



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113325816 A

(43) 申请公布日 2021.08.31

(21) 申请号 202110883571.4

(22) 申请日 2021.08.03

(71) 申请人 山东捷瑞数字科技股份有限公司
地址 264003 山东省烟台市莱山区同和路
26号

(72) 发明人 王涛 李腾 安士才 车伟帅

(74) 专利代理机构 青岛发思特专利商标代理有
限公司 37212

代理人 宫兆俭

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

H04L 9/32 (2006.01)

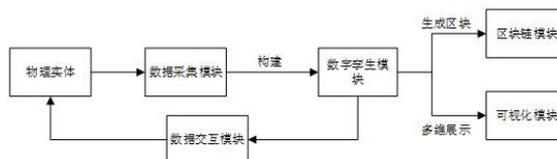
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法

(57) 摘要

本发明涉及工业互联网技术领域,实现了一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,所述方法包括以下步骤:S1:数据采集,通过数据采集模块采集产品数据以及相关数据并进行预处理和初步分析;S2:数字孪生体构建,通过数字孪生模块根据数据将物理实体建立模型,构建对应的数字孪生体;S3:数据存储,通过区块链模块对数字孪生模块的数据进行封装和存储;S4:建模预测,通过数据交互模块进行数据仿真、预测,实现物理实体、模型和数字孪生体三者之间衔接;S5:终端展示,通过可视化模块将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度展示;所述的数据采集模块与数字孪生模块相连,所述的数字孪生模块与区块链模块、数据交互模块和可视化模块相连。



1. 一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,其特征在于,所述的方法包括以下步骤:S1:数据采集,通过数据采集模块采集产品数据以及相关数据并进行预处理和初步分析;所述数据采集模块包括智能感知节点和数据处理器,所述智能感知节点获取设备和产品数据以及其他关联数据,并能实现数据的自主采集、自动同步以及远程控制;所述数据处理器设置于数据采集终端,通过卷积神经网络的数据检测算法对所述智能感知节点数据进行预处理和分析;所述智能感知节点的数据通过5G、WiFi或蓝牙无线高速网络通讯方式实现数据的无线传输;S2:数字孪生体构建,通过数字孪生模块根据所述数据采集模块传入的数据将物理实体建立模型,构建对应的数字孪生体;S3:数据存储,通过区块链模块将数字孪生模块的数据封装为交易并对数据进行存储;S4:建模预测,通过数据交互模块进行数据仿真、预测,实现物理实体、模型和数字孪生体三者之间衔接;S5:终端展示,通过可视化模块将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度展示;所述的数据采集模块与数字孪生模块相连,所述的数字孪生模块与区块链模块、数据交互模块和可视化模块相连。

2. 根据权利要求1所述的面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,其特征在于:所述的数字孪生模块主要包括物理空间和数字虚拟空间;所述物理空间用于基于云计算、人工智能和大数据技术对孪生数据的分析和服;所述虚拟空间用于对基础设施、产品系统、生产环境进行多层次、全维度的仿真和建模;所述的数字孪生模块将物理空间中的数据在数字虚拟空间完成映射,建立模型,构建对应的数字孪生体,所述数字孪生体实现产品的智能规划设计、生产管理、运行维护和故障预测各种功能。

3. 根据权利要求1所述的面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,其特征在于:所述区块链模块包括依托互联网技术构建一个对等网络平台;在所述区块链模块中构建区块,所述区块包含区块头和区块体,所述区块头是区块的唯一标识,所述区块体用来存储从孪生体模块传入的数字孪生体数据,通过共识机制将不同的区块上链,连接起来形成一个完整的数字孪生体的数据区块链,所述的共识机制防止恶意节点破坏区块的形成。

4. 根据权利要求1的所述面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,其特征在于:所述区块链模块把数据封装为交易并对数据进行存储,所述存储数据的结构为默克尔树结构,不同时刻的数据将在预设时间内进行收集并形成一个新的交易,通过默克尔树的形式进行存储。

5. 根据权利要求1所述的面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,其特征在于:所述数据交互模块通过数据驱动实现物理实体、模型和数字孪生体三者之间的衔接,使信息和数据在三者之间进行相互耦合,实现三者之间的数据通信;利用机器学习和深度学习的人工智能算法实现物理层面与虚拟数字孪生层面的交互与同步反馈,完善物理空间中的流程。

