



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103760780 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201410053394. 7

(22) 申请日 2014. 02. 17

(71) 申请人 中国航空无线电电子研究所  
地址 200233 上海市徐汇区桂平路 432 号

(72) 发明人 杨睿 李晨

(74) 专利代理机构 上海和跃知识产权代理事务  
所(普通合伙) 31239

代理人 杜林雪

(51) Int. Cl.

G05B 17/02(2006. 01)

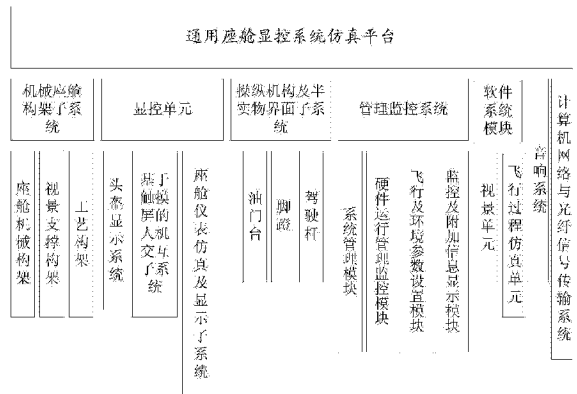
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

通用座舱显控系统仿真平台

(57) 摘要

本发明揭示一种通用座舱显控系统仿真平台,该通用座舱显控系统仿真平台包括座舱机械构架子系统、显控单元、操纵机构及半实物界面子系统、管理监控系统、软件系统模块、音响系统及计算机网络与光纤信号传输系统,通过上述模块的组合,该座舱显控系统仿真平台具有可重构、结构简单、通用性强、性格价格比高等特点,各部分均按照模块化的设计思想开展设计工作,各模块具有独立的功能和良好的连接接口,有较强的组合能力;软件系统采用功能分层结构,具有较高的可移植性、可配置性和扩展性。



1. 一种通用座舱显控系统仿真平台,包括:

座舱机械构架子系统,采用开放式座舱结构,座舱结构采用模块化形式设置;

显控单元,包括头盔显示系统、基于触摸屏的人机交互子系统及座舱仪表仿真及显示子系统;

操纵机构及半实物界面子系统,包括多个仿真实物,并通过传感器获取输入信号,再通过嵌入式数据采集卡上的接口与接口计算机相连;

管理监控系统,提供座舱显示研究环境的管理、设定、监控界面,实现系统设备的检测、仿真模型的功能设定、系统状态和模型参数的监控以及整个系统的运行管理功能;

软件系统模块,包括飞行过程仿真单元和视景单元;

音响系统,接收来自于飞行仿真计算机的实时飞行状态数据,从声音数据库查找对应的声音数据元素,合成为真实飞机座舱中可以听见的各种声音;

计算机网络与光纤信号传输系统,涵盖了全部的软硬件接口以及传输功能,通过数据采集设备将参数输入给接口计算机,接口计算机将多个实物设备的数据在时间节点上融合后分发给其他单元。

2. 如权利要求 1 所述的通用座舱显控系统仿真平台,其特征在于:该座舱机械构架子系统包括支持仪表显示前仪表板和两侧仪表板的座舱机械构架、视景支撑构架、工艺构架。

3. 如权利要求 1 所述的通用座舱显控系统仿真平台,其特征在于:显控单元的座舱仪表仿真及显示子系统仿真显示与飞行管理相关的控制仪表,采用由计算机软件生成虚拟的仪表画面,并使用触摸屏进行人机交互,而基于触摸屏的人机交互子系统由设置在飞机座舱的前仪表板和两侧控制面板的采用高精度、高稳定的带触摸屏液晶显示器通过具体画面生成,其上的各类开关、按钮、旋钮等的操作均通过触摸屏实现,分析人手的运动特点和运动约束,建立相应的运动模式模型,通过对输入数据时间序列分析,识别出使用者的操作动作,在操作响应时间,图像画面变化配合、提示音响等方面,做到有机的协调,头盔显示系统可实现一种沉浸式交互环境,通过自然环境与虚拟环境中的对象交互作用、相互影响,产生亲临等同真实环境的感受和体验。

