



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115099607 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 23

(21) 申请号 202210706512.4

(22) 申请日 2022.06.21

(71) 申请人 中国人民解放军国防科技大学  
地址 410073 湖南省长沙市开福区德雅路  
109号

(72) 发明人 胡佳鑫 朱彦伟 张可

(74) 专利代理机构 长沙国科天河知识产权代理  
有限公司 43225  
专利代理师 彭小兰

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06K 9/62 (2022.01)

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 16/904 (2019.01)

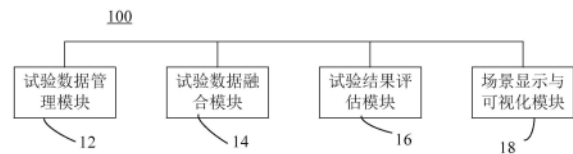
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

## (54) 发明名称

试验数据融合与评估管理系统

## (57) 摘要

本申请涉及试验数据融合与评估管理系统,包括:试验数据管理模块,用于多源的试验数据的接收、存储与检索管理。试验数据融合模块,通信连接试验数据管理模块,用于融合处理控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据,输出飞行弹道数据和系统工作状态数据。试验结果评估模块,通信连接试验数据管理模块,用于根据试验数据管理模块提供的事后数据进行事后综合试验效果评估,以及用于根据外部实时数据进行实时在线试验效果评估。场景显示与可视化模块,通信连接试验数据管理模块,用于根据试验数据管理模块提供的数据和外部实时数据进行数据可视化显示。大幅提高了试验数据管理效率。



1. 一种试验数据融合与评估管理系统,其特征在于,包括:

试验数据管理模块,用于多源的试验数据的接收、存储与检索管理;

试验数据融合模块,通信连接所述试验数据管理模块,用于融合处理控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据,输出飞行弹道数据和系统工作状态数据;

试验结果评估模块,通信连接所述试验数据管理模块,用于根据所述试验数据管理模块提供的事后数据进行事后综合试验效果评估,以及用于根据外部实时数据进行实时在线试验效果评估;

场景显示与可视化模块,通信连接所述试验数据管理模块,用于根据所述试验数据管理模块提供的数据和外部实时数据进行数据可视化显示。

2. 根据权利要求1所述的试验数据融合与评估管理系统,其特征在于,所述试验数据管理模块包括:

信道管理子模块,用于通过提供各通信信道可视化管理并监视各通信信道工作状态,进行多源的试验数据的不丢点接收;

交互指令响应子模块,用于将人机交互界面的指令输入解析为数据管理指令;所述数据管理指令包括数据查询需求及检索关键字;

数据管理指令响应子模块,用于将所述数据管理指令解析为数据查询或数据插入语句;

数据操作服务子模块,用于生成所述数据库查询或数据插入语句,提交SQL脚本至数据库服务器并接收执行结果反馈;

外部数据接口服务子模块,用于分别接入所述控制系统等效器数据、所述模拟遥测数据、所述测试控制台数据与所述试验数据,并提供数据采集与管理集成接口;

人机交互接口服务子模块,用于提供试验数据管理人机交互界面。

3. 根据权利要求1所述的试验数据融合与评估管理系统,其特征在于,所述试验数据融合模块包括:

外部接口服务子模块,用于接入所述试验数据与多源信息,并提供数据采集与管理集成接口;所述多源信息包括所述控制系统等效器数据、所述模拟遥测数据与所述测试控制台数据;

数据预处理子模块,用于对所述试验数据与所述多源信息进行坐标转换和数据对准处理;

融合算法库子模块,用于提供多传感器数据融合算法和目标跟踪算法的调用,以及响应算法的添加、修改与删除;

融合结果输出子模块,用于将融合结果提交至所述试验数据管理模块进行结果数据存储,并输出融合结果至人机交互界面;所述融合结果包括所述飞行弹道数据和所述系统工作状态数据;

人机交互界面子模块,用于根据所述融合结构展示决策辅助信息。

4. 根据权利要求3所述的试验数据融合与评估管理系统,其特征在于,调用所述多传感器数据融合算法和目标跟踪算法对预处理后的所述多源信息进行融合跟踪的处理过程,包括:

基于所述多源信息,采用蒙特卡罗方法生成初始集合;

利用所述初始集合计算预测集合及预测状态均值；  
根据所述预测集合及所述预测状态均值，计算集合卡尔曼滤波的卡尔曼增益矩阵；  
根据所述卡尔曼增益矩阵，计算集合卡尔曼滤波的分析集合、分析状态均值和分析状态误差协方差；

确定是否跟踪结束；

若是，则输出滤波后的目标状态，否则返回所述利用所述初始集合计算预测集合及预测状态均值的步骤。

5. 根据权利要求1所述的试验数据融合与评估管理系统，其特征在于，所述试验结果评估模块包括：

指标管理子模块，用于执行指标体系构建与指标参数配置处理；

评估子模块，用于根据所述试验数据管理模块提供的数据及调用的指标参数，执行单项能力评估、目标威胁评级和综合能力评估，生成评估结果；

灵敏度分析子模块，用于根据调用的指标与所述评估结果，进行单指标对目标的影响程度分析，生成分析结果；

评估结果展示子模块，用于根据所述评估结果和所述分析结果进行信息展示、决策辅助信息反馈、结果数据送存与评估报告生成；所述信息展示包括评估场景展示、动态结果变化展示和评估结果对比展示。

6. 根据权利要求5所述的试验数据融合与评估管理系统，其特征在于，所述指标管理子模块采用的指标归一化处理办法包括直线型处理法、曲线型归一化处理法和折线型归一化处理法。

7. 根据权利要求5所述的试验数据融合与评估管理系统，其特征在于，所述指标管理子模块采用的指标综合方法包括加权综合、理想点、灰色关联度或模糊综合评判。

8. 根据权利要求5所述的试验数据融合与评估管理系统，其特征在于，所述灵敏度分析子模块通过数值微分进行灵敏度分析。

9. 根据权利要求5所述的试验数据融合与评估管理系统，其特征在于，所述信息展示的方式包括数据表格展示和/或图表显示。

10. 根据权利要求1所述的试验数据融合与评估管理系统，其特征在于，所述场景显示与可视化模块包括：

数据接口服务子模块，用于在事后回放过程中解析数据访问指令以及用于提交查询请求至所述试验数据管理模块；

数据分类显示子模块，用于对所述试验数据与系统工作状态进行图表化显示；

二维场景显示子模块，用于将目标轨迹显示在二维地图上并进行实时更新，以及响应地图平移与缩放操作；

评估结果显示子模块，用于将所述试验结果评估模块输出的评估结果以图表形式进行在线显示。

## 试验数据融合与评估管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于数据处理技术领域,涉及一种试验数据融合与评估管理系统。

### 背景技术

[0002] 在开展天地信息仿真试验的过程中,各仿真节点需要根据具体试验流程进行数据传输及交互,为了能够对天地仿真信息的一致性及信息传输的有效性进行判订,需要一个统一的数据存储及处理中心,以完成仿真试验中各仿真节点数据统一汇总、存储及比较分析,进行试验结果评估。然而,在实现本发明的过程中,发明人发现目前传统的数据系统仅提供常规数据采集管理或单一模式数据融合处理,尚未提供多节点信道实时监控、数据统一汇总、数据实时处理与事后处理相结合的业务支持,无法满足天地信息仿真试验全流程中各设备仿真信息汇集、存储、处理、比较、融合及分析的一站式全过程服务需求,存在着试验数据管理效率较低的技术问题。