6. 根据权利要求1所述的面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,其特征在于:所述可视化模块通过可视化工具将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度展示;所述可视化模块支持高分辨率三维可视化,实现成果与模型展示、人机交互、团队协同工作功能。

面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数字孪生体数据管理方法,尤其涉及一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,涉及工业互联网技术领域。

背景技术

[0002] 工业互联网的本质和核心是通过工业互联网平台把设备、生产线、工厂、供应商、产品和客户紧密地连接融合起来。近年来,数字孪生技术被广泛应用于工业互联网云平台,数字孪生技术是在信息化平台内模拟物理实体、流程或系统,实现物理域和虚拟域互联互通。构建一个数字孪生体需要大量的数据计算,涉及到庞大的数据量,因此,共享数据是否安全可靠是工业互联网快速发展的前提和基础,如何保证共享数据的安全、可信,成为工业互联网中数字孪生技术所面临的巨大挑战。

发明内容

[0003] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法。

[0004] 技术方案:为实现上述目的,本发明的一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,所述的方法包括以下步骤:S1:数据采集,通过数据采集模块采集产品数据以及相关数据并进行预处理和初步分析;所述数据采集模块包括智能感知节点和数据处理器;所述智能感知节点获取设备和产品数据以及其他关联数据,并能实现数据的自主采集、自动同步以及远程控制;所述数据处理器设置于数据采集终端,通过卷积神经网络的数据检测算法对所述智能感知节点数据进行预处理和分析;所述智能感知节点的数据通过5G、WiFi或蓝牙无线高速网络通讯方式实现数据的无线传输;S2:数字孪生体构建,通过数字孪生模块根据所述数据采集模块传入的数据将物理实体建立模型,构建对应的数字孪生体;S3:数据存储,通过区块链模块将数字孪生模块的数据封装为交易并对数据进行存储;S4:建模预测,通过数据交互模块进行数据仿真、预测,实现物理实体、模型和数字孪生体三者之间衔接;S5:终端展示,通过可视化模块将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度展示;所述的数据采集模块与数字孪生模块相连,所述的数字孪生模块与区块链模块、数据交互模块和可视化模块相连。更进一步地,所述的数字孪生模块主要包括物理空间和数字虚拟空间;所述物理空间用于基于云计算、人工智能和大数据技术对孪生数据的分析和服;所述虚拟空间用于对基础设备、产品系统、生产环境进行多层次、全维度的仿真和建模;所述的数字孪生模块将物理空间中的数据在数字虚拟空间完成映射,建立模型,构建对应的数字孪生体,所述数字孪生体实现产品的智能规划设计、生产管理、运行维护和故障预测各种功能。

[0005] 更进一步地,所述区块链模块包括依托互联网技术构建一个对等网络平台;在所述区块链模块中构建区块,所述区块包含区块头和区块体,所述区块头是区块的唯一标识,所述区块体用来存储从孪生体模块传入的数字孪生体数据,通过共识机制将不同的区块上

链,连接起来形成一个完整的数字孪生体的数据区块链,所述的共识机制防止恶意节点破坏区块的形成。

[0006] 更进一步地,所述区块链模块把数据封装为交易并对数据进行存储,所述存储数据的结构为默克尔树结构,不同时刻的数据将在预设时间内进行收集并形成一个新的交易,通过默克尔树的形式进行存储。

[0007] 更进一步地,所述数据交互模块通过数据驱动实现物理实体、模型和数字孪生体三者之间的衔接,使信息和数据在三者之间进行相互耦合,实现三者之间的数据通信;利用机器学习和深度学习的人工智能算法实现物理层面与虚拟数字孪生层面的交互与同步反馈,完善物理空间中的流程。

[0008] 更进一步地,所述可视化模块通过可视化工具将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度展示;所述可视化模块支持高分辨率三维可视化,实现成果与模型展示、人机交互、团队协作工作功能。

