



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112532442 B

(45) 授权公告日 2023.02.03

(21) 申请号 202011338800.6

(22) 申请日 2020.11.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112532442 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(73) 专利权人 中国人民解放军军事科学院评估论证研究中心

地址 100089 北京市海淀区厢红旗东门外1号

(72) 发明人 季明 卜先锦 许珺怡 付东

雷中原 王新 吴志强

(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 董惠文

(51) Int. Cl.

H04L 41/14 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 111556090 A, 2020.08.18

CN 111104732 A, 2020.05.05

US 2003217129 A1, 2003.11.20

US 2015180940 A1, 2015.06.25

US 2019108063 A1, 2019.04.11

CN 102724220 A, 2012.10.10

杜伟等. 跨任务条件下的指控网络建模方法及效能测度.《火力与指挥控制》.2013, (第11期),

杨春辉等. 面向任务指控系统时延分析模型及其改进.《火力与指挥控制》.2006, (第08期),

时伟等. 指挥信息系统体系抗毁性仿真研究.《计算机仿真》.2013, (第08期),

伍文峰等. 基于大数据的网络化作战体系能力评估框架.《军事运筹与系统工程》.2016, (第02期),

王新等. 雷达电子战作战效能评估的分析与思考.《信息技术》.2011, (第7期), (续)

审查员 殷璞

权利要求书2页 说明书12页 附图2页

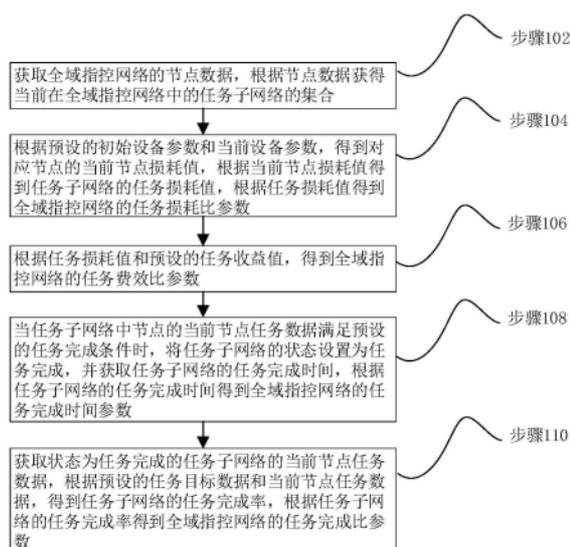
(54) 发明名称

一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法

(57) 摘要

本申请涉及一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法,包括:根据全域指控网络的节点数据获得当前的全部任务子网络,根据节点的预设初始设备参数和当前设备参数得到任务子网络的任务损耗值,并得到全域指控网络的任务损耗比参数;根据任务收益值得到全域指控网络的任务费效比参数;根据任务子网络的当前节点任务数据与任务完成条件的匹配程度得到任务完成时间,进而得到全域指控网络的任务完成时间参数;根据当前节点任务数据和任务目标数据得到任务子网络的任务完成率,得到全域指控网络的任务完成比参数。本申请基于全域指控网络的任务协同和执行方式特点,定量评估全域指控网络对大量、不同类型任务时的整体任务协同

能力。



CN 112532442 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

卜先锦.当前军事决策分析关注的几个问题.《军事运筹与系统工程》.2018,第32卷(第2期),

季明等.面向体系效能评估的仿真实验因素与指标选择研究.《军事运筹与系统工程》.2014,第28卷(第3期),

1. 一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法,其特征在于,所述方法包括:

获取全域指控网络的节点数据,根据所述节点数据获得当前在所述全域指控网络中的任务子网络的集合;所述节点数据包括所述全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数;

根据预设的初始设备参数和所述当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据所述当前节点损耗值得到所述任务子网络的任务损耗值,根据所述任务损耗值得到所述全域指控网络的任务损耗比参数;

根据所述任务损耗值和预设的任务收益值,得到所述全域指控网络的任务费效比参数;

当所述任务子网络中节点的所述当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将所述任务子网络的状态设置为任务完成,并获取所述任务子网络的任务完成时间,根据所述任务子网络的任务完成时间得到所述全域指控网络的任务完成时间参数;

获取状态为任务完成的所述任务子网络的所述当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和所述当前节点任务数据,得到所述任务子网络的任务完成率,根据所述任务子网络的任务完成率得到所述全域指控网络的任务完成比参数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述任务子网络的数量得到所述全域指控网络的全域任务协同能力参数。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述当前设备参数包括当前设备位置参数;

