

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102096376 A

(43) 申请公布日 2011. 06. 15

(21) 申请号 201010613568. 2

(22) 申请日 2010. 12. 30

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 李岩 杨词银 路明 李姜 于洋
王思雯 于国权 王建军 崔爽

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G05B 17/02 (2006. 01)

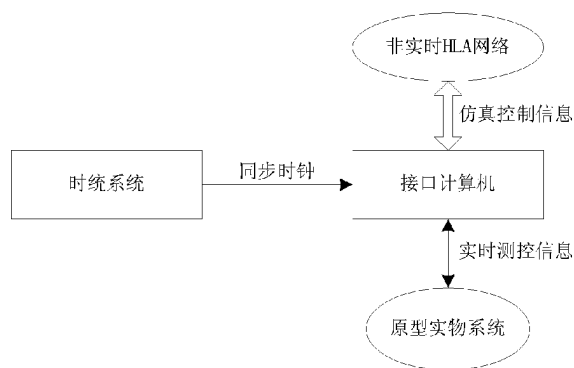
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

半实物仿真中的混合时序同步控制方法

(57) 摘要

半实物仿真中的混合时序同步控制方法, 涉及仿真控制技术领域, 它解决了现有实时物理仿真推演与非实时仿真控制之间的数据交互与协调的工作难题。本发明是利用实物系统的物理时序, 反向触发非实时的仿真时序, 通过建立有效的同步管理, 使得系统在原型接口设备上实现了时序的统一与数据的交换。在混合时序同步控制机制下, 原本按照自身步长推进的仿真体系, 在一定条件下能够与物理时序相匹配。混合时序同步机制在半实物仿真中的应用, 可使得仿真系统即兼顾了高精度需求下的原型系统仿真对于实时性的要求, 也充分发挥了基于 HLA 的高级仿真系统框架对于网络集成与数据交互提供的有效支撑, 使得半实物仿真系统应用的灵活性和可扩展性得到提高。



1. 半实物仿真中的混合时序同步控制方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤一、接口设备根据接收仿真控制系统的仿真数据启动仿真进程,并通过串行接口中断方式,实现时钟系统的物理中断响应;

步骤二、步骤一所述的接口设备将接收的仿真数据传送至原型实物系统,所述原型实物系统接收获得仿真数据;

步骤三、接口设备接收原型实物系统实时采集的状态及数据;并将所述的状态及数据传送至仿真控制系统;

步骤四、根据步骤三所述的仿真控制系统获得的数据计算下一周期的仿真目标数据,通过仿真网络向接口设备传送结果数据,实现混合时序同步控制。

2. 根据权利要求1所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法,其特征在于,步骤二所述的仿真数据由仿真控制系统通过仿真网络收集到的数据进行解算获得。

3. 根据权利要求1所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法,其特征在于,所述接口设备为接口计算机。

半实物仿真中的混合时序同步控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及仿真技术领域，具体涉及一种实时和非实时混合控制时序下的系统同步控制方法。

背景技术

[0002] 半实物仿真试验系统作为复杂系统研制开发、性能试验以及指标检测的重要手段，日益受到重视。半实物仿真试验作为由实物直接参与，结合仿真环境应用的一种试验手段，其体系结构包括以下几个部分：仿真控制系统、环境模拟设备以及被试设备等。

[0003] 由半实物仿真系统的工作性质决定，其体系结构中一般需包含实时与非实时两个部分，实时部分用于完成对环境仿真设备进行实时控制和数据采集，非实时部分用于完成外部非实时环境变量仿真系统的数据交换和处理。如何使实时的实物仿真系统与非实时的数据仿真系统结合，是半实物仿真系统首先需要面对和解决的关键技术问题。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有实时物理仿真推演与非实时仿真控制之间的数据交互与协调的工作难题，提供一种半实物仿真中的混合时序同步控制方法。

[0005] 半实物仿真中的混合时序同步控制方法，该方法由以下步骤实现：

[0006] 步骤一、接口设备根据接收仿真控制系统的仿真数据启动仿真进程，并通过串行接口中断方式，实现时钟系统的物理中断响应；

[0007] 步骤二、步骤一所述的接口设备将接收的仿真数据传送至原型实物系统，所述原型实物系统接收获得仿真数据；

[0008] 步骤三、接口设备接收原型实物系统实时采集的状态及数据；并将所述的状态及数据传送至仿真控制系统；

[0009] 步骤四、根据步骤三所述的仿真控制系统获得的数据计算下一周期的仿真目标数据，通过仿真网络向接口设备传送结果数据，实现混合时序同步控制。

[0010] 本发明的工作原理：本发明采用实物系统的物理时序，反向触发非实时的仿真时序，通过建立有效的同步管理，使得系统在原型接口设备上实现了时序的统一与数据的交换。在混合时序同步控制机制下，原本按照自身步长推进的仿真体系，在一定条件下能够与物理时序相匹配。本发明特征在于通过在仿真系统与原型设备的接口设备（接口计算机）引入时钟同步中断信号，通过时序调整，反转系统原有的控制逻辑，使仿真系统被实时系统的物理时序所同步，依据反向控制逻辑实现对非实时的仿真推进过程受控。进而实现全系统的同步推进。