4. 如权利要求 1 所述的通用座舱显控系统仿真平台,其特征在于:操纵机构及半实物界面子系统包括驾驶杆、脚蹬、油门手柄等仿真实物,并通过相关传感器获取输入信号,再通过嵌入式数据采集卡上 Ethernet 接口,与接口计算机相连。

5. 如权利要求 1 所述的通用座舱显控系统仿真平台,其特征在于:管理监控系统包括系统管理模块、硬件运行管理监控模块、飞行及环境参数设置模块、监控及附加信息显示模块,其中系统管理模块对仿真环境各个单元及分系统的状态进行检测和管理,把各单元的主要软硬件运行状态以图形化的方式显示出来,可执行上电、断电、启动、关闭、通信等操作;硬件运行管理监控模块对在各个单元启动并运行正常后,根据当前运行模式、飞行及环境参数设定,运行开始/冻结/继续/结束;系统支持仿真运行和回放运行两种模式,仿真运行要接入主仿真系统以及其他指定航电设备,而回放运行则根据保存的数据内容进行系统回放;缺省状态下,仿真运行模式中一旦运行,即开始数据记录;飞行及环境参数设置模块用以在仿真运行模式下,对本次仿真的模型参数进行设定,主要包括飞机自身参数、飞行参数、环境参数等;软件安装时提供一套缺省的参数设定;一经设定,本次仿真的初始条件据此确定;监控及附加信息显示模块在仿真运行时,对飞行性能参数以及飞行状态、飞行条

件的设定等进行实施监控和查看,查看采用数据、曲线、文字说明、地图等多种形式。

6. 如权利要求 1 所述的通用座舱显控系统仿真平台,其特征在于:软件系统模块的飞行过程仿真单元包括主仿真模块、头盔显示模块、仪表与显控模块、管理模块,各个模块均可提供对外的数据接口以及视频接口,主仿真模块负责结算飞行仿真模型,模型结算根据当前的飞行状态和设定,推算下一时刻的飞行状态,将飞行状态分发给头盔显示、仪表与显控和视景模块,仪表与显控模块采用触屏显示方式,以自然的方式进行状态设定,这些设定信息返回给主仿真模块;仪表与显控模块可以按照飞行任务或者使用人员的需求进行编辑和重构,以重新设定仪表和显控界面。

## 通用座舱显控系统仿真平台

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种仿真平台,特别是通用座舱显控系统仿真平台。

### 【背景技术】

[0002] 飞机座舱是飞行员执行飞行任务时的主要活动场所。飞行员必须依靠舱外目视搜索、舱内信息显示和自身本体感觉等获取各类飞行信息,通过座舱内的各类控制器操纵和控制飞机。近年来,随着显示设备及显示技术的飞速发展,座舱显控设备布局及功能实现有了较大改变。目前,新一代航空操作平台的开发研究工作主要与显示信息需求、信息显示格式、座舱软件界面、飞行员情景意识、人员决策辅助、座舱操作自动化、飞行引导与控制、指令输入设备等问题有关。

[0003] 传统上,新型号、新产品的研制,都要先制造出多台样机,进行性能试验或试飞,此种方式试验周期长、耗资大。随着信息技术,特别是计算机技术、计算机网络技术、图形图像处理技术、信息处理技术等迅猛发展,使得人们可以通过建模和仿真的方法进行新项目的预研开发,从而大大降低了成本,提高了工作效率。因为通用飞行仿真平台可进行工程技术和作战使用研究,具有高效率、高效益等特点,一直受到世界各国的高度重视。

### 【发明内容】

[0004] 本发明的目的在于提供一种通用座舱显控系统仿真平台。

[0005] 为实现上述目的,实施本发明的通用座舱显控系统仿真平台包括座舱机械构架子系统、显控单元、操纵机构及半实物界面子系统、管理监控系统、软件系统模块、音响系统及计算机网络与光纤信号传输系统,其中:

[0006] 座舱机械构架子系统,采用开放式座舱结构,座舱结构采用模块化形式设置;

[0007] 显控单元,包括头盔显示系统、基于触摸屏的人机交互子系统及座舱仪表仿真及显示子系统;

[0008] 操纵机构及半实物界面子系统,包括多个仿真实物,并通过传感器获取输入信号,再通过嵌入式数据采集卡上的接口与接口计算机相连;

[0009] 管理监控系统,提供座舱显示研究环境的管理、设定、监控界面,实现系统设备的检测、仿真模型的功能设定、系统状态和模型参数的监控以及整个系统的运行管理功能;

[0010] 软件系统模块,包括飞行过程仿真单元和视景单元;

[0011] 音响系统,接收来自于飞行仿真计算机的实时飞行状态数据,从声音数据库查找对应的声音数据元素,合成为真实飞机座舱中可以听见的各种声音;

[0012] 计算机网络与光纤信号传输系统,涵盖了全部的软硬件接口以及传输功能,通过数据采集设备将参数输入给接口计算机,接口计算机将多个实物设备的数据在时间节点上融合后分发给其他单元。

[0013] 依据上述主要特征,该座舱机械构架子系统包括支持仪表显示前仪表板和两侧仪表板的座舱机械构架、视景支撑构架、工艺构架。

[0014] 依据上述主要特征,显控单元的座舱仪表仿真及显示子系统仿真显示与飞行管理相关的控制仪表,采用由计算机软件生成虚拟的仪表画面,并使用触摸屏进行人机交互,而基于触摸屏的人机交互子系统由设置在飞机座舱的前仪表板和两侧控制面板的采用高精度、高稳定的带触摸屏液晶显示器通过具体画面生成,其上的各类开关、按钮、旋钮等的操作均通过触摸屏实现,分析人手的运动特点和运动约束,建立相应的运动模式模型,通过对输入数据时间序列分析,识别出使用者的操作动作,在操作响应时间,图像画面变化配合、提示音响等方面,做到有机的协调,头盔显示系统可实现一种沉浸式交互环境,通过自然环境与虚拟环境中的对象交互作用、相互影响,产生亲临等同真实环境的感受和体验。

[0015] 依据上述主要特征,操纵机构及半实物界面子系统包括驾驶杆、脚蹬、油门手柄等仿真实物,并通过相关传感器获取输入信号,再通过嵌入式数据采集卡上 Ethernet 接口,与接口计算机相连。

[0016] 依据上述主要特征,管理监控系统包括系统管理模块、硬件运行管理监控模块、飞行及环境参数设置模块、监控及附加信息显示模块,其中系统管理模块对仿真环境各个单元及分系统的状态进行检测和管理,把各单元的主要软硬件运行状态以图形化的方式显示出来,可执行上电、断电、启动、关闭、通信等操作;硬件运行管理监控模块对在各个单元启动并运行正常后,根据当前运行模式、飞行及环境参数设定,运行开始/冻结/继续/结束;系统支持仿真运行和回放运行两种模式,仿真运行要接入主仿真系统以及其他指定航电设备,而回放运行则根据保存的数据内容进行系统回放;缺省状态下,仿真运行模式中一旦运行,即开始数据记录;飞行及环境参数设置模块用以在仿真运行模式下,对本次仿真的模型参数进行设定,主要包括飞机自身参数、飞行参数、环境参数等;软件安装时提供一套缺省的参数设定;一经设定,本次仿真的初始条件据此确定;监控及附加信息显示模块在仿真运行时,对飞行性能参数以及飞行状态、飞行条件的设定等进行实施监控和查看,查看采用数据、曲线、文字说明、地图等多种形式。