所述方法还包括:

根据所述当前设备位置参数得到所述任务子网络中同域边和跨域边的数量,根据所述同域边和所述跨域边的数量,得到所述全域指控网络的全域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述任务子网络得到所述全域指控网络的网络拓扑参数,根据所述网络拓扑参数得到所述全域指控网络的任务协同均衡度参数;所述网络拓扑参数包括:节点度分布函数、特征路径长度值、网络效率、集群系数和节点链路比。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取全域指控网络的节点数据,根据所述节点数据获得当前在所述全域指控网络中的任务子网络的集合的步骤之前,还包括:

根据预设的任务需求数据,将接入全域指控网络的设备映射为所述全域指控网络中的节点;节点的类型包括:观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取状态为任务完成的所述任务子网络中执行节点的当前节点任务数据;

当所述执行节点的当前节点任务数据和预设的任务目标数据匹配时,将所述任务子网络的状态设置为任务成功;

根据状态为任务完成的所述任务子网络的数量,以及根据状态为任务成功的所述任务子网络的数量,得到所述全域指控网络的任务执行准确率参数。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取所述任务子网络中从观测节点到执行节点的任务路径数量,当所述任务路径数量

大于1时,将所述任务子网络的状态设置为任务协同冲突;

根据状态为任务协同冲突的所述任务子网络的数量,以及根据所述任务子网络的总数量,得到所述全域指控网络的任务协同冲突率参数。

8. 一种用于全域指控网络的任务协同能力评估装置,其特征在于,所述装置包括:

节点数据获取模块,用于获取全域指控网络的节点数据,根据所述节点数据获得当前在所述全域指控网络中的任务子网络的集合;所述节点数据包括所述全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数;

任务损耗比参数计算模块,用于根据预设的初始设备参数和所述当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据所述当前节点损耗值得到所述任务子网络的任务损耗值,根据所述任务损耗值得到所述全域指控网络的任务损耗比参数;

任务费效比参数计算模块,用于根据所述任务损耗值和预设的任务收益值,得到所述全域指控网络的任务费效比参数;

任务完成时间参数计算模块,用于当所述任务子网络中节点的所述当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将所述任务子网络的状态设置为任务完成,并获取所述任务子网络的任务完成时间,根据所述任务子网络的任务完成时间得到所述全域指控网络的任务完成时间参数;

任务完成比参数计算模块,用于获取状态为任务完成的所述任务子网络的所述当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和所述当前节点任务数据,得到所述任务子网络的任务完成率,根据所述任务子网络的任务完成率得到所述全域指控网络的任务完成比参数。

9. 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

## 一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及指挥控制网络技术领域,特别是涉及一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法。

### 背景技术

[0002] 随着网络和通信技术的发展,网络系统的节点已经广泛部署并应用到海、陆、空、天等不同类型的领域中,并能够实现统一的网络指控功能,形成了覆盖全域的全域指控网络。

[0003] 由于全域指控网络的节点数量多、覆盖范围广,并且存在大量位置不确定的机动节点以及大量接入状态不固定的自组网节点,因此其任务协同和任务执行方式发生了很大变化。首先,全域指控网络中任务的类型和数量是不断变化的,其持续时段各有不同,任务之间可能是并行、继发等关系。其次,不同任务对网络节点的影响不是单纯累加的,而是存在非线性的耦合关系。这些特点使得传统的树状指标体系无法从整体上评估全域指控网络的任务协同能力和执行能力。因此,如何根据全域指控网络的任务特点,根据任务执行情况评估全域指控网络的任务协同能力是一个急需解决的问题。

### 发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种适应全域指控网络任务特点的用于全域指控网络的任务协同能力评估方法。

[0005] 一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法,包括:

[0006] 获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0007] 根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0008] 根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0009] 当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0010] 获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0011] 其中一个实施例中,所述方法还包括:根据任务子网络的数量得到全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0012] 其中一个实施例中,当前设备参数包括当前设备位置参数。所述方法还包括:根据

当前设备位置参数得到任务子网络中同域边和跨域边的数量,根据同域边和跨域边的数量,得到全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。

