: 通过人机环境同步技术, 基于云端实时同步采集道路和环境数据, 采用高保真数据无线传输技术, 支持无线数量通道的高精度传感器集成采集; 可外接 360° 全息影像模块、激光雷达模块、微波雷达模块、车载气象模块以及车辆检测、行人检测、标志标线检测、道路设施检测等 ADAS 模块; 系统准确测量和记录道路交通环境中道路、行人、机动和非机动车辆等参数以及车辆间的交互信息、交通流量信息、交通状况信息、气象信息等, 通过全面的、丰富的、实时的交通信息采集, 能够获取区域路网交通运行状况, 并通过数据处理与融合分析, 快速为用户获取必要的的数据依据, 同时提

高车辆安全行驶和驾驶员对异常事件的快速反应能力。上述分析技术特征可用图 4 作形象表示。

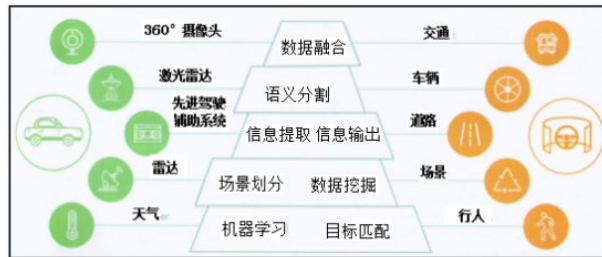


图 4 为道路—环境信息同步采集分析技术应用特征示意

5 拓展出人机环境同步云平台系统组成及应用特征

5.1 系统组成及应用特征

人机环境同步云平台是首创的基于云架构的专业用于“以人为中心”的多模态数据同步采集和同步分析平台。该系统与许多认知神经科学、人因工程、人工智能领域科研实验设备相兼容, 提供了人因内工程与工效学、人机交互与智能科学、心理学与认知神经科学等研究的解决方案。其图 5 (a) 为人机环境同步云平台系统组成基本架构。

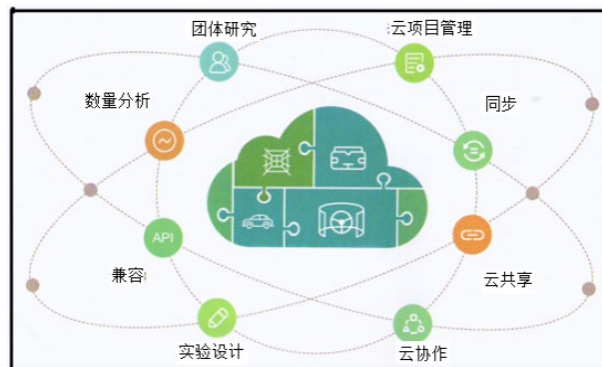


图 5 (a) 为人机环境同步云平台系统组成基本架构

那么该同步云平台系统由那些应用特征呐? 在此重点解析其人机环境同步云平台是何意? 即人机环境同步云平台全流程 (见图 5 (b) 所示) 是什么?

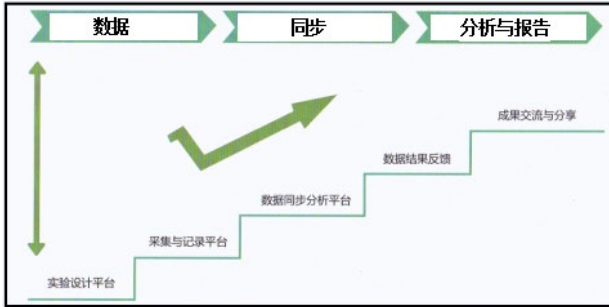


图 5 (b) 所示人机环境同步云平台全流程

从图 5 (b) 看出人机环境同步云平台是一套基于云架构的多模态数据同步采集与量化分析研究级解决方案, 可适用于多种实验研究环境: 包含 3D 虚拟现实与仿真环境、真实世界户外现场环境以及实验室研究环境, 如交通安全驾驶行为、车辆人机工程、交通人因工程、智能交通、矿

井作业、建筑施工、虚拟维修、火灾应急逃生、安全作业检修、井下事故排查。

在某种特定驾驶作业环境下, 对驾驶人与车辆 (或智能系统) 的人机交互过程中的人的动作姿态、操作行为以及生理指标进行实时观察和定量分析是人因工程与工效学研究的基本方法, 其中“以人为中心”是整个驾驶人—车辆—道路—环境多模态数据同步采集和同步分析过程中的核心理念。人机环境同步云平台可实时记录与分析驾驶人在各种复杂的自然物理环境或车辆环境变化下 (如环境温度, 湿度, 噪音, 照明, 风速, 空气流量, 空气中的颗粒物, 有机物质等) 进行操纵车辆 (或智能系统) 等人机交互作业活动时的生理心理变化 (如脑电, 心电, 眼电, 心率, 皮电, 皮温, 血氧饱和度、眼睛运动和视线关注点、面部表情的变化等), 以及外显驾驶动作行为和生物力学变化数据 (如动作, 姿势, 运动, 位置, 力量, 角度, 人体震动状态等),

