



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104615044 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201410841358.7

(22)申请日 2014.12.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104615044 A

(43)申请公布日 2015.05.13

(73)专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁路28号

(72)发明人 王崴 洪军 李晓玲 李培林

付琛 瞿珏

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 陆万寿

(51)Int.Cl.

G05B 19/042(2006.01)

(56)对比文件

CN 103235743 A,2013.08.07,

CN 103745288 A,2014.04.23,

US 2006007020 A1,2006.01.12,

JP 2010018144 A,2010.01.28,

CN 103530501 A,2014.01.22,

修智宏.舰艇仿真指控舱硬件模块化设计方法.《情报指挥控制系统与仿真技术》.2001,(第1期),

史永辉,赵矿所,刘玉明.舰艇作战系统协同显控台技术研究.《舰船电子工程》.2004,第24卷(第6期),

审查员 王磊

权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法

(57)摘要

本发明提供一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,可用于空管、电站、工业线、化工、核电等领域相关的实验测试活动,包括任务输出机制、测评办法、界面设计机制、测试设备模型和信息发布反馈机制五个交融机制。本发明提供的席位划分实验方法,可为多席位舱室任务发布反馈机制、席位划分、交互界面形式等测试工作提供参考解决办法,提高复杂机电设备人机系统人机界面反应效率,优化人员配置和界面配置,并提高交互界面的协同效率。

1. 一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,包括以下步骤:将分布时序任务交互界面软件系统植入测试设备中,测试设备包括总机工作站、局域网网关以及测试客户端,其特征在于:根据任务输出机制和测评办法对交互试验台所需的交互界面进行初始化设计得到设计方案,设计方案通过交互方式处理软件和2D或3D界面软件进行任务交互软件界面编程,建立分布时序任务交互界面软件系统;总机工作站通过局域网网关与测试客户端进行任务界面发布和信息接收处理,然后总机工作站分析测试结果,若不满足设计或测试要求,则返回优化任务输出机制和界面设计,最终得到界面因素集、界面发布机制和席位配置布局。

2. 根据权利要求1所述一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,其特征在于:所述任务输出机制包括任务类型、环境类型、反应类型、席位安排布局 and 任务时序五个方面,任务类型根据指控舱席位实际需要的任务提取;环境类型包括噪声、振动、光照以及温度;反应类型根据设备的现代化科技水平划分为机械化、信息半自动化、智能半自动化和智能自动化四个水平;席位安排布局则根据具体总任务量进行划分;将任务类型、环境类型、反应类型以及席位安排布局的组合类型参照已有行业或实际工程标准进行初始化排布得到任务时序。

3. 根据权利要求1所述一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,其特征在于:所述测评办法根据任务发布时序确立的反馈操作信号和同时产生的生理信号进行评定,发布的每个子任务都对应相应的反馈交互操作,通过设置最佳反应时刻和反应时间段,并以此设置分值高斯分布或其他分布,从而实现对反馈操作信号的测评;测评过程涵盖整个任务发布过程,总机工作站的任务处理分析系统对每个时序、时刻同步取值,得到全任务时序分值分布,再利用层次分析法或模糊评价法对各时间节点分值数据和整体分值数据进行分析处理,得到分析结果和优化方案。

4. 根据权利要求3所述一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,其特征在于:所述测评办法中采集的内容包括任务发布过程中得到的反馈操作信号得分和同时产生的生理信号得分,反馈操作信号得分包括触发有效得分或触发错误得分中的至少一种,生理信号得分包括脑电信号得分或其他生理监测信号得分中的至少一种。

5. 根据权利要求1所述一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,其特征在于:所述交互界面包括任务发布界面以及反馈交互界面。

6. 根据权利要求1所述一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,其特征在于:所述总机工作站具备信号输出、反馈信号接收和信号分析处理及显示功能;局域网网关提供总机工作站与测试客户端的信息交互接口;测试客户端包括若干对应的交互试验台、信号测试设备以及独立ID端口。

