



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104504175 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201410707534. 8

(22) 申请日 2014. 11. 27

(71) 申请人 上海卫星装备研究所

地址 200240 上海市闵行区华宁路 251 号

(72) 发明人 高华 陈小弟 童利东 姜祎君

徐佳加 沈秀峰

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

G06F 17/50(2006. 01)

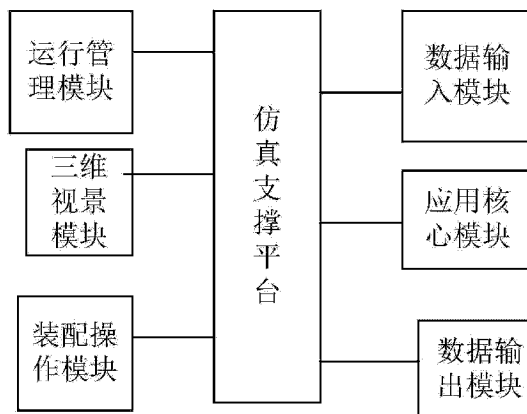
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

航天器装配仿真系统及仿真方法

(57) 摘要

本发明提供了一种航天器装配仿真系统及仿真方法,航天器装配仿真系统包括运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块、仿真支撑平台,运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块都与仿真支撑平台连接。本发明有效支持装配工艺过程仿真,具有操作简便、仿真实现效率高、模型适应性好等特点。



1. 一种航天器装配仿真系统,其特征在于,包括运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块、仿真支撑平台,运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块都与仿真支撑平台连接。

2. 根据权利要求1所述的航天器装配仿真系统,其特征在于,所述数据输入模块用于输入建模数据并进行虚拟场景建模,数据输入模块为整个装配工艺过程仿真提供基础数据支持,基础数据包括工装工具库、人体姿态库、工艺知识库及产品模型库。

3. 根据权利要求1所述的航天器装配仿真系统,其特征在于,所述三维视景模块完成仿真结果的后处理,通过图形生成系统、图像处理系统、投影显示系统、声音系统及信号转换系统构建一套三维虚拟交互系统来实现与装配工艺仿真结果的交互。

4. 根据权利要求1所述的航天器装配仿真系统,其特征在于,所述装配操作模块是为增加交互功能而设置的,主要是通过引入三维鼠标、红外数据衣实现与仿真过程进行交互,提升虚拟显示的真实感。

5. 根据权利要求1所述的航天器装配仿真系统,其特征在于,所述运行管理模块为管理整个仿真支撑平台的初始化设置、仿真运行和状态监控、仿真案例管理、修改及查询。

6. 根据权利要求1所述的航天器装配仿真系统,其特征在于,所述应用核心模块进行装配工艺过程仿真以及对仿真过程进行人机工效学分析验证。

7. 根据权利要求1所述的航天器装配仿真系统,其特征在于,所述数据输出模块可以将仿真分析验证结果以多种方式进行输出,对仿真验证结果进行发布。

8. 一种航天器装配仿真方法,其特征在于,其包括以下步骤:

步骤一,虚拟装配仿真场景建模,虚拟场景建模是基于仿真支撑平台的数据输入模块开展实施的,提取数据输入模块工装工具库中所需要的工装工具模型进入仿真场景开始虚拟装配仿真场景建立;

步骤二,装配过程仿真,装配过程仿真是基于仿真支撑平台中的应用核心模块开展实施的;

步骤三,完成仿真结果的后处理,具体是通过三维视景模块完成仿真结果的后处理,后处理内容包括关键仿真操作说明、虚拟场景渲染、仿真案例交互属性添加;

步骤四,装配工艺仿真案例后处理完成了表明该仿真案例具备进行三维虚拟交互的功能,基于装配操作模块在三维虚拟显示系统开展虚拟交互验证;

步骤五,仿真验证完成后,基于仿数据输出模块生成相应数据,完成装配工艺仿真验证,并形成仿真结论。

航天器装配仿真系统及仿真方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种仿真系统及仿真方法,具体地,涉及一种航天器装配仿真系统及仿真方法。

背景技术

[0002] 据统计,航天器的装配费用占整个生产成本的 30%~50%甚至更高,因此提高装配质量和效率、降低成本是提高航天制造业竞争力的重要环节。航天器装配具有装配精度高、装配难度大,并存在着不可逆的装配问题。目前的航天器装配工艺的制定仍然依赖操作人员的经验及实物试装,装配质量很难实现预测和控制。同时工艺设计缺乏可视化验证手段,装配工艺设计问题往往要在航天器总装过程中才能发现,导致装配周期长、返工率高、装配质量不稳定,这些都严重制约着航天器制造能力的提高。