[0011] 本发明的有益效果：本发明为混合时序同步机制在半实物仿真中的应用，使得仿真系统即兼顾了高精度需求下的原型系统仿真对于实时性的要求，也充分发挥了基于 HLA 的高级仿真系统框架对于网络集成与数据交互提供的有效支撑，使得半实物仿真系统的应用更加具有灵活性和扩展性。

附图说明

- [0012] 图 1 为本发明所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法的物理结构示意图；
- [0013] 图 2 为本发明所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法流程图；
- [0014] 图 3 为本发明所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法中仿真控制系统结构示意图；
- [0015] 图 4 为本发明所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法的控制时序图。

具体实施方式

[0016] 具体实施方式一、结合图 1 至图 3 说明本实施方式，半实物仿真中的混合时序同步控制方法，该方法由以下步骤实现：

[0017] 步骤一、接口设备根据接收仿真控制系统的仿真数据启动仿真进程，并通过串行接口中断方式，实现时钟系统的物理中断响应；

[0018] 步骤二、步骤一所述的接口设备将接收的仿真数据传送至原型实物系统，所述原型实物系统接收获得仿真数据；

[0019] 步骤三、接口设备接收原型实物系统实时采集的状态及数据；并将所述的状态及数据传送至仿真控制系统；

[0020] 步骤四、根据步骤三所述的仿真控制系统获得的数据计算下一周期的仿真目标数据，通过仿真网络向接口设备传送结果数据，实现混合时序同步控制。

[0021] 本实施方式中步骤二所述的仿真数据为：非实时控制指令和数据由仿真控制系统通过仿真网络收集到的数据进行解算获得，用以驱动实物原型机构运转。

[0022] 本实施方式所述的接口设备为接口计算机。

[0023] 具体实施方式二、结合图 4 说明本实施方式，本实施方式为具体实施一所述的半实物仿真中的混合时序同步控制方法的具体仿真过程：

[0024] 结合图 2 和图 3，采用混合时序同步控制 (MSSC) 技术实现半实物仿真控制，图 3 以 100Hz 控制频率为例：MSSC 的核心在于接口邦员内设定仿真时序和物理时序两套时序，通过物理时序触发内部仿真时序运行，再通过接口仿真时序内 RTI 控制下的信息交互触发仿真网络的运行。其信息交互过程如下：

[0025] 1、管理邦员根据操作指令启动仿真试验，并通过发送 RTI 属性类向控制邦员下达仿真启动命令；

[0026] 2、控制邦员响应该属性类指令，在 0 时刻前 10ms 启动物理仿真；

[0027] 3、控制邦员对执行机构反馈数据进行分析整理，触发仿真通讯，同时向执行机构下发运行参数；

[0028] 4、仿真通讯线程通过发送 RTI 属性类向仿真控制与试验评估系统反馈数据；

[0029] 5、仿真控制与试验评估系统接收属性类数据，执行仿真进程推演，推演结果数据通过 RTI 属性类发送给控制邦员；

[0030] 6、控制邦员接收属性类数据，为下一执行周期准备引导数据，并等待 0 时刻物理时序启动；

[0031] 7、响应 0 时刻同步，控制邦员根据接收到的仿真控制与试验评估系统下达的引导

数据,解算执行机构运行参数,并接收执行机构反馈数据。循环执行时序3,仿真系统开始仿真进程推进。

[0032] 步骤a、接口计算机响应物理时钟中断。通过串行接口中断方式,实现对物理时钟中断的响应,使仿真原型设备的工作在严格意义上的物理同步下展开工作;

[0033] 步骤b、接口计算机接收仿真控制系统的非实时控制指令和数据。该命令及控制数据由仿真控制系统根据通过仿真网络收集到的数据进行解算获得,用以驱动实物原型机构运转;

[0034] 步骤c、接口计算机向原型实物系统下发步骤b获得的控制指令和数据;