[0009] 本发明有益效果为:工业互联网技术与数字孪生技术相结合,通过数字孪生体与现实设备的数据实时互通,对设备生产的生命周期过程进行精准仿真预测与分析,大幅度提高生产和管理效率。同时,将区块链技术用于解决数字孪生体构建过程中数据的安全、可信问题,极大的推动了工业互联网领域的科技化、智能化,能够有效的解决现有技术中存在的缺陷和不足。

附图说明

[0010] 图1为面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法结构图;
图2为面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法流程图;
图3为区块链数据存储图;
图4为虚拟孪生模型图。

具体实施方式

[0011] 以下对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0012] 实施例一

一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法,所述的方法包括以下步骤:S1:数据采集,通过数据采集模块采集产品数据以及相关数据并进行预处理和初步分析;S2:数字孪生体构建,通过数字孪生模块根据所述数据采集模块传入的数据将物理实体建立模型,构建对应的数字孪生体;S3:数据存储,通过区块链模块将数字孪生模块的数据封装为交易并对数据进行存储;S4:建模预测,通过数据交互模块进行数据仿真、预测,实现物理实体、模型和数字孪生体三者之间衔接;S5:终端展示,通过可视化模块将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度展示;所述的数据采集模块与数字孪生模块相连,所述的数字孪生模块与区块链模块、数据交互模块和可视化模块相连。

[0013] 所述数据采集模块包括智能感知节点和数据处理器;数据采集模块主要通过智能感知节点对产品数据以及对相关数据进行实时采集。数据处理器主要卷积神经网络的数据检测算法对采集的数据进行预处理以及初步的分析。该算法的做法是首先采用选择性搜索

的方法为图像数据生成大约2000个候选区域,然后用卷积神经网络对这些候选区域进行特征提取,再利用SVM分类器对提取的特征进行分类,最后用边界框(Bounding Box)回归校正候选区域,并生成预测框的坐标。

[0014] 所述的数字孪生模块主要包括物理空间和数字虚拟空间;数字孪生模块将现实中的物理实体建立起数字孪生体,并根据模拟仿真、空间映射、预测方案解决实际问题。主要作用是基于云计算、人工智能和大数据技术对孪生数据的分析和服。结合数字化技术和人工智能技术对基础设施、产品系统、生产环境进行多层次、全维度的仿真和建模。如:使用数据驱动建模利用数学和统计方法,对输入和输出数据的关系来描述系统的特性;使用人工智能技术去高效的感知环境、分析现状以及结合目标进行最优决策,在不确定环境中保证数字孪生技术的最佳实践。

[0015] 所述区块链模块利用区块链技术的可追溯性、安全性和高可用性保证数字孪生体创建过程以及虚拟仿真过程中数据的安全性。区块链模块依托互联网技术构建一个对等网络平台。在所述区块链模块中构建区块,其中包含区块头和区块体,区块头是区块的唯一标识,区块体用来存储从孪生体模块中所获得的数字孪生体的数据。通过共识机制选举出共识节点参与共识,最终生成新的区块并将不同的区块上链,连接起来形成一个完整的数字孪生体的数据区块链。

[0016] 所述区块链模块把数据封装为交易并对数据进行存储,所述存储数据的结构为默克尔树结构,不同时刻的数据将在预设时间内进行收集并形成一个新的交易,通过默克尔树的形式进行存储。

[0017] 所述数据交互模块利用机器学习和深度学习的人工智能算法实现物理层面与虚拟数字孪生层面的交互与同步反馈,完善物理空间中的流程。孪生数据源于物理实体、虚拟模型和虚拟孪生体应用服务,数据交互模块将物理实体、数字孪生模型和数字孪生体连接为一个有机的整体,使得信息与数据在各部分间相互耦合与交互反馈,实现双向通信与服务交互。

[0018] 所述可视化模块通过可视化工具将虚拟仿真结果以及最终产品在终端进行多维度和更加直观的展示。支持高分辨率三维可视化,满足成果与模型展示、人机交互、团队协同工作应用功能需求。本发明采用Echarts和Three.js技术相结合的方式展示仿真结果和模型。使用Echarts技术展示数据仿真和建模过程中实时数据或统计数据,Three.js技术提供丰富的三维模型显示功能,使用此技术实现数字孪生模型的可视化展示,使得研发人员以一种更加直观、便捷的交互方式实时监视仿真数据的动态变化。