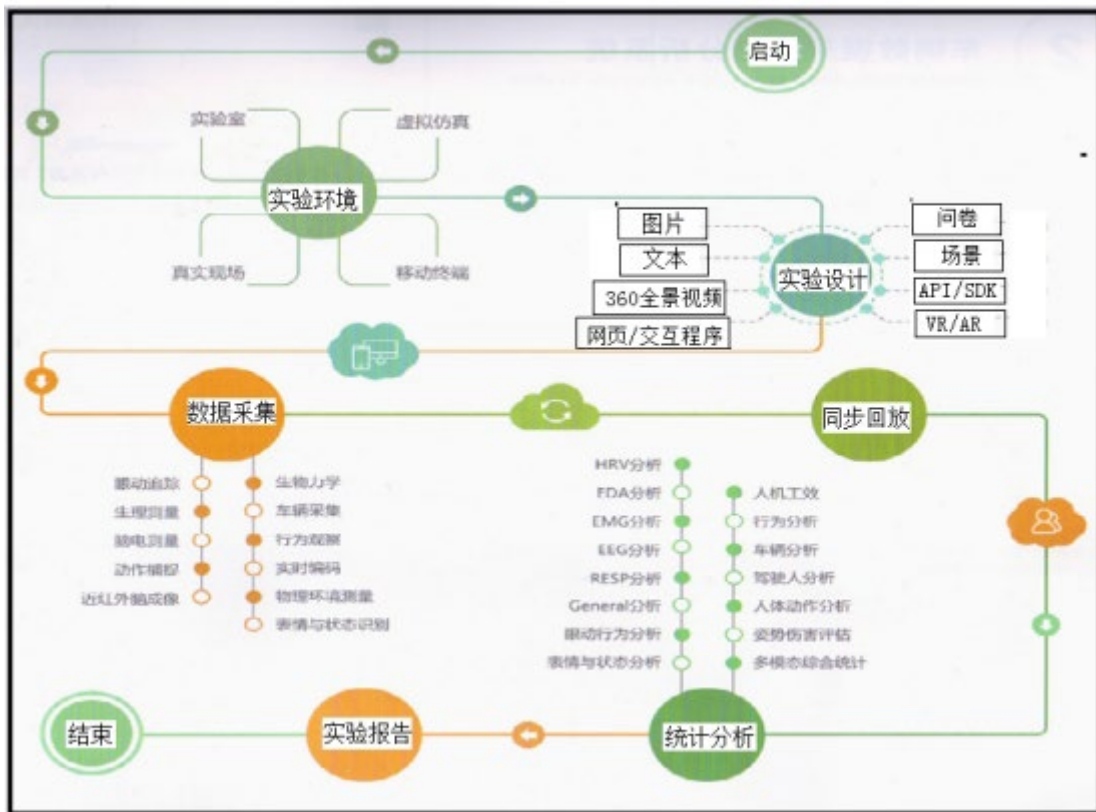


图 5 (c) 人机环境同步云平台系统的架构

并通过云平台实现在同一时间点或同一时间段内对以上多模态人一机一环境数据进行客观量化的综合统计与分析,进一步地了解所有内外变化之间的因果关系。

人机环境同步技术目前在交通安全与驾驶行为研究、人机智能和人机交互、人因工程与工效学、环境行为与环境心理学研究、行为安全与安全人因工程与职业工效学研究、神经营销学与神经经济学、消费行为与用户体验研究等研究中处于技术领先地位,并广泛应用于许多交叉学科相关领域。

结合人因工程、工效学、计算机科学、人工智能、心理学、认知神经科学等专业理论知识,可在3D虚拟现实与仿真环境及各种复杂自然物理环境或工作环境变化下,结合无线可穿戴生理测量技术、图像识别技术、视觉眼动追踪技术及脑认知神经科技技术等,同步分析操作人员与系统及环境交互过程中的行为表现、认知能力及生心理负荷、疲劳状态等信息,完成在同一时间点或同一时间段内人一机一环境多模态数据实时同步记录、追踪和分析,进一步为实现数据智能反馈与学习、模型建立与匹配提供科学的客观量化研究方案。综上特征可以用图5(c)来描述。

6 人机环境同步技术在智能交通新趋势

通过先进的非侵入式人机环境数据采集、电生理信号检测以及VR虚拟现实技术,结合人因工程、工效学、生理学、心理学、认知神经科学等专业理论知识,在虚拟现实仿真环境以及各种复杂的自然物理环境或真实工作条件下,实时同步记录操作人员的心理、生理和行为变化情况,同步分析操作人员的行为表现、认知负荷、疲劳、情绪唤醒等状态,分析所有内外变化之间因果关系,完成在同一时间点或同一时间段内人一机一环境数据的实时同步记录、处理与统计分析,实现多模态数据同步采集、可视化分析,并进行系统整体人因设计优化与工效学评估。其图6为人机环境同步技术在智能交通新趋势示意框图。



图6 为人机环境同步技术在智能交通新趋势示意框图

而智能交通新趋势特征如下。眼动追踪数据:反应个体的视觉加工情况,包括眼动轨迹、兴趣区、热图以及瞳孔大小、眨眼、扫视等;脑电测量数据:记录个体在任务中的大脑活动状态,包括EEG分析、ERP成分及脑功能定位等;行为观察数据:记录个体当前的操作任务与行为反应,包括行为发生的时间、次数、交互关系等;生理测量力学:反应个体的生理唤醒以及情绪状态,包括心电、皮电、呼吸、肌电、血氧、压力等;动作捕捉数据:分析个体的动作姿态,包括关节角度、角速度、动作加速度及姿势伤害评估等;物理环境数据:记录个体所处的环境信息,包括光照、温度、噪音、湿度、大气压等;近红外脑成像:分析个体的脑功能成像,检测氧合/脱氧血红蛋白浓度变化,研究大脑的高级认知功能;表情分析状态识别:个体的面部表情,及头部坐标、视线位置等对分心、疲劳状态识别。