[0013] 其中一个实施例中,所述方法还包括:根据任务子网络得到全域指控网络的网络拓扑参数,根据网络拓扑参数得到全域指控网络的任务协同均衡度参数。网络拓扑参数包括:节点度分布函数、特征路径长度值、网络效率、集群系数和节点链路比。

[0014] 其中一个实施例中,获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合的步骤之前,还包括:

[0015] 根据预设的任务需求数据,将接入全域指控网络的设备映射为全域指控网络中的节点。节点的类型包括:观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。

[0016] 其中一个实施例中,所述方法还包括:获取状态为任务完成的任务子网络中执行节点的当前节点任务数据。

[0017] 当执行节点的当前节点任务数据和预设的任务目标数据匹配时,将任务子网络的状态设置为任务成功。

[0018] 根据状态为任务完成的任务子网络的数量,以及根据状态为任务成功任务子网络的数量,得到全域指控网络的任务执行准确率参数。

[0019] 其中一个实施例中,所述方法还包括:获取任务子网络中从观测节点到执行节点的任务路径数量,当任务路径数量大于1时,将任务子网络的状态设置为任务协同冲突。

[0020] 根据状态为任务协同冲突的任务子网络的数量,以及根据任务子网络的总数量,得到全域指控网络的任务协同冲突率参数。

[0021] 一种用于全域指控网络的任务协同能力评估装置,包括:

[0022] 节点数据获取模块,用于获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0023] 任务损耗比参数计算模块,用于根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0024] 任务费效比参数计算模块,用于根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0025] 任务完成时间参数计算模块,用于当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0026] 任务完成比参数计算模块,用于获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0027] 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0028] 获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0029] 根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0030] 根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0031] 当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0032] 获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0033] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0034] 获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0035] 根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0036] 根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0037] 当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0038] 获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0039] 与现有技术相比,上述一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法、装置、计算机设备和存储介质,根据全域指控网络中节点的节点数据获得当前全域指控网络中存在的全部任务子网络,根据节点对应的预设初始设备参数和当前设备参数,得到任务子网络的任务损耗值,从而得到全域指控网络的任务损耗比参数,并根据预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数;根据任务子网络的当前节点任务数据和任务完成条件的匹配与否,得到已完成任务的任务子网络及其任务完成时间,进而得到全域指控网络的任务完成时间参数;根据当前节点任务数据和任务目标数据得到任务子网络的任务完成率,进而得到全域指控网络的任务完成比参数。本申请根据全域指控网络的任务协同和执行方式特点,定义了任务损耗比参数、任务费效比参数、任务完成时间参数和任务完成比参数,能够整体评估全域指控网络在对大量、不同类型任务的协同能力,实现了对全域指控网络任务协同能力的定量评估。

## 附图说明

[0040] 图1为一个实施例中一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法的步骤图;

[0041] 图2为另一个实施例中一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法的任务协同能力参数体系示意图；

[0042] 图3为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

### 具体实施方式

[0043] 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。

[0044] 在一个实施例中，如图1所示，提供了一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法，包括以下步骤：

[0045] 步骤102，获取全域指控网络的节点数据，根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据，以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0046] 由于全域指控网络中节点和任务的种类多样，存在时段不同的特点，本发明选择根据全域指控网络中当前正在进行的任务及其执行情况，获得全域指控网络当前的各项参数。全域指控网络当前的各项参数值可以反映其当前的任务执行能力水平，根据每个时刻的参数变化还可以得到全域指控网络的任务执行能力水平和时间、任务数量/类型、节点数量/类型等变量之间的关联关系。

[0047] 具体地，获取全域指控网络的节点数据，包括当前接入网络的节点和对应的节点数据。节点数据包括当前设备参数，即节点对应的设备的当前参数，如设备的类型、位置、续航时间、通信容量、通信信道质量、携带载荷类型、可执行的任务类型等等；还包括当前节点任务数据，用于描述节点当前正在执行的任务指令、对任务指令的执行结果（如已经获取/处理/发送的数据、已经采取的行动等）、任务指令对应的任务目标等；还包括当前节点连接边数据，用于描述节点当前建立的通信链路，以及通信链路的通信对象。

[0048] 根据当前节点连接边数据，可以得到全域指控网络当前的网络结构；根据当前节点任务数据可以根据各节点的任务指令、任务目标之间的关联和对应关系，得到当前全域指控网络中执行不同任务的任务子网络的集合。一个任务子网络对应于一个完整的任务执行逻辑链路。