### 发明内容

[0003] 针对上述传统方法中存在的问题,本发明提出了一种能够大幅提高试验数据管理效率的试验数据融合与评估管理系统。

[0004] 为了实现上述目的,本发明实施例采用以下技术方案:

[0005] 提供一种试验数据融合与评估管理系统,包括:

[0006] 试验数据管理模块,用于多源的试验数据的接收、存储与检索管理;

[0007] 试验数据融合模块,通信连接试验数据管理模块,用于融合处理控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据,输出飞行弹道数据和系统工作状态数据;

[0008] 试验结果评估模块,通信连接试验数据管理模块,用于根据试验数据管理模块提供的事后数据进行事后综合试验效果评估,以及用于根据外部实时数据进行实时在线试验效果评估;

[0009] 场景显示与可视化模块,通信连接试验数据管理模块,用于根据试验数据管理模块提供的数据和外部实时数据进行数据可视化显示。

[0010] 在其中一个实施例中,试验数据管理模块包括:

[0011] 信道管理子模块,用于通过提供各通信信道可视化管理并监视各通信信道工作状态,进行多源的试验数据的不丢点接收;

[0012] 交互指令响应子模块,用于将人机交互界面的指令输入解析为数据管理指令;数据管理指令包括数据查询需求及检索关键字;

[0013] 数据管理指令响应子模块,用于将数据管理指令解析为数据查询或数据插入语句;

[0014] 数据操作服务子模块,用于生成数据库查询或数据插入语句,提交SQL脚本至数据库服务器并接收执行结果反馈;

[0015] 外部数据接口服务子模块,用于分别接入控制系统等效器数据、模拟遥测数据、测

试控制台数据与试验数据,并提供数据采集与管理集成接口;

[0016] 人机交互接口服务子模块,用于提供试验数据管理人机交互界面。

[0017] 在其中一个实施例中,试验数据融合模块包括:

[0018] 外部接口服务子模块,用于接入试验数据与多源信息,并提供数据采集与管理集成接口;多源信息包括控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据;

[0019] 数据预处理子模块,用于对试验数据与多源信息进行坐标转换和数据对准处理;

[0020] 融合算法库子模块,用于提供多传感器数据融合算法和目标跟踪算法的调用,以及响应算法的添加、修改与删除;

[0021] 融合结果输出子模块,用于将融合结果提交至试验数据管理模块进行结果数据存储,并输出融合结果至人机交互界面;融合结果包括飞行弹道数据和系统工作状态数据;

[0022] 人机交互界面子模块,用于根据融合结构展示决策辅助信息。

[0023] 在其中一个实施例中,调用多传感器数据融合算法和目标跟踪算法对预处理后的多源信息进行融合跟踪的处理过程,包括:

[0024] 基于多源信息,采用蒙特卡罗方法生成初始集合;

[0025] 利用初始集合计算预测集合及预测状态均值;

[0026] 根据预测集合及预测状态均值,计算集合卡尔曼滤波的卡尔曼增益矩阵;

[0027] 根据卡尔曼增益矩阵,计算集合卡尔曼滤波的分析集合、分析状态均值和分析状态误差协方差;

[0028] 确定是否跟踪结束;

[0029] 若是,则输出滤波后的目标状态,否则返回利用初始集合计算预测集合及预测状态均值的步骤。

[0030] 在其中一个实施例中,试验结果评估模块包括:

[0031] 指标管理子模块,用于执行指标体系构建与指标参数配置处理;

[0032] 评估子模块,用于根据试验数据管理模块提供的数据及调用的指标参数,执行单项能力评估、目标威胁评级和综合能力评估,生成评估结果;

[0033] 灵敏度分析子模块,用于根据调用的指标与评估结果,进行单指标对目标的影响程度分析,生成分析结果;

[0034] 评估结果展示子模块,用于根据评估结果和分析结果进行信息展示、决策辅助信息反馈、结果数据送存与评估报告生成;信息展示包括评估场景展示、动态结果变化展示和评估结果对比展示。

[0035] 在其中一个实施例中,指标管理子模块采用的指标归一化处理办法包括直线型处理法、曲线型归一化处理法和折线型归一化处理法。

[0036] 在其中一个实施例中,指标管理子模块采用的指标综合方法包括加权综合、理想点、灰色关联度或模糊综合评判。

[0037] 在其中一个实施例中,灵敏度分析子模块通过数值微分进行灵敏度分析。

[0038] 在其中一个实施例中,信息展示的方式包括数据表格展示和/或图表显示。

[0039] 在其中一个实施例中,场景显示与可视化模块包括:

[0040] 数据接口服务子模块,用于在事后回放过程中解析数据访问指令以及用于提交查询请求至试验数据管理模块;

- [0041] 数据分类显示子模块,用于对试验数据与系统工作状态进行图表化显示;
- [0042] 二维场景显示子模块,用于将目标轨迹显示在二维地图上并进行实时更新,以及响应地图平移与缩放操作;
- [0043] 评估结果显示子模块,用于将试验结果评估模块输出的评估结果以图表形式进行在线显示。
- [0044] 上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点和有益效果:
- [0045] 上述试验数据融合与评估管理系统,通过采用试验数据管理模块、试验数据融合模块、试验结果评估模块以及场景显示与可视化模块的系统设计,由试验数据管理模块提供多源数据的接收、存储与管理功能;试验数据融合模块通过处理控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据,提供飞行弹道数据和系统工作状态数据,为飞行控制决策提供辅助信息;试验结果评估模块提供数据分析与试验效果评估功能,场景显示与可视化模块提供曲线、图表和柱状图等方式的数据可视化显示功能,支持动态更新与系统工作状态显示,以满足天地信息仿真试验全流程中各设备仿真信息汇集、存储、处理、比较、融合及分析的一站式全过程服务需求,达到了大幅提高试验数据管理效率的目的。

### 附图说明

- [0046] 为了更清楚地说明本申请实施例或传统技术中的技术方案,下面将对实施例或传统技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0047] 图1为一个实施例中试验数据融合与评估管理系统的结构示意图;
- [0048] 图2为一个实施例中试验数据管理模块的结构示意图;
- [0049] 图3为一个实施例中试验数据管理模块的接口设计示意图;
- [0050] 图4为一个实施例中试验数据融合模块的结构示意图;
- [0051] 图5为一个实施例中试验数据融合模块的接口设计示意图;
- [0052] 图6为一个实施例中基于集合卡尔曼滤波的目标跟踪算法流程示意图;
- [0053] 图7为一个实施例中数据融合工作过程的示意图;
- [0054] 图8为一个实施例中试验结果评估模块的结构示意图;
- [0055] 图9为一个实施例中试验结果评估模块的接口设计示意图;
- [0056] 图10为一个实施例中场景显示与可视化模块的结构示意图;
- [0057] 图11为一个实施例中场景显示与可视化模块的接口设计示意图;
- [0058] 图12为一个实施例中试验数据融合与评估管理系统的总体架构示意图。

### 具体实施方式

- [0059] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。
- [0060] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具

体的实施例的目的,不是旨在于限制本申请。

[0061] 需要说明的是,在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本发明的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置展示该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。

[0062] 本领域技术人员可以理解,本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。在本发明说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合,并且包括这些组合。

[0063] 在研究工作中,试验数据融合处理与评估管理系统可以基于数据融合及处理设备(如高性能服务器)进行部署,作为任务监控仿真试验的数据中心,基于高性能网络交换机实现与仿真验证平台中其它仿真设备的互联互通,用于完成仿真试验全流程中各设备仿真信息汇集、存储、处理、比较、融合及分析等功能,从而实现任务监控闭环仿真模式下信息传输的一致性和试验的有效性进行评估。