一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法

技术领域

[0001] 本发明属于人机工程学技术领域,涉及一种指控舱席位划分和交互界面配置实验方法。

背景技术

[0002] 指挥控制舱室是空管、电站、工业生产线、化工、国防武器装备等系统中担负人机交互功能的核心,是管控人员进行设备运行状态监控、任务通信以及问题处理等人机交互的重要场所。随着科技的蓬勃发展,指控舱内需求功能大幅增加,人机界面需要担负的人机交互任务也在大幅度的增加,需要完成交互任务的操控席位也需相应增加。例如防空导弹指控舱的常规的席位划分有拦截、引导、跟踪、发射、指挥等多个控制席位来共同完成对作战目标的数量、飞行高度、飞行速度、航迹等空情信息的分析,对待发射导弹状态参数检查,并迅速的判断作战目标的威胁程度,完成跟踪以及攻击等复杂操作控制指令,这一类系统最典型的是某型防空反导系统,其营级指控舱人员配置6人,系统能同时掌握70个目标,自动选出24批威胁最大的目标分配给4个发射连的制导站,并能同时对其中6个目标进行攻击,导弹发射准备时间15秒;而美国PAC-3导弹系统AN/MSQ-104作战控制舱中只有3名操作员,分别管理两个控制台和一个拥有三个无线电中继终端的通讯站,系统采用人机交互的方式,可以由计算机辅助进行目标识别和优先级排序,也可以由交战控制站和计算机完全自主控制整个作战,能同时跟踪100个目标,同时攻击9个目标,系统最短反应时间15秒。对比发现,两者由于采用的技术不尽相同,在完成相似任务的条件下,后者人员配置比前者少,可推测其任务分配方式、交互界面、协同方式等也随之产生较大差异;同时,在如此短的时间内处理大量信息并作出判断,其人机交互协同过程的要求程度也会非常高。直观判断,人员协同效率和操控效率会随着系统的优化整合和人员配置的适当减少而得到一定的提高。如何在高密度、高强度信息量和短时间操控条件下的多席位多任务协同人机交互任务中,处理好任务的人机分工,管控人员的席位的划分和布局、各席位显示控制系统人机交互界面和协同关系,将直接影响相应核心系统的效能。这些问题的解决必然需要进行合理的试验检测来为不同技术层次的指控系统设备提供数据理论支撑,进而提高人机系统的操控效能。

[0003] 其中,任务的人机分工会随着科技自动化水平的不断发展而不断变化,进而影响管控人员席位划分布局及其对应的显示控制系统人机交互界面和协同关系。指控舱的席位划分实质是人机功能分配和布局问题,该问题是一个复杂的、较难处理的问题,目前还没有一个系统的、可普遍采用的席位划分决策方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0006] 根据任务输出机制和测评办法对交互试验台所需的交互界面进行初始化设计得

到设计方案,设计方案通过交互方式处理软件和2D或3D界面软件进行任务交互软件界面编程,建立分布时序任务交互界面软件系统,将软件系统植入测试设备中,测试设备包括总机工作站、局域网网关以及测试客户端,总机工作站通过局域网网关与测试客户端进行任务界面发布和信息接收处理,然后总机工作站分析测试结果,若不满足设计或测试要求,则返回优化任务输出机制和界面设计,最终得到多席位指控舱任务规划机制、界面因素集(界面元素的内容、形式和显示时序所构成的集合)、界面发布机制和席位配置布局。

[0007] 所述任务输出机制包括任务类型、环境类型、反应类型、席位安排布局(即席位安排和舱室布局)和任务时序五个方面,任务类型根据指控舱席位实际需要的任务提取;环境类型包括噪声、振动、光照以及温度;反应类型根据设备的现代化科技水平划分为机械化、信息半自动化、智能半自动化和智能自动化四个水平;席位安排布局则根据具体总任务量进行划分;将任务类型、环境类型、反应类型以及席位安排布局的组合类型参照已有行业或实际工程标准进行初始化排布得到任务时序。

[0008] 所述测评办法根据任务发布时序确立的反馈操作信号和同时产生的生理信号进行评定,发布的每个子任务都对应相应的反馈交互操作,通过设置最佳反应时刻和反应时间段,并以此设置分值高斯分布或其他分布,从而实现对反馈操作信号的测评;测评过程涵盖整个任务发布过程,每个子任务都对应相应的反馈操作,总机工作站的任务处理分析系统对每个时序、时刻同步取值,得到全任务时序分值分布,再利用层次分析法或模糊评价法对各时间节点分值数据和整体分值数据进行分析处理,得到分析结果和优化方案。