[0035] 步骤d、接口计算机接收原型实物系统实时采集的状态及数据;

[0036] 步骤e、接口计算机向仿真控制网络回馈步骤d获得的系统状态及数据。

[0037] 仿真控制系统获得数据后,结合通过仿真网络获得的其他数据,解算下一周期系统的仿真目标数据,并在计算完成后,立即通过仿真网络向接口设备下发结果数据。

[0038] 本发明所述的混合时序同步控制(MSSC)技术就是在HLA/RTI构建的半实物仿真控制系统中,放弃由RTI时间推进机制主导仿真进程的传统做法,而是充分利用的通讯管理功能,通过制定通讯规则使仿真系统与原型系统保持同步,进而实现仿真推进精确控制的目的。

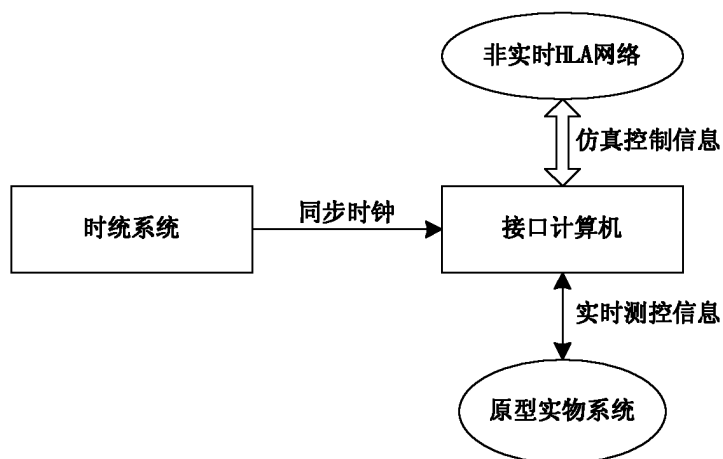


图 1

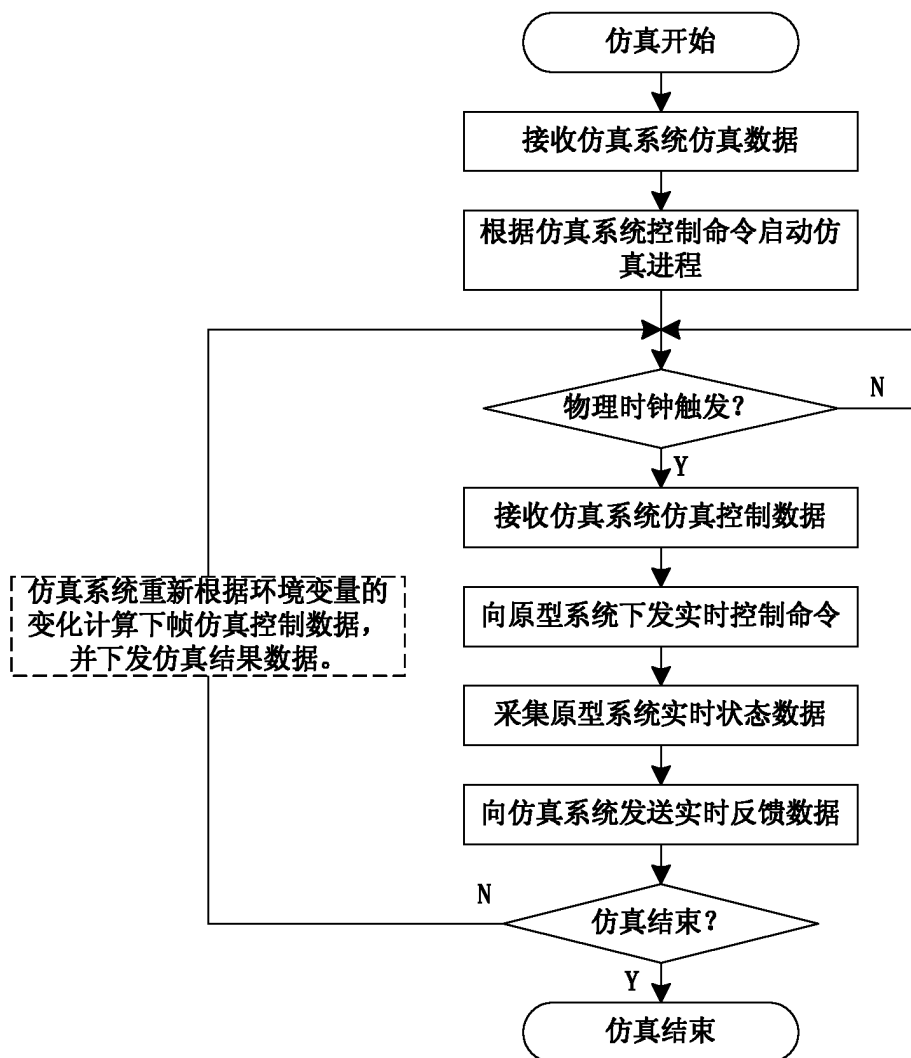


图 2

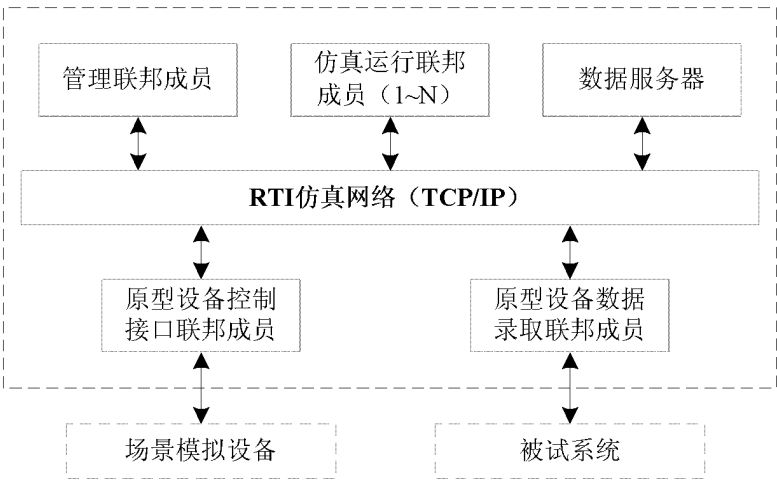


图 3

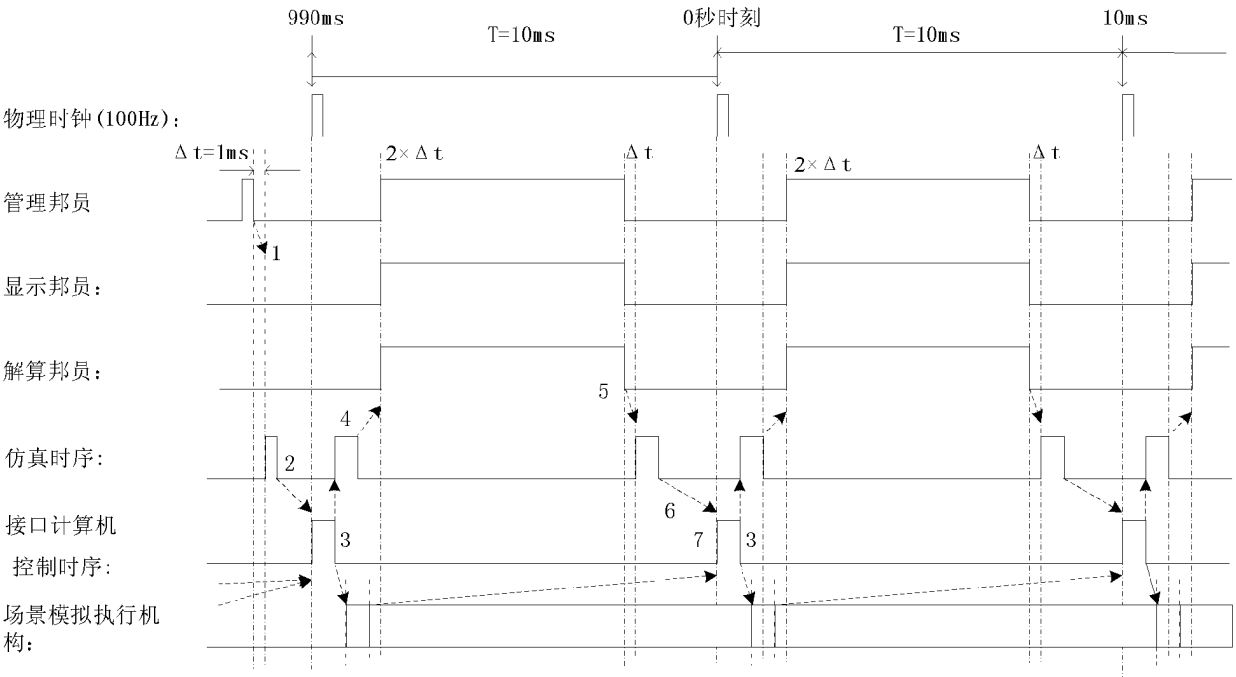


图 4