[0019] 实施例二

随着互联网和人工智能的发展,无人驾驶汽车技术被提出并逐渐制造出无人驾驶汽车。然而,在过程中很多问题需要解决,例如:技术问题、安全问题和法规问题等。现在社会正在进入工业4.0时代,在汽车产品的制造过程中可以使用数字孪生技术结合互联网络系统监视物理过程,创建物理虚拟副本并进行决策;使用区块链技术维护过程中的数据存储,保护过程中数据安全。

[0020] 为了便于对本实施例进行理解,如图2所示,本发明的一种面向工业互联网的数字孪生体数据管理方法的流程图,包含如下步骤:

根据流程图中的步骤一,在汽车上设置智能感知芯片,通过智能感知节点进行数

据的实时采集,获取所生产汽车产品的各种数据信息。传统的MCU芯片可以实现低级别辅助驾驶,但是随着高级别智能驾驶的到来,智能汽车面临着多维感知需求和海量非结构化数据处理的需求的挑战。本发明为提高智能驾驶中高数据量和高算力的挑战,采用AI智能芯片做为智能汽车的数据处理和运算核心。例如:将神经网络算法集成到芯片中,不仅可以解决高数据量的处理和算力问题,还具有成本低和功耗低的优点。在无人驾驶技术方面,不仅需要汽车独立的孪生体数据,还需要相关的气象、路况和实时动态等数据。通过汽车的AI智能芯片来获取汽车的各个部分的关键数据以及道路的路况、定位、气象等数据,并通过模块中的数据处理器对采集的数据进行数据的初步处理以及数据的聚合分析。最终,各种数据汇总形成数据源。

[0021] 根据流程图中的步骤二,数据采集模块获取的数据通过孪生体模块将现实中的物理实体建立起数字孪生体。本发明采用深度学习技术对预处理的数据进行分析、处理。对于本实施例中物理实体的生产要素,本发明从几何、物理、行为、规则多个层次进行孪生模型的构建,真实还原物理实体的运行状态。首先,通过厂家提供的多种途径获取几何模型文件并利用Pixyz studio进行孔洞剔除等操作实现轻量化的处理,获取初步几何模型。然后,利用3dsMax进行数字孪生虚拟场景的搭建,并实现对模型的优化和渲染。最后,通过Unity3d进行数字孪生车间的物理模型、行为模型、规则模型的构建。

[0022] 进一步的,为了解决不同的应用场景模型精度要求有所不同的问题,本发明通过三维模型智能处理技术对模型进行优化处理。首先,通过对常见三维模型中格式的语义字段识别解析,解决模型格式的自动转换。然后,通过对点云模型、网格模型等常见模型中的集合结构和语义特征进行自动识别分割,对模型的结构进行智能处理,完成基于语义特征的去噪优化和特征提取,实现对模型结构的智能化处理。最后建立起数字孪生体,完成物理空间到虚拟空间的映射。

[0023] 进一步的,通过数据交互模块来接收来自物理实体的数据使得数字模型进行实时的演化,实现虚实同步,即实指的是现实中的物理实体,虚指的是虚拟的数字模型。数字孪生体与物理实体之间通过本地网络相连,反映物理实体的实时状态和参数,并对数据进行状态信息的提取。从而与物理实体的全生命周期保持一致,最终能够实现汽车和数字模型的衔接,进行数据的实时交互与反馈,在信息化平台内模拟汽车产品。具体的,本地网络包括但不限于工业现场总线和无线网络,例如:工业以太网,光纤网络或wifi。

[0024] 在数字孪生体的开发过程中,历史数据和历史虚拟产品会不断的被覆盖。历史产品数据对新产品的生产设计以及技术纠正起到非常重要的作用。本发明通过区块链技术去解决历史数据的存储和安全问题。

[0025] 进一步的,区块链技术的核心优势是去中心化和安全可靠,将需要共享和存储的数据通过特定的哈希算法和Merkle数据结构进行封装,通过对等网络(P2P网络)的方式进行组网,然后通过共识协议生成区块最终区块上链完成数据的存储。通过区块链技术保证历史产品数据的安全性和可信度问题。