[0009] 所述测评办法中采集的内容包括任务发布过程中得到的反馈操作信号得分和同时产生的生理信号得分,反馈操作信号得分包括触发有效得分或触发错误得分中的至少一种,生理信号得分包括脑电信号得分或其他生理监测信号得分中的至少一种。

[0010] 所述交互界面包括任务发布界面以及反馈交互界面。

[0011] 所述总机工作站具备信号输出、反馈信号接收和信号分析处理及显示功能;局域网网关提供总机工作站与测试客户端的信息交互接口;测试客户端包括若干对应的交互试验台、信号测试设备以及独立ID端口。

[0012] 本发明具有以下有益效果:

[0013] 本发明所述基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,包括任务输出机制、测评办法、界面设计机制、测试设备模型和信息发布反馈机制五个交融机制,为多席位舱室任务发布反馈机制、席位划分、交互界面形式等测试工作提供参考解决办法,进而提高复杂机电设备人机系统人机界面反应效率,优化人员配置、界面配置和交互界面的协同效率,可用于空管、电站、工业线、化工、核电等领域相关的实验测试活动。

附图说明

[0014] 图1为本发明系统总框图。

[0015] 图2为系统具体实施系统图。

[0016] 图3为任务串并行描述简化模型。

[0017] 图4为任务时序处理过程。

[0018] 图5为测试简要模型。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细说明。

[0020] 本发明提供一种基于任务时序反馈机制的指控舱席位划分实验方法,其总体实施办法如图1所示,具体实施过程如图2所示。

[0021] 本发明方法包括任务输出机制、测评办法、界面设计机制、测试设备模型和信息反馈机制五个相互关联嵌套的部分。任务输出机制和测评办法主要是为任务界面编辑提供搭建系统框架,界面设计机制则具体进行界面元素集的搜集整理和时机配置过程;测试设备模型主要是指测试实验台及其信号采集装置的物理硬件和软件配置过程;信息发布反馈机制主要是指测试过程中对测试数据处理后对系统的反馈调整过程。

[0022] 任务输出机制主要包括任务类型、环境类型、反应类型、席位安排布局和任务时序五个方面。任务类型将根据实际需要的任务内容提取,包括多个子任务;环境类型内容包括噪声、振动、光照、温度等;反应类型根据设备的现代化科技水平划分为机械化、信息半自动化、智能半自动化和智能自动化四个水平;席位安排和舱室布局则根据具体总任务量进行粗略划分;任务时序根据前四者组合类型进行排布。现有设备普遍处于机械化和信息半自动化条件下,这两类设备将根据现有席位、布局查阅资料进行配置。在实验进行过程中,先对初始界面进行测试,得到初始参考数据,然后对信息界面结合现有前沿技术对界面因素进行分割、优化和再融合,减少系统不合理因素,重新整合优化界面,进而逐渐减少席位配置,进行测试和对比分析,从而优化系统配置;对于正在发展和将要发展的智能半自动化、智能自动化设备,则根据预设信息融合程度进行席位划分,首先从单席位开始配置,将所需信息合理分配给操控人员和系统设备,再对分配给操控人员的任务进行信息融合处理,然后发布给单席位操作员,再根据实验测试结果、现有技术水平、人的生理认知负荷等因素将高融合信息和可能无法分配给设备的信息进行重新分割整合,根据任务时序进行串并行任务处理,增加合理席位,其最终目标是最优资源配置和最少人员配置。

[0023] 测评办法主要根据任务发布时序确立的反馈操作信号和同时产生的生理信号进行评定。测评办法中得分项目主要包括触发有效得分和触发错误分,对应脑电信号得分(其取值需根据具体实验检测效果确立与触发有效得分的映射比)和其他生理监测信号得分。发布的每个子任务都对应相应的反馈交互操作,设置最佳反应时刻和容许时间段,并以此设置分值高斯分布,便于反馈信号测评;测评过程涵盖整个任务流,每个子任务都对应相应的反馈操作,任务处理分析系统对每个时序、时刻同步取值,得到全任务时序分值分布,再利用层次分析法和模糊评价法等对各时间节点和整体数据进行分析处理,得到分析结果和优化调整方案。