[0003] 装配工艺仿真支撑平台是从产品装配的角度出发,综合利用虚拟现实技术、计算机建模与仿真技术、计算机辅助设计技术等,建立一个具有听觉、视觉、触觉的多模式虚拟环境,参与者在虚拟环境中交互式地进行产品设计、装配操作、检验和评价产品的装配性。装配工艺仿真可以有效的改变装配性问题发现的滞后性,为工艺提前介入设计提供了可视化的手段。

[0004] 通过对现有文献的检索,与本发明相关的专利有:申请号为 201010219159,公开号为 101866462 的“产品协同维修支撑平台及维修方法”专利申请,该专利申请提供了一种基于 Web 的协同维修支撑平台及维修方法。该发明是以地面武器产品协作维修为目标的,支持远程多用户进行产品维修计划、方案的交流、讨论和确定。航天器与地面武器对象不同导致模型数据特点不同,同时航天器属于单件小批量且没有后续维修等特点,导致航天器装配工艺过程比地面武器维修过程涉及到的因素和实施人员更多,操作配合过程更复杂,所以现有技术手段不能做到有效支持装配工艺过程仿真。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种航天器装配仿真系统及仿真方法,其有效支持装配工艺过程仿真,具有操作简便、仿真实现效率高、模型适应性好等特点。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供一种航天器装配仿真系统,其特征在于,包括运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块、仿真支撑平台,运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块都与仿真支撑平台连接。

[0007] 优选地,所述数据输入模块用于输入建模数据并进行虚拟场景建模,数据输入模块为整个装配工艺过程仿真提供基础数据支持,基础数据包括工装工具库、人体姿态库、工艺知识库及产品模型库。

[0008] 优选地,所述三维视景模块完成仿真结果的后处理,通过图形生成系统、图像处理系统、投影显示系统、声音系统及信号转换系统构建一套三维虚拟交互系统来实现与装配

工艺仿真结果的交互。

[0009] 优选地,所述装配操作模块是为增加交互功能而设置的,主要是通过引入三维鼠标、红外数据手套实现与仿真过程进行交互,提升虚拟显示的真实感。

[0010] 优选地,所述运行管理模块为管理整个仿真支撑平台的初始化设置、仿真运行和状态监控、仿真案例管理、修改及查询。

[0011] 优选地,所述应用核心模块进行装配工艺过程仿真以及对仿真过程进行人机工效学分析验证。

[0012] 优选地,所述数据输出模块可以将仿真分析验证结果以多种方式进行输出,对仿真验证结果进行发布。

[0013] 本发明还提供一种航天器装配仿真方法,其特征在于,其包括以下步骤:

[0014] 步骤一,虚拟装配仿真场景建模,虚拟场景建模是基于仿真支撑平台的数据输入模块开展实施的,提取数据输入模块工装工具库中所需要的工装工具模型进入仿真场景开始虚拟装配仿真场景建立;

[0015] 步骤二,装配过程仿真,装配过程仿真是基于仿真支撑平台中的应用核心模块开展实施的;

[0016] 步骤三,完成仿真结果的后处理,具体是通过三维视景模块完成仿真结果的后处理,后处理内容包括关键仿真操作说明、虚拟场景渲染、仿真案例交互属性添加;

[0017] 步骤四,装配工艺仿真案例后处理完成了表明该仿真案例具备进行三维虚拟交互的功能,基于装配操作模块在三维虚拟显示系统开展虚拟交互验证;

[0018] 步骤五,仿真验证完成后,基于仿数据输出模块生成相应数据,完成装配工艺仿真验证,并形成仿真结论。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:本发明具有操作简便、仿真实现效率高、模型适应性好等特点,同时,本发明涉及到的仿真平台具有良好的开放性、通用性、实时性、扩展性等特点。本发明能够适应航天器不同研制阶段的装配工艺方案验证,航天器总装操作过程培训等相关任务需求。

附图说明

[0020] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0021] 图 1 为本发明航天器装配仿真系统的原理框图。

具体实施方式

[0022] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0023] 如图 1 所示,本发明航天器装配仿真系统包括运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块、仿真支撑平台,运行管理模块、三维视景模块、装配操作模块、数据输入模块、应用核心模块、数据输出模块都与仿真支撑平