[0064] 下面将结合本发明实施例图中的附图,对本发明实施方式进行详细说明。

[0065] 请参阅图1,在一个实施例中,本申请实施例提供了一种试验数据融合与评估管理系统100,包括试验数据管理模块12、试验数据融合模块14、试验结果评估模块16以及场景显示与可视化模块18。试验数据管理模块12用于多源的试验数据的接收、存储与检索管理。试验数据融合模块14通信连接试验数据管理模块12,用于融合处理控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据,输出飞行弹道数据和系统工作状态数据。试验结果评估模块16通信连接试验数据管理模块12,用于根据试验数据管理模块12提供的事后数据进行事后综合试验效果评估,以及用于根据外部实时数据进行实时在线试验效果评估。场景显示与可视化模块18通信连接试验数据管理模块12,用于根据试验数据管理模块12提供的数据和外部实时数据进行数据可视化显示。

[0066] 可以理解,任务监控仿真试验中主要的外部信息源可包括控制系统等效器、遥测数据源和测试控制台。各模块之间的通信连接可以是有线通信连接,可以是无线通信连接,只要能够实现所需的数据传输功能即可。试验数据管理模块12用于提供所需的数据管理功能,其根据试验数据的接收与存储等,能够对各信息源数据及无线信道等进行统一管理,能够根据用户的需求,查询数据库,方便及时搜索与调取试验信息,还可对数据库进行维护,如具备数据条目编辑、更新、添加和删除等管理功能。试验数据可包括任务监控仿真试验中与任务相关的试验产生数据。

[0067] 试验数据融合模块14用于提供所需的数据融合功能,能够对相关试验数据(例如控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据)进行融合和关联,基于融合结果给出任务变更与实施安控等提示,为指挥中心仿真节点提供决策支持。

[0068] 试验结果评估模块16用于提供所需的试验结果评估功能,基于数据融合及处理结果,结合全仿真系统运行流程,进行特定作战任务背景与环境条件下的试验结果评估。场景显示与可视化模块18用于提供所需的多维场景显示功能,能够对试验信息流、飞行弹道改变和目标点毁伤等进行高动态显示和展示,同时可提供详细试验数据的显示界面,可对试验数据进行多方式(例如但不限于在不同区域以报告、曲线、图表和柱状图等方式)显示。

[0069] 上述试验数据融合与评估管理系统100,通过采用试验数据管理模块12、试验数据融合模块14、试验结果评估模块16以及场景显示与可视化模块18的系统设计,由试验数据

管理模块12提供多源数据的接收、存储与管理功能；试验数据融合模块14通过处理控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据，提供飞行弹道数据和系统工作状态数据，为飞行控制决策提供辅助信息；试验结果评估模块16提供数据分析与试验效果评估功能，场景显示与可视化模块18提供曲线、图表和柱状图等方式的数据可视化显示功能，支持动态更新与系统工作状态显示，以满足天地信息仿真试验全流程中各设备仿真信息汇集、存储、处理、比较、融合及分析的一站式全过程服务需求，达到了大幅提高试验数据管理效率的目的。

[0070] 在一个实施例中，如图2所示，试验数据管理模块12包括信道管理子模块121、交互指令响应子模块122、数据管理指令响应子模块123、数据操作服务子模块124、外部数据接口服务子模块125和人机交互接口服务子模块126。其中，信道管理子模块121用于通过提供各通信信道可视化管理并监视各通信信道工作状态，进行多源的试验数据的不丢点接收。交互指令响应子模块122用于将人机交互界面的指令输入解析为数据管理指令。数据管理指令包括数据查询需求及检索关键字。数据管理指令响应子模块123用于将数据管理指令解析为数据查询或数据插入语句。数据操作服务子模块124用于生成数据库查询或数据插入语句，提交SQL脚本至数据库服务器并接收执行结果反馈。外部数据接口服务子模块125用于分别接入控制系统等效器数据、模拟遥测数据、测试控制台数据与试验数据，并提供数据采集与管理集成接口。人机交互接口服务子模块126用于提供试验数据管理人机交互界面。

[0071] 可以理解，试验数据管理模块12按照功能不同，主要包括信道管理子模块121、交互指令响应子模块122、数据管理指令响应子模块123、数据操作服务子模块124、外部数据接口服务子模块125和人机交互接口服务子模块126。信道管理子模块121提供通信信道可视化管理功能，监视各信道工作状态，确保多源信息不丢点接收。

[0072] 交互指令响应子模块122负责响应人机交互界面指令输入，将其解析为数据查询需求以及检索关键字，传递数据管理指令至下一模块。数据管理指令响应子模块123负责响应数据管理指令，将其解析为数据查询语句或者数据插入语句，提交给数据操作服务子模块124。数据操作服务子模块124主要负责生成数据库查询语句或者插入语句，提交SQL脚本至任务配置的数据库服务器，并接收执行结果反馈。

[0073] 外部数据接口服务子模块125提供控制系统等效器测试数据、测试控制台数据、遥测数据以及其他试验数据的输入，提供多源信息接收功能，提供数据采集与管理集成接口。人机交互接口服务子模块126提供试验数据管理的人机交互界面，例如图3所示，为试验数据管理模块12的接口关系示意图。通过上述各子模块，充分支持各所需的数据管理功能，功能实现结构简洁且高效。

[0074] 在一个实施例中，如图4所示，试验数据融合模块14包括外部接口服务子模块141、数据预处理子模块142、融合算法库子模块143、融合结果输出子模块144和人机交互界面子模块145。其中，外部接口服务子模块141用于接入试验数据与多源信息，并提供数据采集与管理集成接口。多源信息包括控制系统等效器数据、模拟遥测数据与测试控制台数据。数据预处理子模块142用于对试验数据与多源信息进行坐标转换和数据对准处理。融合算法库子模块143用于提供多传感器数据融合算法和目标跟踪算法的调用，以及响应算法的添加、修改与删除。融合结果输出子模块144用于将融合结果提交至试验数据管理模块12进行结



果数据存储,并输出融合结果至人机交互界面;融合结果包括飞行弹道数据和系统工作状态数据。人机交互界面子模块145用于根据融合结构展示决策辅助信息。

[0075] 可以理解,试验数据融合模块14按照功能不同,主要包括外部接口服务子模块141、数据预处理子模块142、融合算法库子模块143、融合结果输出子模块144和人机交互界面子模块145。试验数据融合模块14通过处理控制系统等效器数据、测试控制台数据以及模拟遥测数据,利用Kalman(卡尔曼)滤波等状态估计器,提供飞行弹道数据和系统工作状态数据,为飞行控制决策提供辅助信息。

[0076] 具体的,外部接口服务子模块141提供仿真系统试验数据输入与多源信息接收功能,提供数据采集与管理集成接口。数据预处理子模块142针对数据的原始信息(如基于任务监控仿真试验中各传感器测量到的数据估计出局部目标航迹),进行坐标转换和数据对准等预处理操作。融合算法库子模块143则提供多种多传感器数据融合算法和目标跟踪算法的调用,并支持算法的添加、修改和删除等操作。融合结果输出子模块144根据融合结果,提交结果数据到试验数据管理模块12以进行结果数据存储管理,并可将结果数据输出至人机交互界面子模块145。人机交互界面子模块145提供展示用户决策辅助信息(如前述融合结果中的飞行弹道数据和系统工作状态数据)的人机交互界面。

[0077] 如图5所示,为试验数据融合模块14的接口关系示意图。通过上述各子模块,充分支持各所需的数据融合处理功能,接口复杂度不高。

[0078] 在一个实施例中,调用多传感器数据融合算法和目标跟踪算法对预处理后的多源信息进行融合跟踪的处理过程,如图6所示,包括如下处理流程:

[0079] 基于多源信息,采用蒙特卡罗方法生成初始集合;

[0080] 利用初始集合计算预测集合及预测状态均值;

[0081] 根据预测集合及预测状态均值,计算集合卡尔曼滤波的卡尔曼增益矩阵;

[0082] 根据卡尔曼增益矩阵,计算集合卡尔曼滤波的分析集合、分析状态均值和分析状态误差协方差;

[0083] 确定是否跟踪结束;

[0084] 若是,则输出滤波后的目标状态,否则返回利用初始集合计算预测集合及预测状态均值的步骤。

[0085] 可以理解,数据融合功能中,拟采用分布式融合方法。具体的,任务监控仿真试验中各传感器均有各自独立的跟踪滤波器,基于各自测量到的数据估计出局部目标航迹并送至融合中心,融合中心对这些到来的局部目标航迹进行空间对准和时间校准后进行航迹关联,再选择合适的融合算法进行航迹融合。数据融合工作过程如图7所示。

[0086] 优选的,融合算法主要采用综合利用集合卡尔曼滤波技术和粒子滤波技术的非线性目标跟踪算法,用分块思想生成初始集合,在分块间再进行协方差加权融合。将集合卡尔曼滤波算法和粒子滤波算法有效的结合在一起,采用两个独立集合,先利用一个独立集合进行集合卡尔曼滤波,然后利用集合卡尔曼滤波的分析集合和另一个独立集合组成粒子滤波的参考分布,进行粒子滤波的方式。该算法具有集合卡尔曼滤波算法和粒子滤波算法的优点,可以处理传感器观测噪声非高斯问题,降低传感器测量误差,提高系统跟踪性能,满足实时跟踪要求,其具体处理流程如图6所示。

[0087] 在一个实施例中,如图8所示,试验结果评估模块16包括指标管理子模块161、评估

子模块162、灵敏度分析子模块163和评估结果展示子模块164。其中,指标管理子模块161用于执行指标体系构建与指标参数配置处理。评估子模块162用于根据试验数据管理模块12提供的数据及调用的指标参数,执行单项能力评估、目标威胁评级和综合能力评估,生成评估结果。灵敏度分析子模块163用于根据调用的指标与评估结果,进行单指标对目标的影响程度分析,生成分析结果。评估结果展示子模块164用于根据评估结果和分析结果进行信息展示、决策辅助信息反馈、结果数据送存与评估报告生成;信息展示包括评估场景展示、动态结果变化展示和评估结果对比展示。

[0088] 可以理解,试验结果评估模块16可以基于通用化作战效能评估工具包开发实现,可提供自定义效能指标、指标体系编辑、指标规范化及赋权聚合方法,以及灵敏度分析等功能。针对不同的仿真试验,可以分别动态建立评估指标体系,基于试验结果统计得到相应的评估指标值。试验结果评估根据数据采集模式不同可分为实时在线评估与事后综合评估。实时在线评估支持动态指标编辑与管理、在线数据采集与解析入库、在线评估解算、评估结果展示以及决策信息反馈。事后综合评估支持单任务评估以及多任务评估结果对比,提供单项能力评估和综合能力评估。

[0089] 具体的,指标管理子模块161可包括两个部分,一是指标体系构建,用于配置相应的指标体系。二是指标参数处理,用于依据不同的指标特征,选用不同的归一化处理方法进行指标处理。评估子模块162可分为三大块:单项能力评估、目标威胁评级和综合能力评估,单项能力评估是指能力指标层的评估,是在性能指标层的基础上进行综合性的评估;目标威胁评级是指根据目标威胁程度进行评级;综合能力也就是通过对不同目标进行权重的分配后,进行综合评估得出整个任务的评估结果。

[0090] 灵敏度分析子模块163用于在完成综合评估后,分析单个指标对于目标的影响程度。评估结果展示子模块164实现评估场景展示、动态结果变化和评估结果对比等信息展示等功能。如图9所示,为试验结果评估模块16的接口关系示意图。其中,外部接口可用于:通过试验数据管理模块12可加载评估数据;通过数据服务请求模块将评估过程数据以及结果进行保存;评估完成后,用户通过报告生成接口,将评估结果形成word评估报告;而关于内部接口:指标管理子模块161的主要接口有评估指标配置、显示、参数输入与参数处理,并将指标体系结构通过试验数据管理模块12进行保存;评估子模块162的主要接口有选择评估项和评估方法、评估计算,并对结果通过试验数据管理模块12进行保存;灵敏度分析子模块163加载综合评估结果,选择其中重要指标进行灵敏度分析并展示出来,并能通过试验数据管理模块12进行保存;评估结果展示子模块164可以通过选择任务查看评估结果,选择多任务评估结果进行对比显示,并生成word报告文档。

[0091] 通过上述各子模块,充分支持了所需的试验结果评估功能的高效实现。

[0092] 在一个实施例中,指标管理子模块采用的指标归一化处理办法包括直线型处理法、曲线型归一化处理法和折线型归一化处理法。

[0093] 具体的,关于指标处理,可以依据不同的指标特征,选用不同的归一化处理办法。其中,直线型处理办法:当指标的数据特征较为简单时,采用直线型归一化处理办法处理方便,而且处理结果也会相对精确。但对于复杂指标,由于未考虑各个指标的数据特性,将指标值对评价值的影响等比例处理,导致评价结果与真实情况差异较大。

[0094] 而曲线型归一化处理办法,相对于直线型归一化处理办法更好的考虑了指标的数

据特性,对指标的处理更加精细。但其也存在两个主要问题:一是归一化处理公式的选择非常困难,二是在处理模型中的参数无法准确确定的前提下,评价值的精度同样无法保证。此外,针对前述两种处理方法的缺点,本实施例还可采用折线型归一化处理方法,即对直线型处理方法的分段化或对曲线型处理方法的线性近似化。如此,即可更高效地实现所需的指标处理功能。

[0095] 在一个实施例中,指标管理子模块采用的指标综合方法包括加权综合、理想点、灰色关联度或模糊综合评判。

[0096] 具体的,指标综合方法常用的已有方法包括加权综合、理想点、灰色关联度和模糊综合评判。其中模糊综合评判能够很好的解决定性评价指标界限的不确定性和模糊性问题,从而将半定性和半定量的问题转化成定量问题进行分析,可作为优选方案。

[0097] 在一个实施例中,灵敏度分析子模块通过数值微分进行灵敏度分析。具体的,灵敏度分析可通过数值微分进行,摄动不同的指标数据,高效分析其对评估结果的影响程度。

[0098] 在一个实施例中,信息展示的方式包括数据表格展示和/或图表显示。可选的,评估结果可以但不限于采用如下两种处理方式,一种是以数据表格与图表显示等方式展示,可导出JPG和Word等格式的结果文件。另外一种是将评估结果作为决策辅助信息反馈给等效控制系统,可通过TCP/IP协议传输。

[0099] 在一个实施例中,如图10所示,场景显示与可视化模块18包括数据接口服务子模块181、数据分类显示子模块182、二维场景显示子模块183和评估结果显示子模块184。其中,数据接口服务子模块181用于在事后回放过程中解析数据访问指令以及用于提交查询请求至试验数据管理模块12。数据分类显示子模块182用于对试验数据与系统工作状态进行图表化显示。二维场景显示子模块183用于将目标轨迹显示在二维地图上并进行实时更新,以及响应地图平移与缩放操作。评估结果显示子模块184用于将试验结果评估模块16输出的评估结果以图表形式进行在线显示。