[0024] 界面设计机制根据任务输出机制组合类型进行相应设置,其内容包括任务发布界面、反馈交互界面和时机处理机制。其中,传统的机械化设备任务发布界面为机械式仪表盘和检波、滤波、雷达显示等CRT窗口,其反馈交互界面主要是传统的按钮、旋钮、拨动开关、通话话筒等传统交互因素;信息半自动化设备其任务发布界面为LCD模拟显示界面和部分机械面板,其反馈交互界面主要是键盘、鼠标、轨迹球和便携耳麦等PC交互因素;智能半自动化设备设定为具有一定的计算机辅助功能,能够辅助跟踪、威胁优先级排序、毁伤评估和决策方案备选等智能辅助功能,其任务发布界面设定为可触控多功能模块化图形界面,其

反馈交互界面为可触控、语音交互界面;智能自动化设备定义为可无人化设备系统,系统所有功能均可由计算机自动处理,人员只负责远程监控和部分系统检测维修工作,同时,系统也可切换为人工干预状态,其任务发布界面根据实际情况而定,初定为可触控多功能图形界面和全息影像以及其他前沿显示技术,其反馈交互界面为触控、语音、手势等多通道交互因素,具体方案根据实验检测效果进行调节。界面的时机处理机制则参考UI设计基本原理和相关行业基础数据库标准,根据具体工作流程进行任务时序划分、串并行处理和协同处理。

[0025] 测试设备模型,其内容包括总机系统、局域网关、测试客户端三部分。总机系统主要由一款数据图形处理工作站和多屏显示器构成,具备信号输出、反馈信号接收和信号分析处理及显示等功能;局域网关采用CAN总线接口,主要提供总机与子客户端的信息交互接口;测试客户端主要包括若干对应的交互试验台、信号测试设备以及独立ID端口,其中,交互试验台用于对从总机系统接收的信息模拟测试应激环境,物理硬件可根据实际要求进行调整,信号测试设备主要包括便携式脑波仪,动作捕捉摄像头、眼动仪等生理信号监测设备。

[0026] 信息发布反馈机制根据预置任务组合类型和测评办法对交互试验台所需的交互界面进行初始化设计,设计方案通过2D、3D界面软件和交互方式处理软件进行任务交互软件界面编程,建立分布时序任务交互界面软件系统,将编辑的软件系统植入总机工作站中,通过局域网关与测试客户端进行任务界面发布和信息接收处理,总机系统分析结果不满足设计或测试要求,则返回调整任务输出机制和界面设计机制,最终得到多席位指控舱任务规划机制、界面因素集、界面发布机制和席位配置布局。

[0027] 如图1所示,本发明的总体思路是通过具体任务的总任务目标和原有的有限参考数据整理出时序任务输出机制和测评办法,再结合现有的UI设计基础理论数据确定出界面设计机制,通过图形界面软件和交互实施语言进行软件界面编程,将得到的系统软件植入总机系统,并由总机系统与测试客户端进行交互测试分析,待整个任务流执行完成得到初步测评数据,测试的每个环节都有记录,这时得到的结果一般是存在缺陷的,然后将备份方案和对不合理因素进行分析得到的调整方案重新植入任务输出机制和界面设计机制中进行调节,接着调用事先编好的备份方案软件子程序对系统软件进行调试,然后进行系统测试和对比分析,优化系统方案,直至得到合适的席位划分方案。在进行界面软件设计之前,首先考虑任务的输出机制和测评办法,进而得到界面输出机制。

[0028] 参照图2,以空中管制中的飞行禁区迫降子任务为例,任务输出机制中任务类型+环境类型+反应类型+席位安排和舱室布局设置为飞行禁区迫降子任务+适宜环境(低噪声、适宜温度、光照等)+智能半自动化+一人,组合得到事件1。

[0029] 事件1的任务流程简化模型如图3所示:(1)串行任务:获取预警信息——目标指示、识别、告警——截获跟踪目标——迫降指示命令;(2)同步并行任务:设备信息维护、己方设备状况和任务通信。

[0030] 其对应的界面设计机制任务发布界面和反馈交互界面分别为可触控多功能图形界面和可触控、语音控制交互界面。

[0031] 为了便于问题说明,现不对具体细节进行描述,只对任务大致模型进行时序划分,其时序设置流程如图4所示。

[0032] 事件1的时序流程为:1)上行串行任务为获取预警信息,目标指示、识别、告警,截获跟踪目标,迫降指示命令,对应的执行时间为 T_{i1} 、 T_{i2} 、 T_{i3} 、 T_{i4} ,期间的间隔时间为 t_{i1} 、 t_{i2} 、 t_{i3} ;2)下行并行任务为设备信息及维护、己方设备状况、任务通信,对应执行时间为 T_{j1} 。