[0049] 步骤104，根据预设的初始设备参数和当前设备参数，得到对应节点的当前节点损耗值，根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值，根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0050] 节点在开始执行一项任务时的设备参数为初始设备参数，体现的是开始执行该任务时，节点对应的设备的资源和能力情况。可以利用设备本身的状态监控功能获得设备的各项能量和性能监控数据，从而得到初始设备参数。在执行任务的过程中，由于需要节点进行数据获取、数据传输、数据处理、平台机动、平台作为效应器执行行动等动作，需要消耗一定资源，可能使设备的后续动作能力下降，此时的设备参数为当前设备参数。全域指控网络在进行任务协同时，需要通过任务规划策略最小化当前任务消耗资源总量。如当需要对某一区域进行观测时，应当根据任务规划策略优先选择距离该区域最近的节点，或者优先选择任务执行能力最大的节点以使执行任务的节点总数最少。

[0051] 具体地,步骤104比较初始设备参数和当前设备参数,得到该节点的当前损耗值。例如可以通过设备每一项性能参数的初始值和对应的当前值,得到其损耗比例值,再将各项性能参数的损耗比例值通过平均、加权平均等计算得到节点的当前损耗值。根据每一个节点的当前损耗值得到任务子网络的当前损耗值,根据该任务子网络当前任务执行的进度,可以估计其整个任务执行完成后的任务损耗值。将各任务子网络的任务损耗值平均或加权平均,得到整个全域指控网络的任务损耗比参数。

[0052] 需要说明的是,不同的任务子网络的节点和边有可能重合,即设备或通信链路同时承担了多个任务。由于在一个节点中同时执行多个任务时,其占用资源的时间和获取数据数量都是可以计算的。而在一条通信链路中同时传输多个任务的数据时,其通信传输时间和占用的传输带宽也是可以计算的。根据这些数据可以拆分各个任务在同一个节点或通信链路中的资源占用比,根据资源占用比得到该任务在该节点上的当前节点损耗值。

[0053] 步骤106,根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0054] 具体地,任务收益值是指通过执行该任务预期得到的收益,其与步骤104中得到的任务损耗值的关系,可以反映全域指控网络的任务费效比。

[0055] 步骤108,当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0056] 具体地,针对特定的任务一般都定义有一个明确的任务完成条件,如某一节点的任务执行时间、数据获取量等。当任务子网络中的一个或多个节点满足其对应的任务完成条件时,认为该任务子网络的任务执行完毕,可以对应获得其任务执行的时间长度。根据各个任务子网络的任务完成时间,可以得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0057] 步骤110,获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0058] 具体地,对于完成的任务评估其完成既定任务目标的程度,通过比较预设的任务目标数据和完成任务后节点的任务数据,判断任务的完成比例。如,预设的任务目标数据为将某通信节点的通信能力阻塞10%,而根据完成任务后节点的任务数据得到对该通信节点的通信能力阻塞了5%,可以根据二者的比例关系定义一个任务子网络的任务完成率,根据各个任务子网络的任务完成率定义全域指控网络中的任务完成比。需要说明的是,任务完成比计算中还可以考虑任务成功与否的因素,如对于上述例子通信能力阻塞为8%以下时,认为该任务虽然执行完成,但并未执行成功,因此在计算全域指控网络的任务完成比参数时,不考虑该任务的任务完成率数值。

[0059] 对于全域指控网络而言,其任务协同能力可以根据其协同执行多个任务时的总体任务执行能力来评估。本实施例根据全域指控网络的任务协同和执行方式特点,定义了任务费效比参数、任务损耗比参数、任务完成时间参数和任务完成比参数。这四个参数是网络运维方最关注的网络性能,能够最直观地反映全域指控网络任务协同能力,也是对该网络进行体系优化的关键评估指标,因为任何关于体系能力的评估最终都要归结到其完成使命任务的效果上来。本实施例提供的方法能够整体评估全域指控网络在对大量、不同类型任

务的协同能力,实现对全域指控网络的总体任务执行能力的定量评估。

[0060] 其中一个实施例中,如图2所示,提供了一种用于全域指控网络的任务系统能力评估方法,包括以下步骤:

[0061] 步骤200,根据预设的任务需求数据,将接入全域指控网络的设备映射为全域指控网络中的节点。节点的类型包括:观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。