[0100] 具体的,数据接口服务子模块181在事后回放过程中解析数据访问指令,提交查询请求至试验数据管理模块12。评估结果显示子模块184可结合试验结果评估模块16,以图表形式显示在线评估结果。二维场景显示子模块183在二维地图上显示目标轨迹,支持实时更新,支持地图平移与放缩等常用操作。数据分类显示子模块182可以柱状图、曲线以及图表的形式表现试验数据以及系统工作状态,支持选取关注参数对比、观测范围选择以及更换显示主题。

[0101] 如图11所示,为场景显示与可视化模块18的接口关系示意图。通过上述各子模块可以高效支持所需的场景显示与数据可视化功能。

[0102] 在一个实施例中,在实际应用中,如图12所示,上述试验数据融合与评估管理系统100的性能可以支持:多源数据不丢点接收;实时数据上下限分析判定;实时测试数据采集频率为200帧/秒,数据量为10K/秒;实时测试数据可以在不同区域以曲线、图表和柱状图等方式显示;数据显示可以在不修改程序的情况下,对发布和浏览界面进行可视化编辑和维护;实时数据刷新时间少于0.2秒;数据显示方式和种类可配置;数据库具备查询、更新、修改、删除及数据导入导出等功能;历史试验数据实现可单次试验回放以及多次试验对比显示功能。

[0103] 系统的界面设计简洁且明了,操作流畅,符合通用Windows软件界面设计规范。具

备完整的故障报错和处理机制。平均无故障时间在5000小时以上,平均故障恢复时间小于1小时。系统网络优选采用1000M以太网,通过核心交换机交换数据,与其他网络物理隔离,确保信息安全。

[0104] 上述试验数据融合与评估管理系统100中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于具体数据处理功能的高性能服务器设备中,也可以软件形式存储于前述设备的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作,前述设备可以是但不限于本领域已有的各型数据处理设备。

[0105] 上述试验数据融合与评估管理系统100的各模块可以采用计算机领域已有的编程语言并采用已有的编程方法来搭建,以实现各模块的相应功能。系统可以运行在服务器与计算机终端上,例如主频2.0GHz以上,内存16GB以上,200GB以上SAS热插拔硬盘,支持RAID模式的服务器,或者主频2.0以上,内存4G以上,Window XP以上操作系统的计算机终端。

[0106] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0107] 以上实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可做出若干变形和改进,都属于本申请保护范围。因此本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