[0033] 参见图5,设备提供显控界面和信号采集过程,被测人员提供界面操作。测试流程为:先由交互试验台(相当于显控台)提供预置显示界面,随着任务发展会提供任务界面触发提示和标识,被测人员根据提示进行界面操作,显控台随即提供触发界面完成响应,信号采集系统全程实时采集信号。其中,每个触发操作均有一个最优触发时刻 t_i' 和容许时间段 $[t_i, t_j]$,并根据两者构成的高斯分布对触发操作得分取值,同时,对生理信号(如脑电信号)取单位时间 t_1 内的平均得分值,计算机根据触发时刻进行实时映射分数计算,得到全时序测试分值分布,并根据分值进行评估和调整过程。得分项目包括触发得分和生理信号得分两大部分,触发得分包括触发有效得分和触发错误分,其中触发有效得分是指在容许时间段进行了任务提示的正确操作过程所得的分数,触发错误得分是指未在容许时间段进行了任务提示的正确操作过程或进行了其他的操作过程所得的分数,生理信号得分项目根据信号采集设备和测试所需精度而定,包括脑电信号、眼电信号、动作捕捉信号等。为了简化问题,现取触发得分项目和生理信号得分项目分别为触发有效得分和脑电信号分,其中,脑电信号采集装置采用便携式脑电仪,只需采集2-3个电极信号,并由配套软件二次开发进行分析即可。

[0034] 在测试评估中,触发有效得分和脑电信号分均由计算机拟转化为0-100分分值分布,并取 $[\alpha, \beta]$ 分段为正常信号。对于操作有效分,分值高于 β 分认定为时序安排过于分散,可进行紧凑调整,分值低于 α 则情况刚好相反;对于脑电信号得分,取大脑舒适度分值分布,分值高于 β 认为大脑认知负荷过低,任务时序等因素安排松散,分值低于 α 则说明大脑符合过高,大脑认知负荷过高,应调整任务时序等因素。对于具体高精度要求的分析过程,则需根据全时序得分取平均值和方差值等数据利用层次分析法和模糊评价等方法进行具体分析,对于所得到的分析结果可用于指导调整初始界面,对于初始界面过于紧凑、并行子任务过多、单人脑负荷过于严重而无法一人完成的子任务考虑增加席位,并对各席位进行重新任务划分和界面设计。

[0035] 根据所得到的时序流程再利用2D、3D界面软件和交互方式处理软件进行任务交互软件界面编程,建立分布时序任务交互界面软件系统,将编辑的软件系统植入总机系统中,通过局域网关与测试客户端进行任务界面发布和信息接收处理,总机系统分析结果不满足设计或测试要求,则返回调整任务输出机制和界面设计机制,最终得到多席位指控舱任务规划机制、界面因素集、界面发布机制和席位配置布局。

[0036] 本发明具有以下特点:

[0037] 1)科学性。本发明将实际操控流程作为参考,充分考虑人的认知特性,将任务的时序性和并发机制加以考虑,并以此为反馈机制,协助调整席位划分和界面设计。

[0038] 2)系统性。与传统测试只是完成单因素验证检测过程不同,本发明的最终目的是找出不同技术条件下系统时序动态任务流及其子任务因素趋近最优解。任务发布与反馈机制会在反复测试过程中动态调整,最终找出系统各子因素和协同过程因素趋近最优的任务分布、席位、界面因素集、时序分布和串并行任务发布机制等,解决的是一个系统问题。

[0039] 3)客观性。本发明充分考虑了实际的操控流程,并融入了前沿的交互技术,测试时

序划分和界面设计均要求参考相关行业已有的数据库标准,同时,数据的处理和分析均进行量化处理,测试内容的实时调整均来源于量化指标的数据分析结果。

[0040] 4)多模式适应性。本发明将可能遇到的环境、目标类型和根据科技自动化水平所产生的反应机制融入方法之中,既能模拟测试传统指控舱任务交互过程,也能适应未来环境可变化多用途指控舱测试需求;本发明根据设备科技现代化程度设置了不同层次的任务发布界面和反馈交互界面,既能模拟不同技术层次设备交互过程,也能将不同层次的界面元素在不同任务中得到融合;既能很好的继承传统界面之中的优良性能,又能充分融入前沿科技带来的技术优越性。