[0062] 具体地,根据任务需求数据对确定需要的节点类型,将接入全域指控网络的设备映射为网络节点。

[0063] 步骤202,获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的OODA环的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0064] 步骤204,根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到OODA环的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0065] 任务损耗值可以根据全域指控网络在执行任务的过程中丧失的各种能力来定义,可以分为硬损失与软损失。硬损失是指在遭到物理攻击而丧失功能的节点的数量,软损失是指因非物理攻击或设备运行损耗丧失功能的作战实体的数量。

[0066] 步骤206,根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0067] 其中,任务收益值可以根据行动效果定义,包括获得在特定区域内获得指定的能力,破坏、控制的目标的数量等。

[0068] 步骤208,当OODA环中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将OODA环的状态设置为任务完成,并获取OODA环的任务完成时间,根据OODA环的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0069] 步骤210,获取状态为任务完成的OODA环的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到OODA环的任务完成率,根据OODA环的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0070] 具体地,本实施例中选择以一个OODA环为全域指控网络中的一个OODA环。一个OODA环中包括对应的观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。步骤202至步骤210根据节点数据得到全域指控网络的任务费效比参数、任务损耗比参数、任务完成时间参数和任务完成比参数,进而评估其全域任务执行能力。

[0071] 其中,OODA环的任务完成率可以根据其任务完成度来定义。任务完成度是描述针对某一特定任务而进行行动所完成任务的情况。计算方法是:

$$[0072] \quad M_{success} = \sum_{i=0}^n W_i O_i$$

[0073] 其中 $M_{success}$ 表示任务完成度, $W_i$ 表示第*i*个任务子目标的权重, $O_i$ 表示第*i*个任务子目标的完成情况。

[0074] 任务完成度分析主要分为以下几步:

[0075] (1) 定义任务成功的标准。根据特定的体系目标想定,确定单个任务目标及其成功标准,表中中包括该任务对应的一组子任务目标,以及每个子任务目标的成功标准。

[0076] (2) 量化成功标准。对提出的每个子任务目标的成功标准进行量化。

[0077] (3) 采集相关数据。根据定义的每个子任务目标的成功标准,采集相关的数据或收集相关证据。

[0078] (4) 得出评估结论。依据采集的数据,对子任务目标和任务目标的完成情况进行分析。如果存在子任务目标或任务目标没有定量数据或难以定量的情况,可采用运维人员的定性判断。

[0079] 步骤212,根据OODA环的数量得到全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0080] 具体地,全域指控网络中当前存在的OODA环的数量可以代表当前的全域任务协同能力参数。进一步地,还可以根据每一时刻的全域任务协同能力参数得到全域指控网络的全域任务协同能力参数和时间、任务类型、任务难度、任务复杂度等之间的关联或对应关系。

[0081] 步骤214,当前设备参数包括当前设备位置参数。根据当前设备位置参数得到OODA环中同域边和跨域边的数量,根据同域边和跨域边的数量,得到全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。

[0082] 具体地,当两个设备位于不同的域时,而者间通信链路对应的边为跨域边,位于同一域时,则为同域边。根据同域边和跨域边的数量和比例,可以分别确定全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。类似地,还可以根据OODA环的同域或跨域,确定全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务系统能力,其中,包含了跨域边的OODA环即跨域协同任务,仅包含同域边的OODA环即同域协同任务。

[0083] 步骤216,获取状态为任务完成的OODA中执行节点的当前节点任务数据。当执行节点的当前节点任务数据和预设的任务目标数据匹配时,将OODA环的状态设置为任务成功。根据状态为任务完成的OODA环的数量,以及根据状态为任务成功的OODA环的数量,得到全域指控网络的任务执行准确率参数。

[0084] 具体地,根据预设的任务目标数据衡量完成了任务的OODA环是否实现了既定的任务目标,当节点任务数据和对应的任务目标数据匹配时,认为该OODA环完成了任务,且任务的完成结果为成功(相反则任务完成结果为失败)。当任务完成失败时,认为是由于全域指控网络的任务协同能力不足造成的,即没有根据既定的任务为目标生成准确的指令,因此根据任务成功的OODA环和任务完成的OODA环可以得到全域指控网络的指令发布错误率和正确率,进而得到任务执行准确率参数。