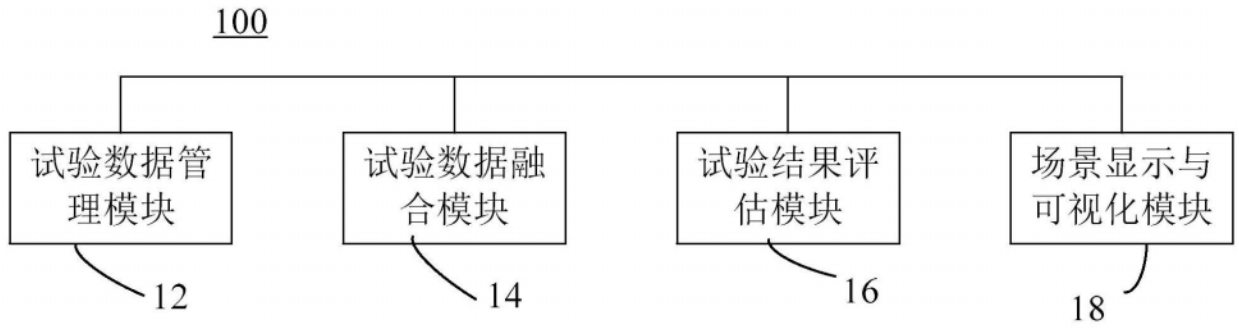


图1

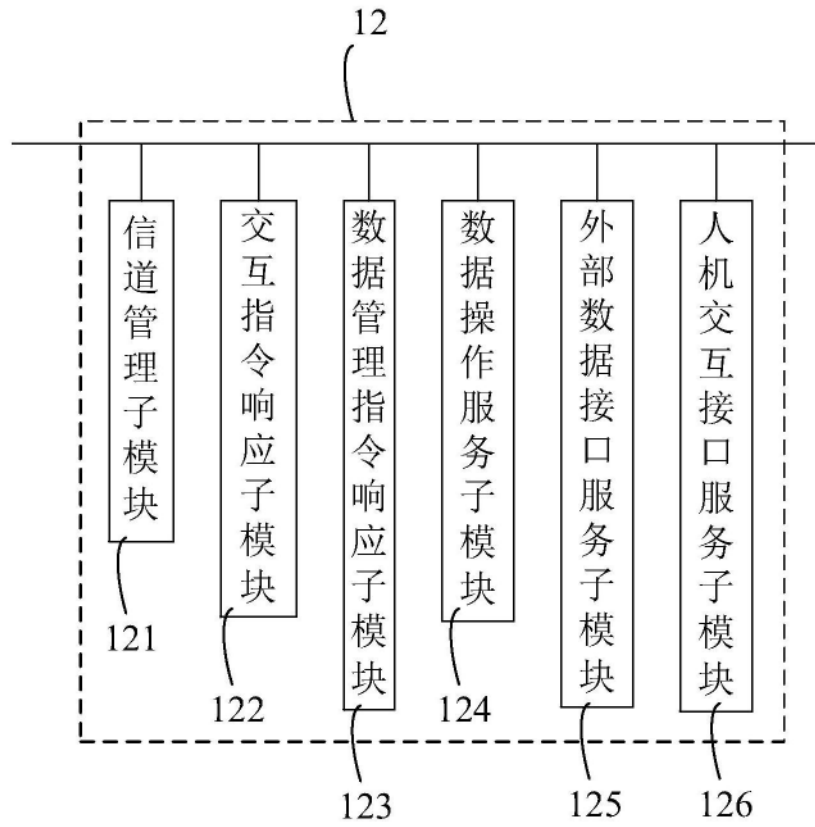


图2

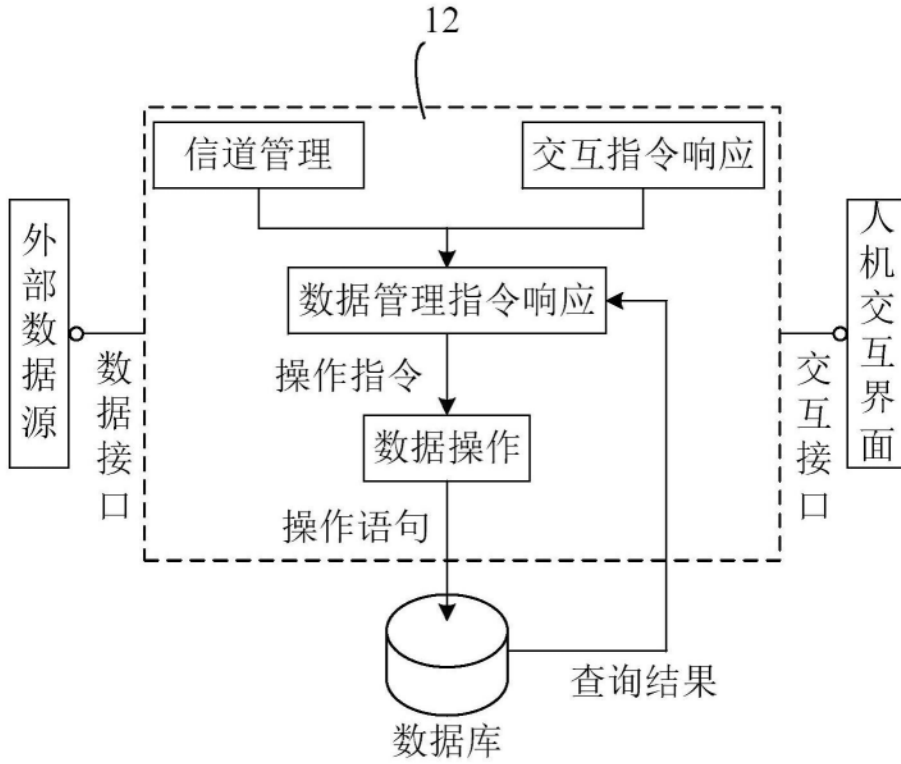


图3

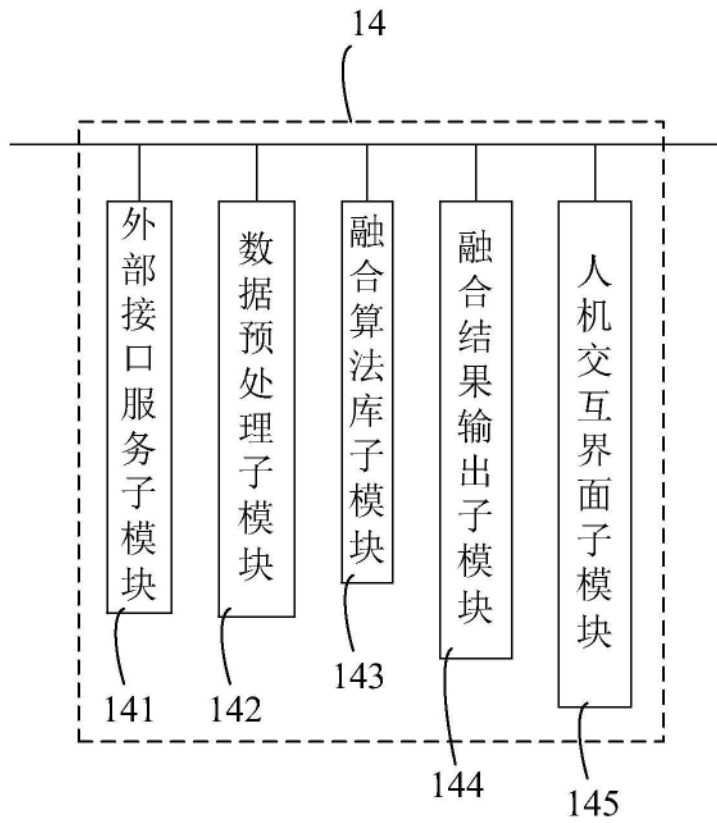


图4