[0017] 依据上述主要特征,软件系统模块的飞行过程仿真单元包括主仿真模块、头盔显示模块、仪表与显控模块、管理模块,各个模块均可提供对外的数据接口以及视频接口,主仿真模块负责结算飞行仿真模型,模型结算根据当前的飞行状态和设定,推算下一时刻的飞行状态,将飞行状态分发给头盔显示、仪表与显控和视景模块,仪表与显控模块采用触屏显示方式,以自然的方式进行状态设定,这些设定信息返回给主仿真模块;仪表与显控模块可以按照飞行任务或者使用人员的需求进行编辑和重构,以重新设定仪表和显控界面。

[0018] 与现有技术相比较,实施本发明的可重构座舱环境具有可重构、结构简单、通用性强、性格价格比高等特点,各部分均按照模块化的设计思想开展设计工作,各模块具有独立的功能和良好的连接接口,有较强的组合能力;软件系统采用功能分层结构,具有较高的可移植性、可配置性和扩展性。

#### 【附图说明】

[0019] 图 1 为实施本发明的通用座舱显控系统仿真平台的系统组成模块结构图。

#### 【具体实施方式】

[0020] 请参阅图 1 所示,为实施本发明的通用座舱显控系统仿真平台的系统组成模块结

构图,实施本发明的通用座舱显控系统仿真平台包括座舱机械构架子系统、显控单元、操纵机构及半实物界面子系统、管理监控系统、软件系统模块、音响系统及计算机网络与光纤信号传输系统,以下对各模块的组成及功能进行详细说明。

[0021] 座舱机械构架子系统包括支持仪表显示前仪表板和两侧仪表板的座舱机械构架、视景支撑构架、工艺构架。该子系统采用开放式座舱结构,座舱结构采用模块化形式,易于装配和拆卸,具有良好的可维护性。以具有代表性的先进军用飞机座舱为参考,以钢结构为核心,曲面异形部分采用玻璃钢成型工艺完成,具有足够的机械强度,结构表面工艺精良美观。

[0022] 显控单元包括头盔显示系统、基于触摸屏的人机交互子系统及座舱仪表仿真及显示子系统,其中座舱仪表仿真及显示子系统仿真显示与飞行管理相关的控制仪表,采用由计算机软件生成虚拟的仪表画面,并使用触摸屏进行人机交互,具有灵活性,可根据具体飞机的要求进行重新定制。而基于触摸屏的人机交互子系统由设置在飞机座舱的前仪表板和两侧控制面板的采用高精度、高稳定的带触摸屏液晶显示器通过具体画面生成,其上的各类开关、按钮、旋钮等的操作均通过触摸屏实现,分析人手的运动特点和运动约束,建立相应的运动模式模型,通过对输入数据时间序列分析,识别出使用者的操作动作,在操作响应时间,图像画面变化配合、提示音响等方面,做到有机的协调,使获得的响应具有足够的真实感。头盔显示系统可实现一种沉浸式交互环境,通过自然环境与虚拟环境中的对象交互作用、相互影响,从而产生亲临等同真实环境的感受和体验,头盔显示器选用视频透视型头盔。

[0023] 操纵机构及半实物界面子系统包括驾驶杆(副翼和平尾),脚蹬(方向舵),油门手柄均为仿真实物,并通过相关传感器获取输入信号,再通过嵌入式数据采集卡上 Ethernet 接口,与接口计算机相连;驾驶杆采用侧杆形式。

[0024] 管理监控系统用以提供先进座舱显示研究环境的管理、设定、监控界面,实现系统设备的检测、仿真模型的功能设定、系统状态和模型参数的监控以及整个系统的运行管理功能,包括系统管理模块、硬件运行管理监控模块、飞行及环境参数设置模块、监控及附加信息显示模块。其中系统管理模块对仿真环境各个单元及分系统的状态进行检测和管理,把各单元的主要软硬件运行状态以图形化的方式显示出来,可执行上电(针对主要硬件设备),断电(针对主要硬件设备),启动,关闭,通信等操作。硬件运行管理监控模块对在各个单元启动并运行正常后,根据当前运行模式、飞行及环境参数设定,运行开始/冻结/继续/结束;系统支持仿真运行和回放运行两种模式,仿真运行要接入主仿真系统以及其他指定航电设备,而回放运行则根据保存的数据内容进行系统回放;缺省状态下,仿真运行模式中一旦运行,即开始数据记录。飞行及环境参数设置模块用以在仿真运行模式下,对本次仿真的模型参数进行设定,主要包括飞机自身参数、飞行参数、环境参数等;软件安装时提供一套缺省的参数设定;一经设定,本次仿真的初始条件据此确定。监控及附加信息显示模块在仿真运行时,对飞行性能参数以及飞行状态、飞行条件的设定等进行实施监控和查看,查看采用数据、曲线、文字说明、地图等多种形式。