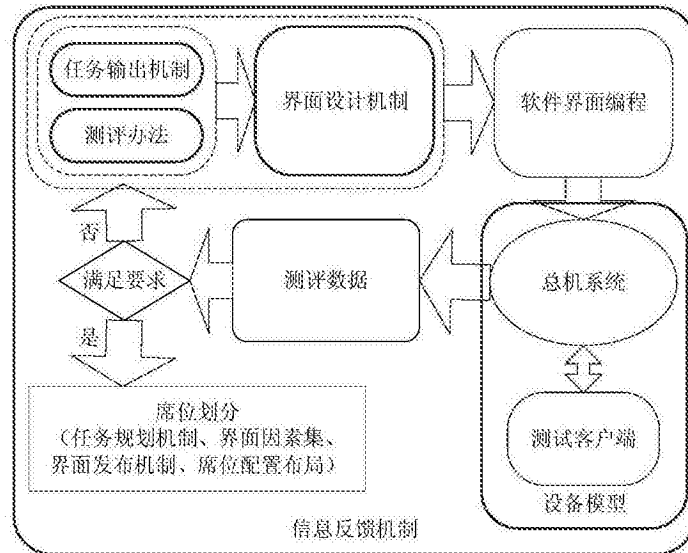


图1

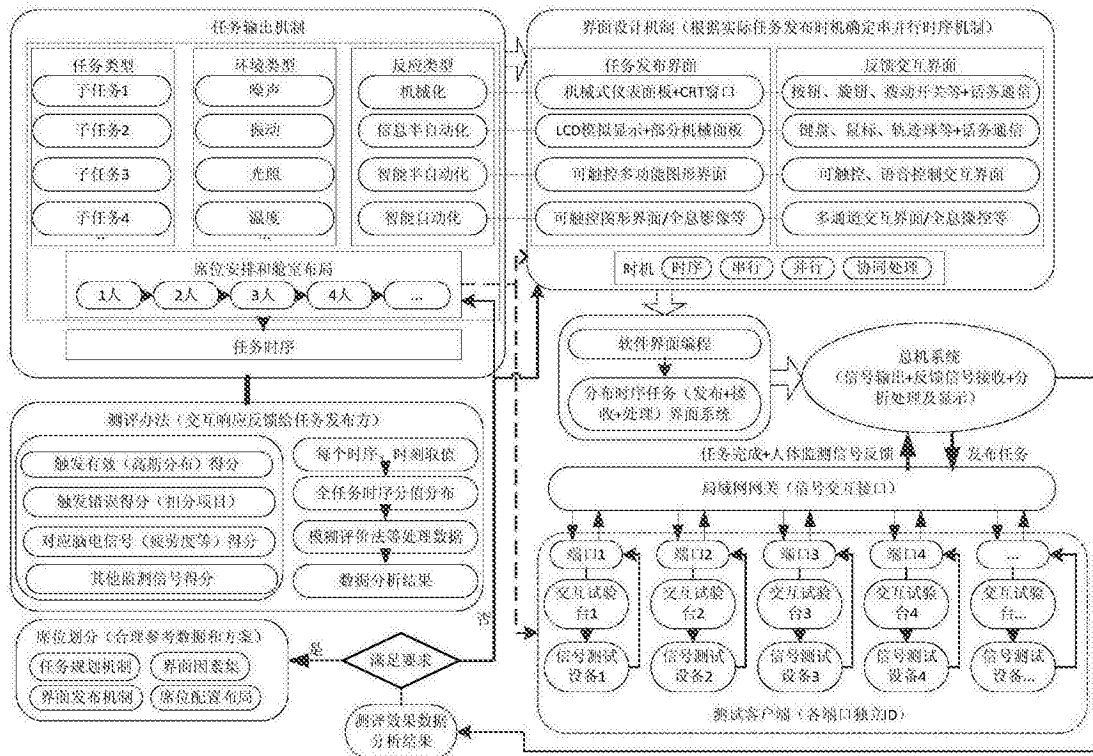


图2

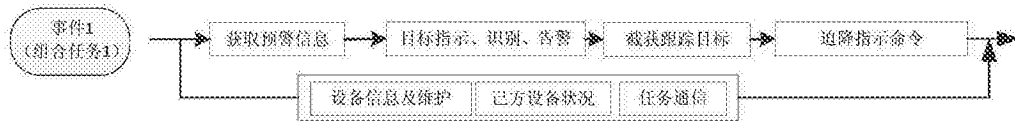