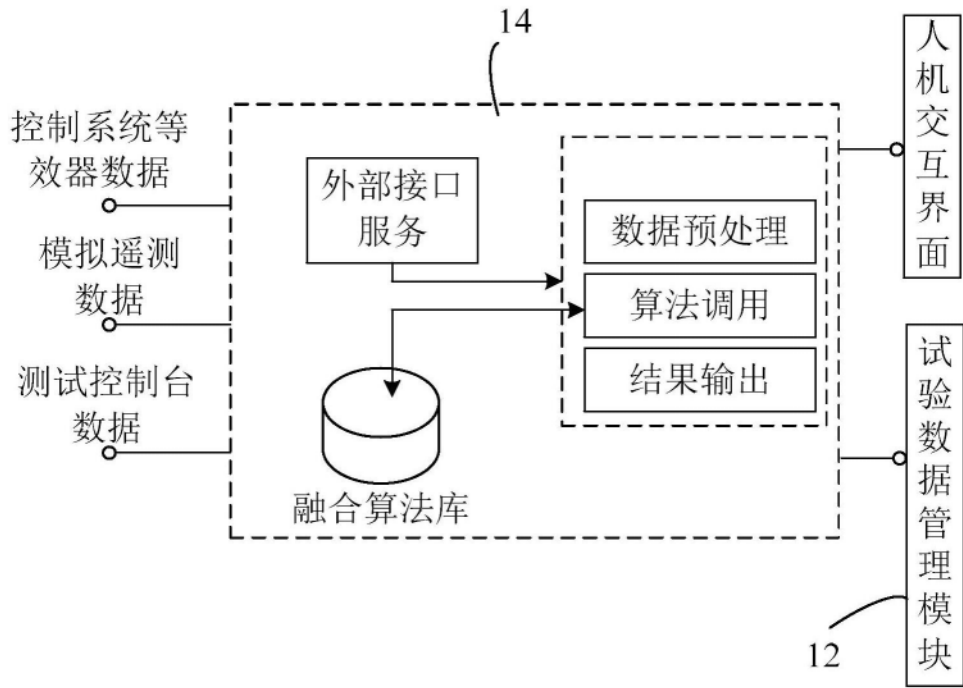


图5

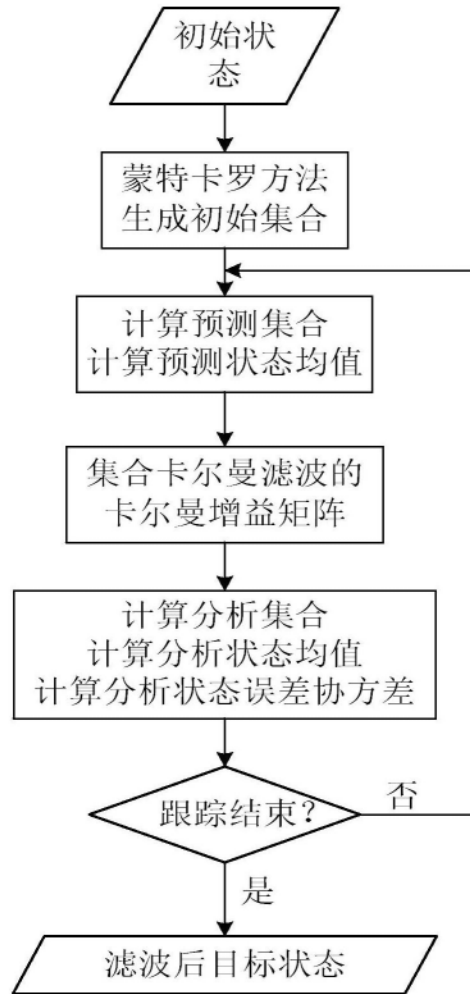


图6



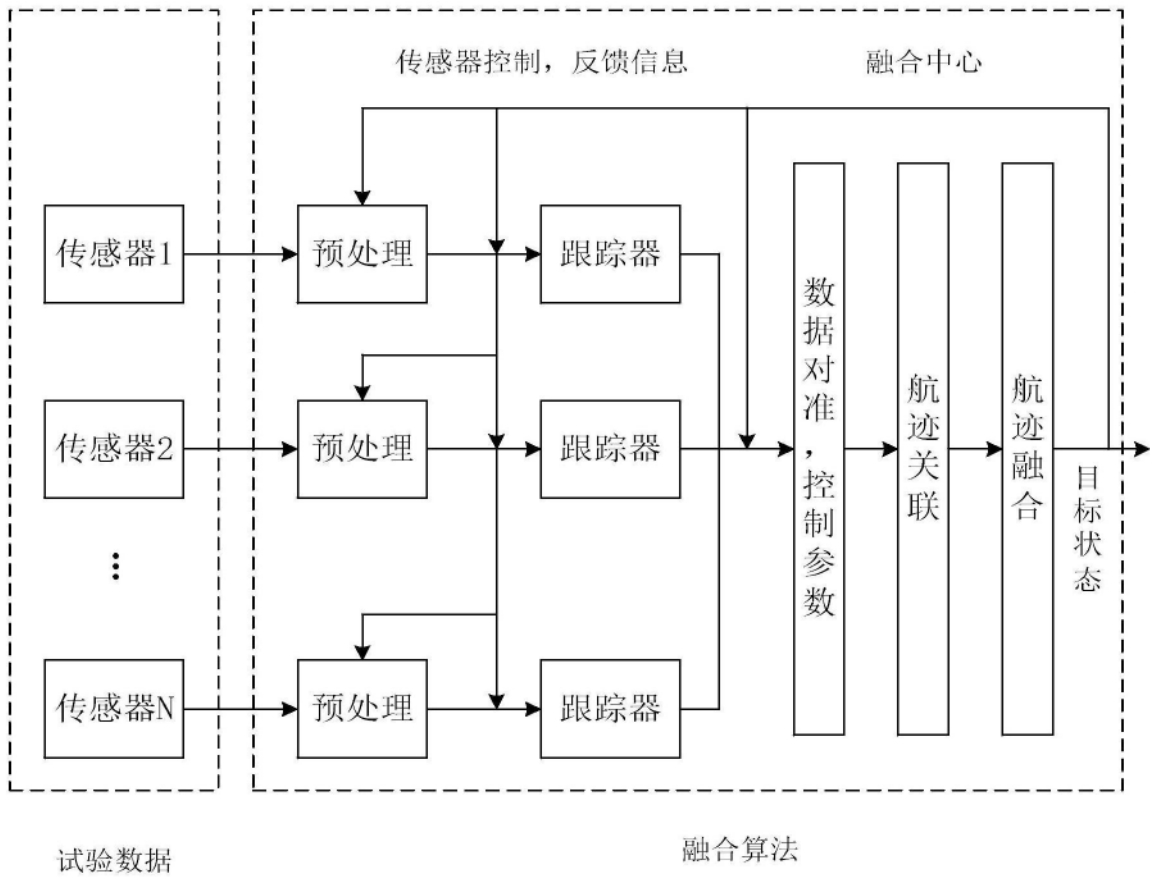


图7

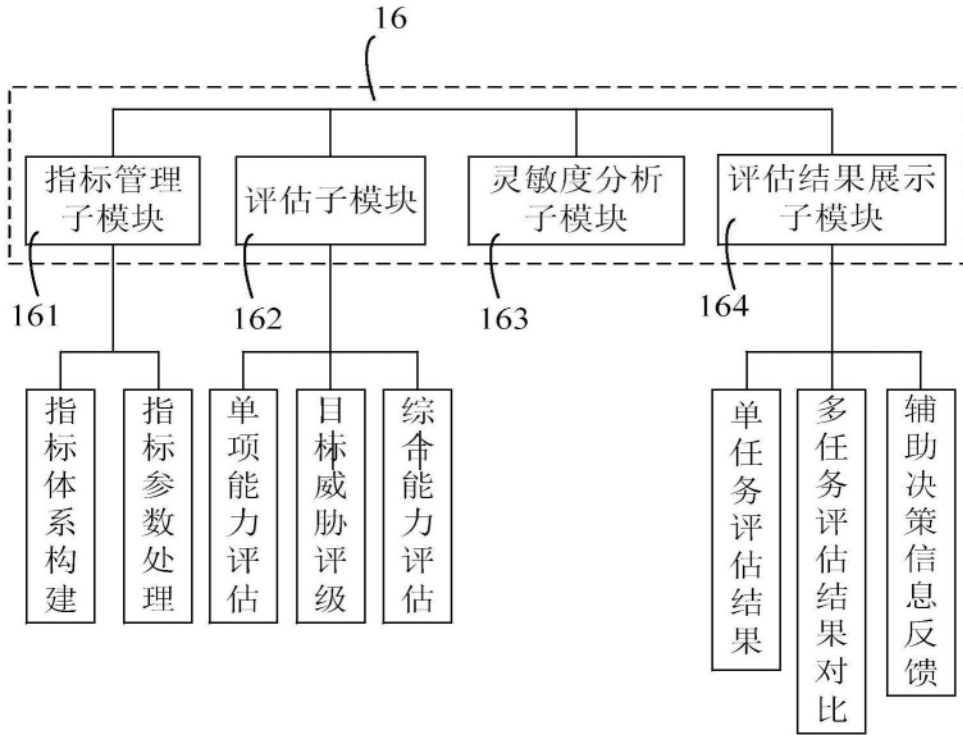


图8