[0025] 软件系统模块包括飞行过程仿真单元和视景单元。其中飞行过程仿真单元包括主仿真模块、头盔显示模块、仪表与显控模块、管理模块,各个模块均可提供对外的数据接口以及视频接口。主仿真模块负责结算飞行仿真模型,模型结算根据当前的飞行状态和设定,

推算下一时刻的飞行状态,将飞行状态分发给头盔显示、仪表与显控和视景模块。仪表与显控模块采用触屏显示方式,以自然的方式进行状态设定,这些设定信息返回给主仿真模块;仪表与显控模块可以按照飞行任务或者使用人员的需求进行编辑和重构,以重新设定仪表和显控界面。

[0026] 主仿真模块包括飞行动力学运动学模型、飞行控制模型以及火控模型。飞机动力学运动学模块是飞行仿真系统模型的核心模块,为导航部分、飞行控制部分提供源数据,并与这些模块构成闭环回路,达到真实模拟飞机起飞,降落,空中飞行的全过程。飞行动力学内部的模块划分为气动模块、运动方程模块、起落架力与力矩,地面力与力矩模块、动力系统模块、参数设定模块、故障模块。

[0027] 在模拟动力学计算过程中,飞行动力学部分主要是接收来自飞行控制系统模块给出的操作面位置,油门位置,液压系统模块给出的襟翼和起落架位置和收放标志,大气机输出的大气环境,发动机的输出推力,燃油,负载等结构参数,地面模型的输出参数以及航电控制系统和训练人员设定的各种飞机目标参数,飞机指令等。

[0028] 火控模型由多个模块组成:起飞模块、航线模块、飞行模块、搜索模块、格斗模块、导弹攻击模块、对地(水)面攻击模块、射击武器攻击模块、着陆模块、射击瞄准修正角计算、雷达模拟信号、射弹散布概率、偏差计算模块、有利射击检查模块、命中条件及命中率计算程序。

[0029] 头盔显示模块包括 Camera 获取现实场景、视频检测、头部运动跟踪、人机交互、虚拟场景生成、虚实场景的融合和显示几个部分。Camera 获取现实场景、视频检测、虚拟场景生成、虚实场景的融合和显示都是分左、右眼两路进行的,最终会将左眼的场景显示在左眼对应的显示屏幕上,右眼场景显示在右眼对应的显示屏幕上,以此实现三维立体显示。

[0030] 仪表与显控模块以图形化方式模拟传统仪表以及操纵设备,在不改变硬件的条件下,通过简单配置即可实现不同已有机型座舱人机界面的迅速仿真。使用 Microsoft 公司的最新界面设计工具 WPF,制作前顶板、后顶板以及前电子仪表盘的控件部分。显控部分的设计采用 MVVM 最新的设计理念进行操控件实现。将所有的面板控件分为输入类和输出类,输入类包括电门、旋转电门、旋钮、测试电门、数字输入键盘、按钮等,输出类包括表盘、指示灯、电子显示管等。为了实现编辑重构功能,需具备如下要素:基本元素库(字符库、图标库、显示元件、元素描述模型)、显示组件编辑器(提取基本显示元素库中的元素,构成一个显示组件)、显示布局编辑器(将若干组件组合在座舱显示区域内,并将各组件的驱动变量结构整合,形成飞机显示数据接口,该数据接口可与仿真模型实现对接)。