[0026] 根据流程图中的步骤三,依托互联网技术构建一个对等网络(P2P网络)平台。如图3所示构建区块,其中包含区块头和区块体,区块头是区块的唯一标识,包含前一个区块的Hash值、时间戳、默克尔数结构的根哈希值和随机数,区块体用来存储从孪生体模块中所获得的数字孪生体的数据。

[0027] 进一步的,区块链模块把数据封装为交易并对数据进行存储,同时存储的数据结构为默克尔树结构,不同时刻的数据将在预设时间内进行收集并形成一个新的交易,通过默克尔树的形式进行存储。

[0028] 进一步的,默克尔树中存储的交易信息为数字孪生体中的关键数据,所有交易都被Hash组合成根Hash值,根Hash值作为一组交易的唯一摘要存储到区块中。使用SPV(简单支付验证)对交易进行验证,通过计算待验证的交易Hash值与本地区块头中的默克尔树的根Hash值进行比较,定位到包含该交易所在的区块验证交易的真实性。

[0029] 本发明用于管理数字孪生体中大量的数据,因此本发明将数据进行分类,类型相同的数据被存储在一个默克尔树结构中。进一步的,根据权益证明共识机制验证区块,将验证之后的区块按照时间顺序进行连接构建链,形成最终的区块链结构。

[0030] 根据流程图中的步骤四,接收到数据后进行模拟仿真、预测,本发明中提供智能优化算法进行仿真、预测,智能算法包含但不限于遗传算法、神经网络、深度学习等算法也可以使用自己开发的优化算法并嵌入到其中,并能利用优化算法对大规模参数进行自动优化,快速获得优化的参数配置。通过物理实体、模型和数字孪生体之间形成的有机整体内部实时数据反馈进行参数的修正,能够快速纠正仿真预测过程中出现的偏差,使得最终的结果更加准确。

[0031] 根据流程图中的步骤五,将所有的统计分析和仿真实验数据采用表格、柱状图、饼状图等方式生成响应的结果,并形成报表导出打印。同时使用Echarts技术展示数据仿真和建模过程中实时数据或统计数据,Three.js技术提供丰富的三维模型显示功能,使用此技术实现数字孪生模型的可视化展示,使得研发人员以一种更加直观、便捷的交互方式实时监控仿真数据的动态变化。最终,根据数据结果投入生产,形成现实中真正的汽车产品。