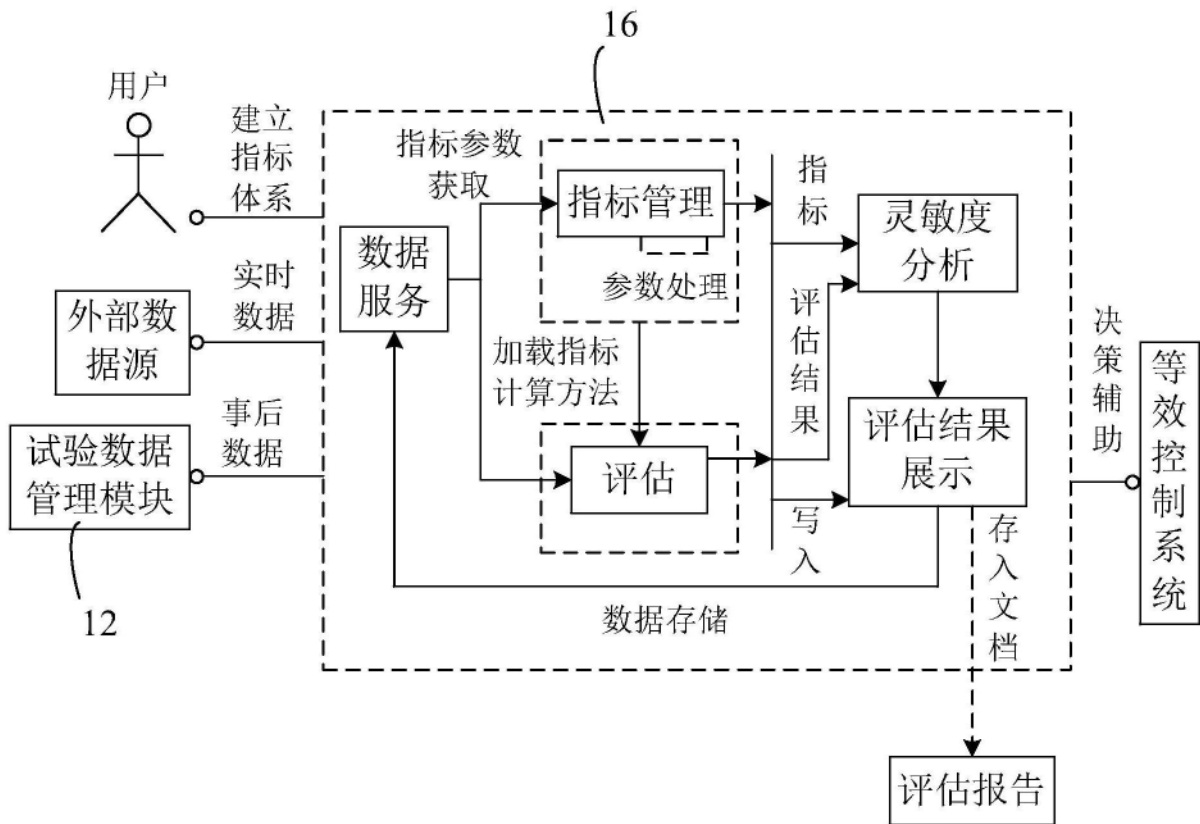


图9

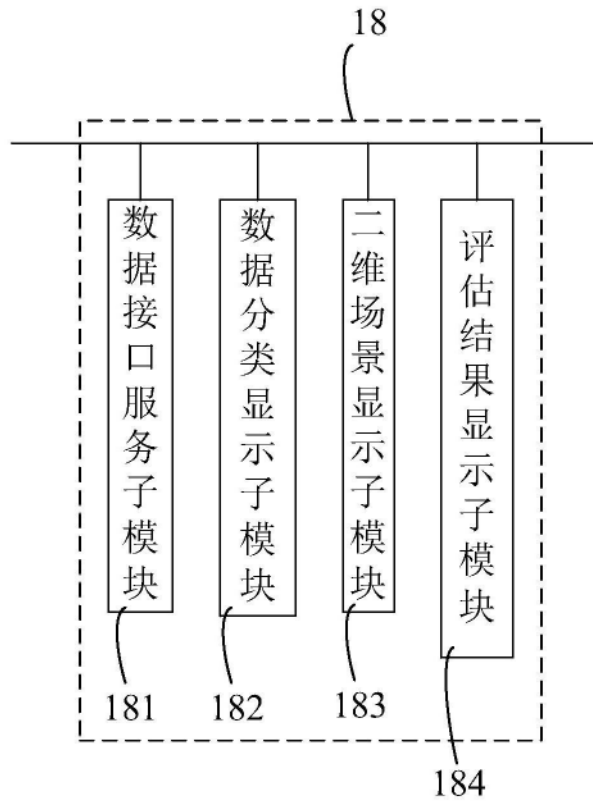


图10

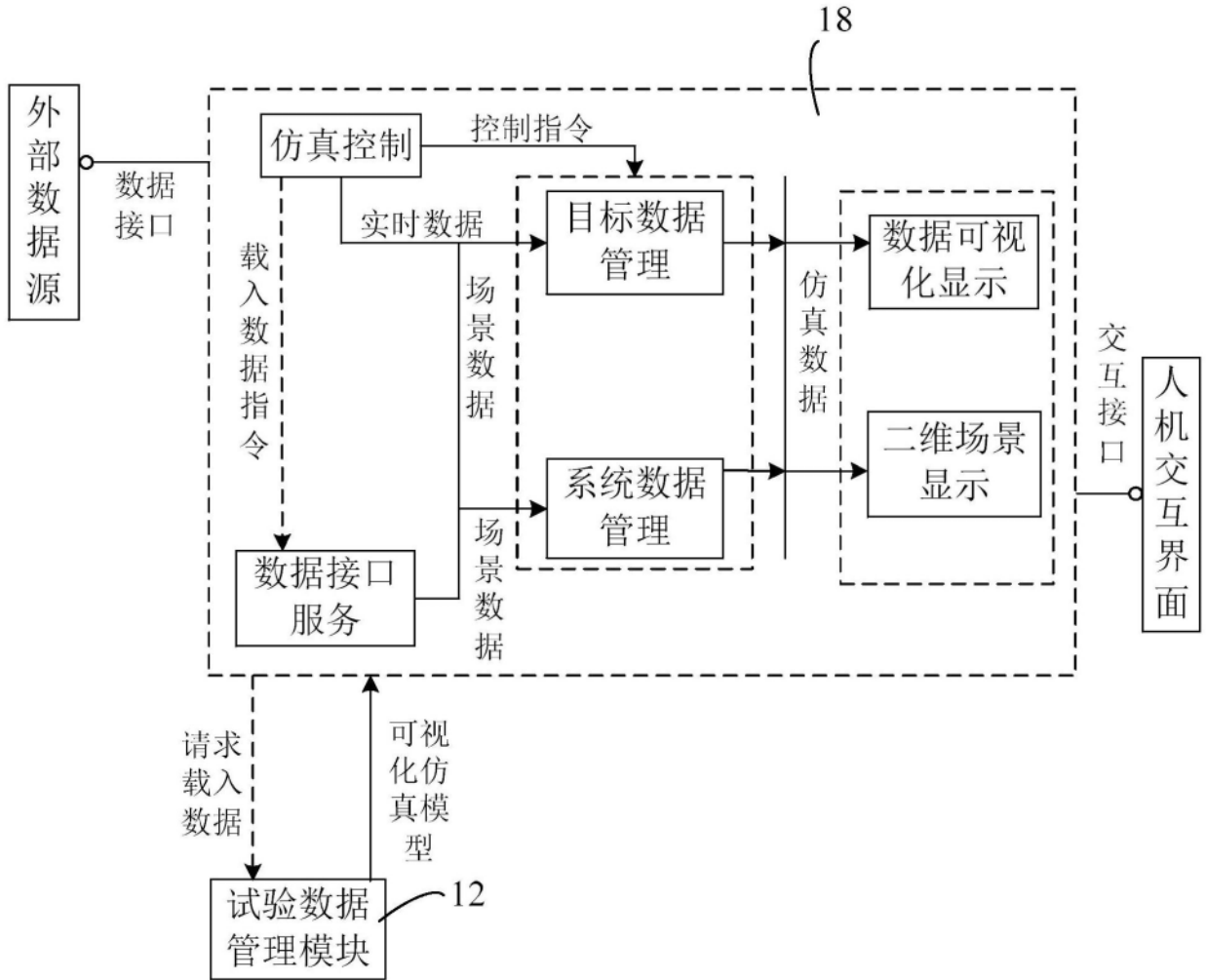


图11

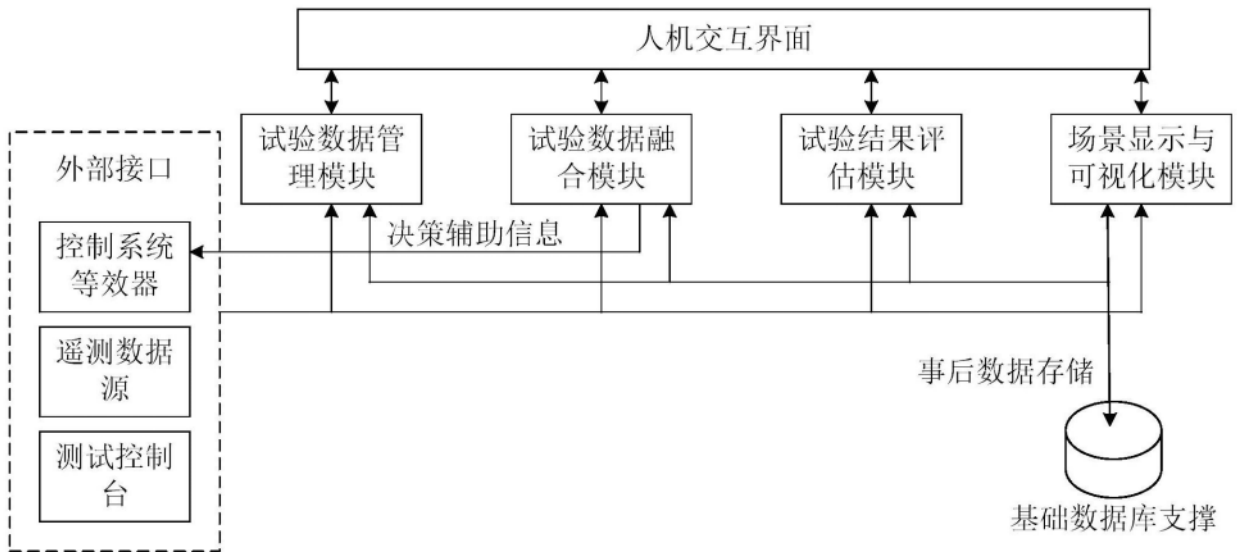


图12