[0031] 视景单元通过大范围数据管理与加载,实现对大范围数据的分页管理,数据块的实时加载与移除,以达到最大效率地利用存储空间,方便地对地形数据进行查找,快速地加载与移除,使场景画面不仅逼真而且流畅。其可以完成如下功能:

[0032] (1) 实时绘制:对加载的地形数据、海面和机场模型进行实时绘制,综合了地形数据分块技术、连续层次细节模型(CLOD)技术、Morphing 技术等,对大规模地形进行实时渲染,给人身临其境的感觉,增强沉浸感,同时保证一定的帧速率。

[0033] (2) 灯光特效生成:对机场灯光、城市夜晚灯光、动态照明灯光等进行仿真,以达到逼真的显示效果。根据灯的不同类型,建立相应类型的光源,并对接受光源照射的材质编写 shader 程序,实现逐像素计算光照;对于城市中的灯光和机场上的跑道灯,采用点列的方

法生成。

[0034] (3) 时间变换效果 : 可完成不同自然时间天空颜色, 太阳和月亮的位置、颜色和形状, 雾的浓度计算等, 可精确计算自然时间, 并根据当前时间计算出环境属性, 变换环境状态, 实现全天候仿真。

[0035] 音响系统接收来自于飞行仿真计算机的实时飞行状态数据, 从声音数据库查找对应的声音数据元素, 合成为真实飞机座舱中可以听见的各种声音, 主要模拟以下几类声音 :

[0036] a) 发动机噪声 : 用于对各种工作条件下(起飞 / 正常巡航发动机噪声、飞机降落发动机反推力装置噪声、发动机故障噪声等) 飞机发动机的噪声进行仿真与输出。

[0037] b) 空气动力噪声 : 用于对各种工作条件下, 飞机飞行中空气作用产生的噪声进行仿真与输出。

[0038] c) 起落架动作噪声 : 用于对各种工作条件下(起落架收起、起落架放下、起落架故障等) 飞机起落架的噪声进行仿真与输出。

[0039] d) 地面滑跑噪声 : 用于对各种工作条件下, 飞机起降过程中, 机轮与地面跑道的的作用噪声进行仿真与输出。

[0040] e) 雷雨环境噪声 : 用于对各种工作条件下, 飞机工作过程中, 各种天气、气象条件的噪声进行仿真与输出。

[0041] 计算机网络与光纤信号传输系统涵盖了全部的软硬件接口以及传输功能(有无中继)。实物设备通过数据采集设备将参数输入给接口计算机, 接口计算机将多个实物设备的数据在时间节点上融合后分发给其他单元, 音响和视景数据通过光纤设备保证长距离无损传输。

[0042] 与现有技术相比较, 本发明首次引入先进座舱人机界面重构技术概念和开放式座舱设计理念, 对座舱显示操控设备布局与屏幕显示内容采用灵活的图形符号配置方式, 并使用基于触摸屏的人机交互系统, 达到实现可重构方便、通用性强、构型效率高的目的。航电界面编辑与重构技术主要体现在以图形化方式模拟传统仪表以及操纵设备, 在不改变硬件的条件下, 通过简单配置即可实现不同已有机型座舱人机界面的迅速仿真。通过对先进座舱人机界面重构技术的研究, 开发了航电界面编辑与重构器, 实现了对座舱显示操控设备布局与屏幕显示内容的灵活的图形符号配置 ; 通过对仪表、字符、开关、按钮等图形元素配置, 对显示布局、形式、色调、大小等属性的在线编辑, 可根据具体飞机的要求进行重新定制、任意配置, 从而满足多种型号作战飞机的研制任务需求。

[0043] 并且, 本发明引入增强现实虚拟座舱设计思路, 采用基于视频的 see-through 头盔显示器, 实现现实场景与虚拟信息的融合, 并以三维立体形式呈现给用户, 这种方式具有很好的虚拟显示效果和沉浸感。增强现实虚拟技术与人机界面重构技术相互结合, 可以实现虚实图像的精确对准以及融合。基于头盔的增强现实虚拟显示技术主要通过 Camera 获取现实场景、视频检测、头部运动跟踪、人机交互、虚拟场景生成、虚实场景的融合和显示几个部分。根据用户头部的运动来实时改变虚拟场景中视点的位置和视线的方向, 实现虚拟物体与真实场景画面的正确匹配。综合头盔显示系统实现了沉浸式交互环境, 自然环境与虚拟环境中的对象交互作用、相互影响, 从而产生亲临等同真实环境的感受和体验。