台连接。

[0024] 数据输入模块用于输入建模数据并进行虚拟场景建模,数据输入模块为整个装配工艺过程仿真提供基础数据支持,基础数据包括工装工具库、人体姿态库、工艺知识库及产品模型库。三维视景模块完成仿真结果的后处理,通过图形生成系统、图像处理系统、投影显示系统、声音系统及信号转换系统构建一套三维虚拟交互系统来实现与装配工艺仿真结果的交互。装配操作模块是为增加交互功能而设置的,主要是通过引入三维鼠标、红外数据手套实现与仿真过程进行交互,提升虚拟显示的真实感。运行管理模块为管理整个仿真支撑平台的初始化设置、仿真运行和状态监控、仿真案例管理、修改及查询。应用核心模块是仿真支撑平台的核心,进行装配工艺过程仿真以及对仿真过程进行人机工效学分析验证。数据输出模块可以将仿真分析验证结果以多种方式进行输出,对仿真验证结果进行发布。仿真支撑平台构建采用组合层次结构和模块化设计思想,通过技术支撑层标准化通信协议为平台应用层提供通用服务程序,实现不同软、硬件功能模块间的数据通信和交互控制。仿真支撑平台实现的具体步骤如下:步骤1:在分布交互式计算机网络的图形工作站和各计算机平台上安装RTI运行节点,并进行产品注册和初始化文件配置。步骤2:启动仿真运行管理模块;步骤3:调用数据输入模块;步骤4:启动应用核心模块进行仿真;步骤5:启动三维视景模块;步骤6:加载并运行虚拟装配仿真实例;步骤7:航天器总装协同装配操作;步骤8:启动数据输出模块。启动仿真运行管理模块的运行过程如下:步骤2.1:通过系统界面的初始化实现整个平台的初始化设置和运行控制;步骤2.2:设置仿真时间管理策略、注册协同式装配操作同步点、设置并创建数据通信和交互控制策略;步骤2.3:通过加入仿真系统中其他各模块的数据信息,以及按钮事件发送相应的交互控制指令,对加入仿真支撑平台的所有成员进行管理、监测和控制。启动三维视景模块运行过程如下:步骤5.1:启动投影系统,多通道立体信号同步;步骤5.2:在完成本模块的通用服务操作后,进行虚拟装配环境数据初始化和配置;步骤5.3:开启多线程,使得视景帧刷新和仿真时间推进同步进行,并通过接收视景帧刷新数据,底层数据分析和处理,进行协同式装配过程的视景仿真。

[0025] 本发明航天器装配工艺仿真方法包括以下步骤:

[0026] 步骤一,虚拟装配仿真场景建模,虚拟场景建模是基于仿真支撑平台的数据输入模块开展实施的,提取数据输入模块工装工具库中所需要的工装工具模型进入仿真场景开始虚拟装配仿真场景建立。作为虚拟装配过程仿真中的重要部分,虚拟场景应该满足以下三个要求:(1)逼真的外形及物理特性的有效表达。(2)虚拟环境搭建、工位布置要保持与真实情况一致。(3)具有合适的三角面片数,能够支持实时仿真。场景建模分为产品几何建模、物理属性建模、行为建模、人机交互特征建模四个部分。

[0027] 虚拟装配仿真场景模型主要来源于PDM系统、CAD系统、仿真资源库三个方面。依据来源不同,模型处理方法也有所差别,具体处理方法如下:(1)航天器产品模型来源与PDM系统,从而确保模型受控。航天器模型进入到仿真支撑平台前必须进行模型轻量化处理,确保仿真过程的顺利、流畅进行。(2)针对特定仿真需求需要重新建立的工装工具模型及其他模型来源于CAD系统。工装工具模型需要在仿真过程有行为属性添加所以模型轻量化以模型删减为主,一般不进行面片合并。(3)基本工装工具、人体姿态以及其他场景模型来源于仿真资源库。本部分模型可以直接重用,不需做任何处理。