图3

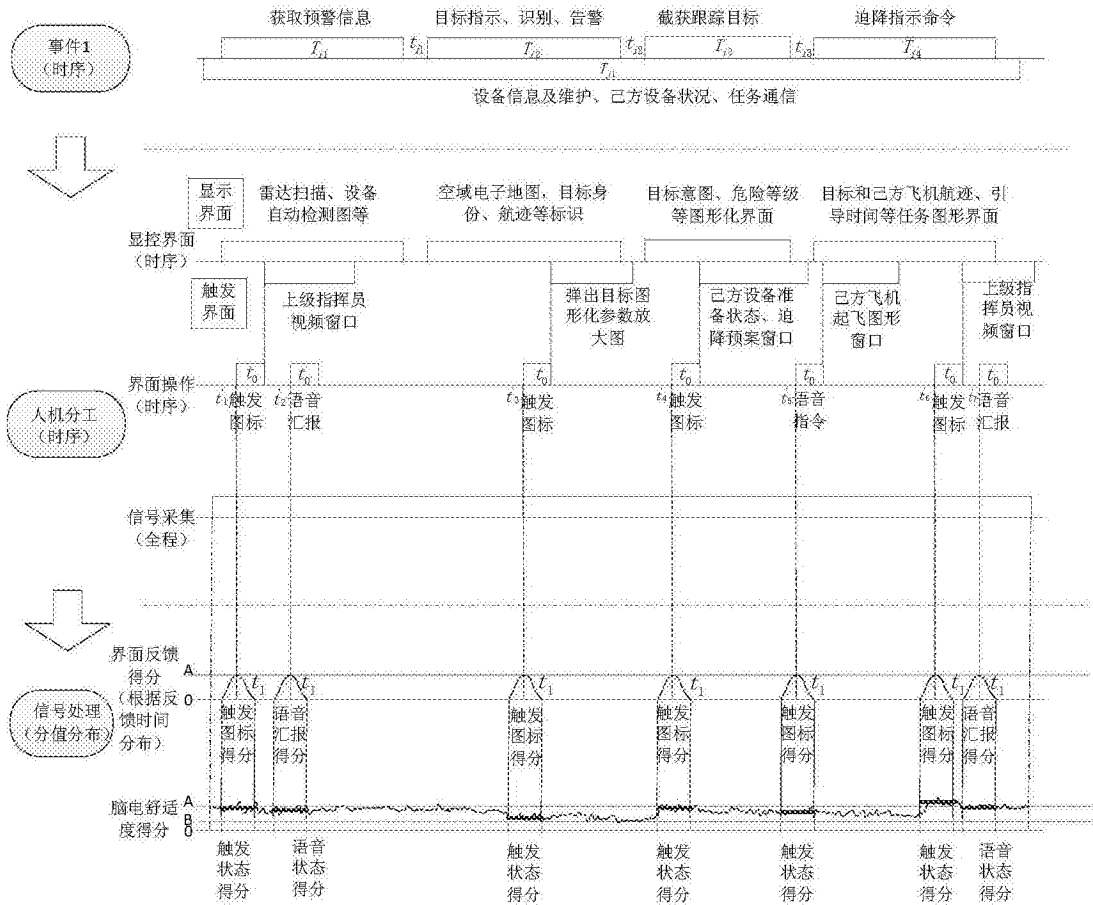


图4

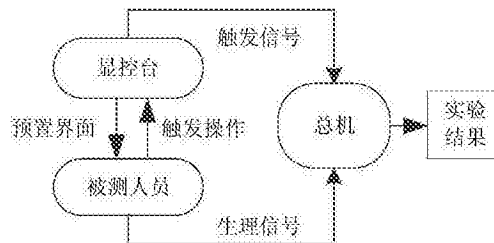


图5