[0044] 可以理解的是, 对本领域普通技术人员来说, 可以根据本发明的技术方案及其发



明构思加以等同替换或改变,而所有这些改变或替换都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

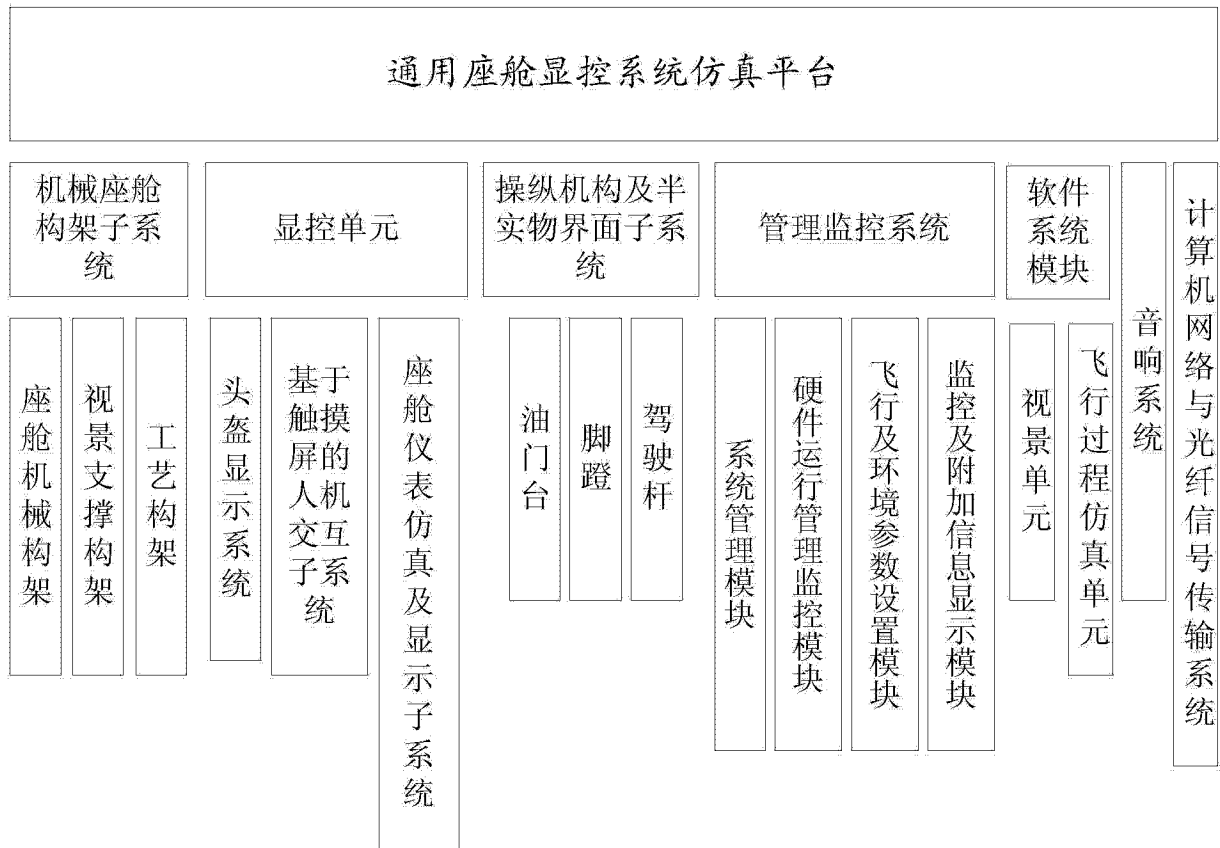


图 1