[0032] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

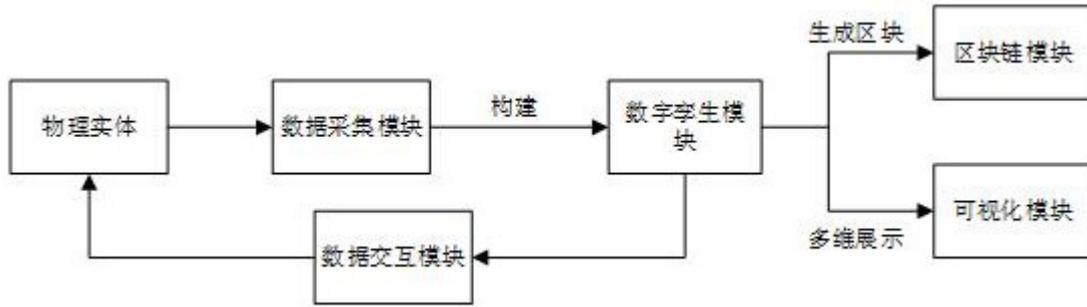


图1

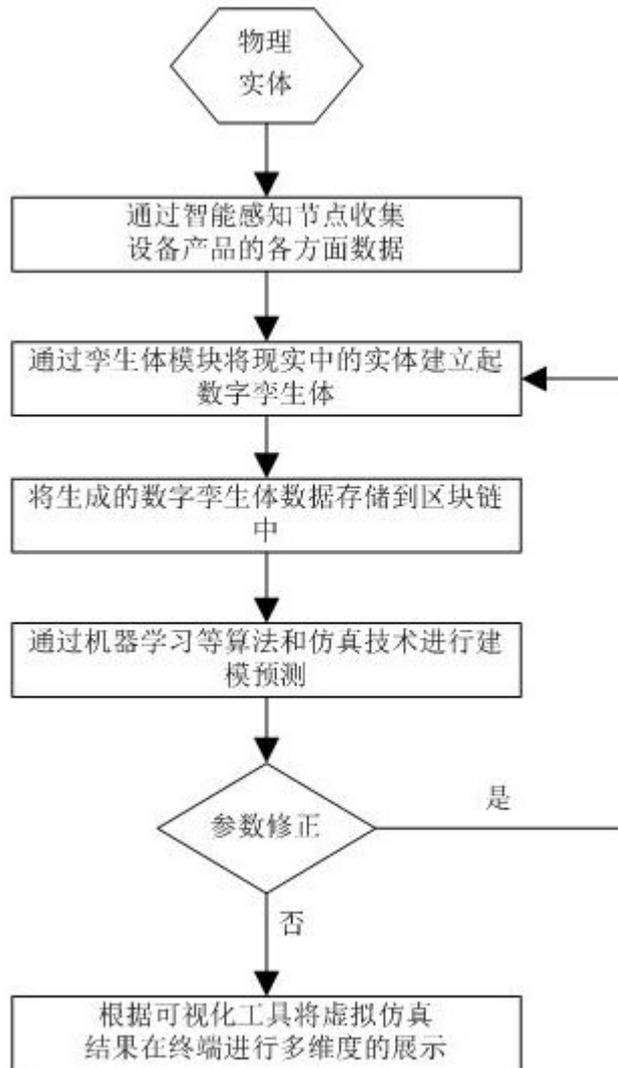


图2

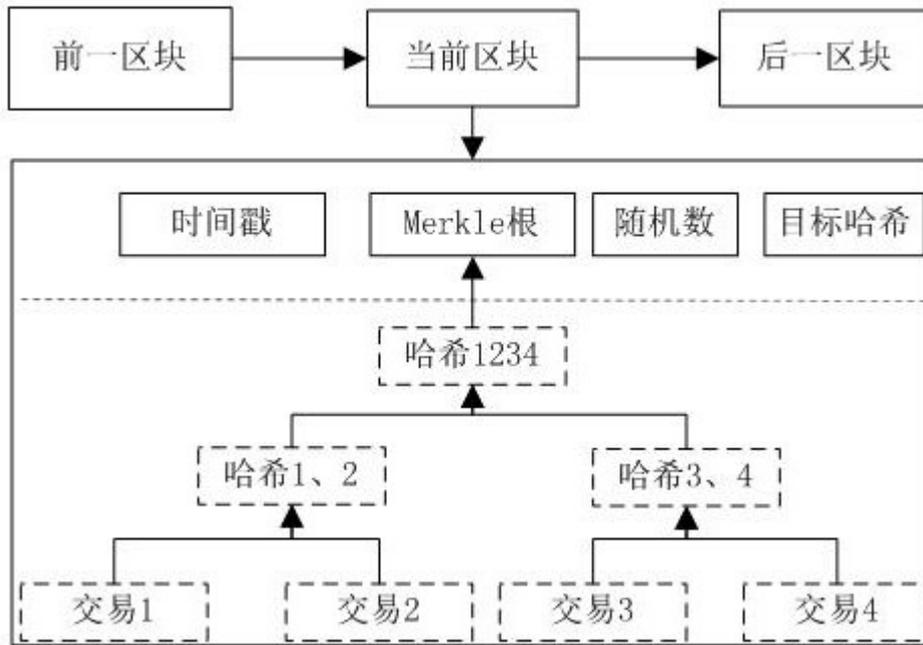


图3

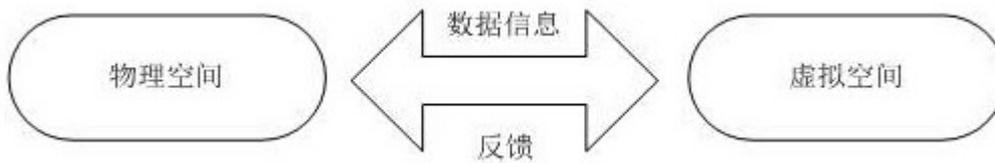


图4