[0028] 步骤二,装配过程仿真,装配过程仿真是基于仿真支撑平台中的应用核心模块开

展实施的。虚拟装配仿真场景建模完成了仿真数据输入。装配过程仿真是整个过程的关键环节。装配过程仿真是通过运动控制机制来仿真虚拟人行为,更新装配场景的状态,响应虚拟人行为仿真请求,仿真装配场景的约束运动。装配过程仿真包括两个部分即装配过程规划和装配操作仿真。卫星装配规划是对装配过程的分析,包括对操作人员数量及身体指标、装配工具的种类和数量、装配路径、拆装配顺序的规划。装配操作仿真是基于仿真需求的装配活动仿真,是装配过程仿真的核心工作和实现最终应用的基础。装配过程仿真时,对需要进行装配性评估的装配方案需要进行人机工效学评价。人机工效学评价的步骤如下:步骤 3.1、从产品数据管理(PDM)系统中输入相关信息,相关信息包括产品设计数据、人体模型数据、工具模型数据、人机工程评价准则数据。步骤 3.2、借助装配工艺仿真平台完成进行仿真,仿真过程中设置虚拟人体属性,对所需人机工程分析指标进行分析与评价,并形成人机工效学评价得分表。人机工效学分析指标包括可视性分析、可达性分析、作业姿态分析、装配时间分析、能量消耗分析。步骤 3.3、依据得分表与标准表进行比对,若通过,则生成仿真案例。否则,经技术负责人确认操作方式,则改进操作方式后重新分析。步骤 3.4、如果是因为设计缺陷则提出产品设计修改意见,采取改进措施,更新最初的产品数据管理(PDM)系统。

[0029] 步骤三,完成仿真结果的后处理,具体是通过三维视景模块完成仿真结果的后处理,后处理内容包括关键仿真操作说明、虚拟场景渲染、仿真案例交互属性添加等。经过步骤二的工作,桌面式的装配工艺仿真案例初步生成。

[0030] 步骤四,装配工艺仿真案例后处理完成了表明该仿真案例具备进行三维虚拟交互的功能,可以基于装配操作模块在三维虚拟显示系统开展虚拟交互验证,即将桌面式开发的装配仿真结果数据传输到三维虚拟系统,利用三维视景模块、装配操作模块实现与仿真结果的三维交互,验证装配方案的可行性。为进一步提升系统沉浸特性,增强人机交互性,需要在三维虚拟显示系统中增加跟踪交互设备。跟踪交互设备包括摄像头、跟踪系统控制主机、网络交换机、三维成像系统等。

[0031] 步骤五,仿真验证完成后,基于仿数据输出模块生成相应数据,完成装配工艺仿真验证,并形成仿真结论。

[0032] 综上所述,本发明对航天器装配工艺过程进行仿真验证,改善了航天器研制过程中装配性问题发现的滞后性问题,提高装配效率,对降低产品研制成本起到了至关重要的作用。本发明具有操作简便、仿真实现效率高、模型适应性好等特点,同时,本发明涉及到的仿真平台具有良好的开放性、通用性、实时性、扩展性等特点。本发明能够适应航天器不同研制阶段的装配工艺方案验证,航天器总装操作过程培训等相关任务需求。本发明支持跨地域、全数字样机和全制造周期的分布交互式装配仿真实施,方便航天器制造工艺性审查、专家成员装配工艺技术指导、在产品的设计过程中提前发现装配工艺性问题。

[0033] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

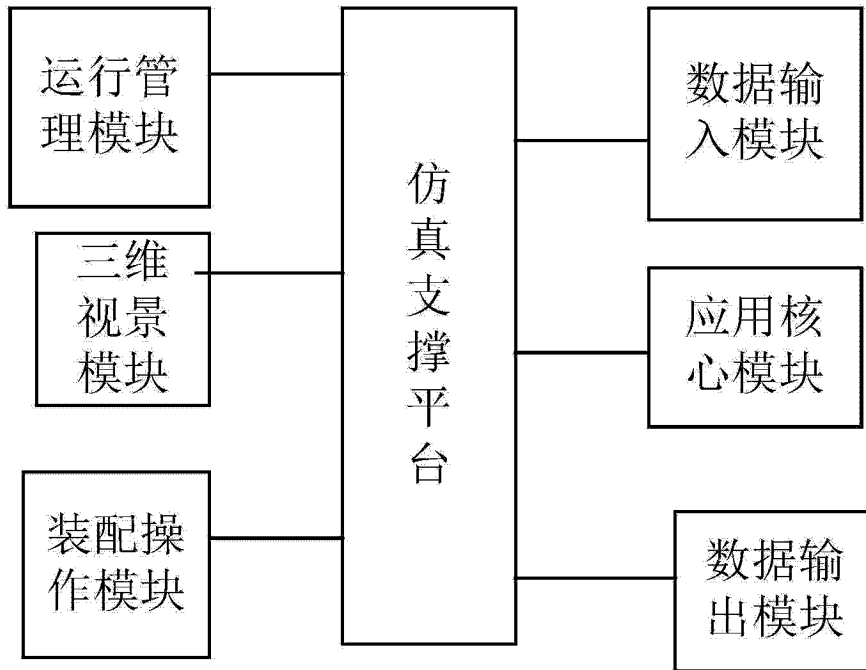


图 1