[0085] 步骤212至步骤214定义了全域指控网络的全域任务协同能力参数、同域任务协同能力参数、跨域任务协同能力参数,进而综合评估全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0086] 进一步地,全域任务协同能力参数还可以根据OODA环数量和指令发布错误率综合计算,如仅根据成功执行任务的OODA环的数量确定全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0087] 步骤218,根据OODA环得到全域指控网络的网络拓扑参数,根据网络拓扑参数得到全域指控网络的任务协同均衡度参数。网络拓扑参数包括:节点度分布函数、特征路径长度值、网络效率、集群系数和节点链路比。

[0088] 具体地,可以根据节点度分布函数、特征路径长度值、节点链路比等网络拓扑参数衡量全域指控网络的网络基本拓扑,当网络基本拓扑合理程度较高时,即其给出的任务协

同方案较为均衡,则可以对应知道其任务协同能力较强。

[0089] 度是对网络中节点互连接统计特性的最重要描述,也反映了重要的网络演化特征。节点 $V_i$ 的度 $k_i$ 定义为 $V_i$ 的邻边数,网络的平均度 $\langle k \rangle$ 定义为所有节点度的平均值。节点度分布函数 $p(k)$ 定义为任选一个节点,其度正好为 $k$ 的概率。度分布描述了整个网络中节点度的分布情况。大尺度的网络都呈现出幂律(power-law)形式的度分布: $P(k) \propto k^{-\gamma}$ 。幂律分布使网络具有一种自催化能力,即只需要改变大约5%~10%链路的部署,就可以重新配置网络化效能,因此当全域指控网络的节点度分布函数与幂律分布的符合度越高,其任务协同均衡度性能越好。

[0090] 特征路径长度定义为网络中所有节点对之间距离的平均值,也称为网络的平均距离。网络的特征路径长度描述了网络中节点间的平均分离程度,即网络有多小。网络平均距离越小。网络效率表示网络平均交通的容易程度,更适合度量非连通网络。网络效率常被用来度量网络的整体能力。网络中边的数量与节点数量的比值,能够在一定程度上刻画网络的鲁棒性。当链路节点比大约为2:1时,网络的特征长度、局部凝聚度、抗毁性和自适应性等参数均有很理想的表现。

[0091] 还可以通过度中心性、介数中心性等来评估网络中节点重要性,根据节点重要性的分布来描述任务协同均衡度。全域指控网络应当限制具有高介数的节点数量,以保持好的自适应特性,其介数分布也应该是符合幂律形式。

[0092] 还可以通过集聚系数来评估网络社团结构特征,根据网络社团结构特征来描述任务协同均衡度。集聚系数描述网络中节点的邻点之间也互为邻点的比例,也就是小集团结构的完美程度,常用来刻画网络的局域结构性质。

[0093] 进一步地,还可以根据单个OODA环中观测节点的预警时间、预警范围评估其观测能力,根据观测节点的信息融合处理时间和目标识别判断时间评估其处理能力,根据控制节点的指令下达时间、决策时间和指令精确度评估其控制能力,根据执行节点的任务成功概率和任务效果评估其任务执行能力。

[0094] 本实施例提供的方法从全域任务执行能力、全域任务协同能力参数、任务协同均衡度和单个OODA环任务执行能力评估全域指控网络的任务协同能力,基于定义的网络性能参数从多个视角对任务协同能力进行多角度度量;如图2中箭头连线所示,本实施例中定义的网络性能参数之间存在一定的变化和关联关系,以之为基础进行深度挖掘分析,还可以进一步分析全域指控网络的内在机理和联系,得到相关的规律性结论。

[0095] 其中一个实施例中,所述方法还包括:获取OODA环中从观测节点到执行节点的任务路径数量,当任务路径数量大于1时,将OODA环的状态设置为任务协同冲突。根据状态为任务协同冲突的OODA环的数量,以及根据OODA环的总数量,得到全域指控网络的任务协同冲突率参数。

[0096] 具体地,如果对应于一个任务,全域协同网络中存在多个OODA环,则认为其任务协同过程中产生了冲突;仅有一个OODA环时则认为不存在冲突。计算当前全域指控网络中存在冲突的OODA环占比,得到协同任务冲突率参数的值。

[0097] 应该理解的是,虽然图1的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,图1中的至少一部分

步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0098] 在一个实施例中,提供了一种用于全域指控网络的任务协同能力评估装置,包括:

[0099] 节点数据获取模块,用于获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0100] 任务损耗比参数计算模块,用于根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0101] 任务费效比参数计算模块,用于根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0102] 任务完成时间参数计算模块,用于当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0103] 任务完成比参数计算模块,用于获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0104] 其中一个实施例中,还包括全域任务协同能力参数计算模块,用于根据任务子网络的数量得到全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0105] 其中一个实施例中,当前设备参数包括当前设备位置参数,所述装置还包括同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数计算模块,用于根据当前设备位置参数得到任务子网络中同域边和跨域边的数量,根据同域边和跨域边的数量,得到全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。

[0106] 其中一个实施例中还包括任务协同均衡度参数计算模块,用于根据任务子网络得到全域指控网络的网络拓扑参数,根据网络拓扑参数得到全域指控网络的任务协同均衡度参数。网络拓扑参数包括:节点度分布函数、特征路径长度值、网络效率、集群系数和节点链路比。

[0107] 其中一个实施例中还包括节点映射模块,用于根据预设的任务需求数据,将接入全域指控网络的设备映射为全域指控网络中的节点。节点的类型包括:观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。

[0108] 其中一个实施例中还包括任务执行准确率参数计算模块,用于获取状态为任务完成的任务子网络中执行节点的当前节点任务数据。当执行节点的当前节点任务数据和预设的任务目标数据匹配时,将任务子网络的状态设置为任务成功。根据状态为任务完成的任务子网络的数量,以及根据状态为任务成功的任务子网络的数量,得到全域指控网络的任务执行准确率参数。

[0109] 其中一个实施例中还包括任务协同冲突率参数计算模块,用于获取任务子网络中从观测节点到执行节点的任务路径数量,当任务路径数量大于1时,将任务子网络的状态设置为任务协同冲突。根据状态为任务协同冲突的任务子网络的数量,以及根据任务子网络

的总数量,得到全域指控网络的任务协同冲突率参数。

[0110] 关于用于全域指控网络的任务协同能力评估装置的具体限定可以参见上文中对于用于全域指控网络的任务协同能力评估方法的限定,在此不再赘述。上述用于全域指控网络的任务协同能力评估装置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计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0111] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是服务器,其内部结构图可以如图3所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储节点数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种用于全域指控网络的任务协同能力评估方法。

[0112] 本领域技术人员可以理解,图3中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0113] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,该存储器存储有计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现以下步骤:

[0114] 获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0115] 根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0116] 根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0117] 获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0118] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据任务子网络的数量得到全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0119] 其中一个实施例中,当前设备参数包括当前设备位置参数。处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据当前设备位置参数得到任务子网络中同域边和跨域边的数量,根据同域边和跨域边的数量,得到全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。

[0120] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据任务子网络得

到全域指控网络的网络拓扑参数,根据网络拓扑参数得到全域指控网络的任务协同均衡度参数。网络拓扑参数包括:节点度分布函数、特征路径长度值、网络效率、集群系数和节点链路比。

[0121] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据预设的任务需求数据,将接入全域指控网络的设备映射为全域指控网络中的节点。节点的类型包括:观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。

[0122] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:获取状态为任务完成的任务子网络中执行节点的当前节点任务数据。当执行节点的当前节点任务数据和预设的任务目标数据匹配时,将任务子网络的状态设置为任务成功。根据状态为任务完成的任务子网络的数量,以及根据状态为任务成功任务子网络的数量,得到全域指控网络的任务执行准确率参数。

[0123] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:获取任务子网络中从观测节点到执行节点的任务路径数量,当任务路径数量大于1时,将任务子网络的状态设置为任务协同冲突。根据状态为任务协同冲突的任务子网络的数量,以及根据任务子网络的总数量,得到全域指控网络的任务协同冲突率参数。

[0124] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0125] 获取全域指控网络的节点数据,根据节点数据获得当前在全域指控网络中的任务子网络的集合。节点数据包括全域指控网络中节点的当前节点任务数据和当前节点连接边数据,以及节点对应的设备的当前设备参数。

[0126] 根据预设的初始设备参数和当前设备参数,得到对应节点的当前节点损耗值,根据当前节点损耗值得到任务子网络的任务损耗值,根据任务损耗值得到全域指控网络的任务损耗比参数。

[0127] 根据任务损耗值和预设的任务收益值,得到全域指控网络的任务费效比参数。

[0128] 当任务子网络中节点的当前节点任务数据满足预设的任务完成条件时,将任务子网络的状态设置为任务完成,并获取任务子网络的任务完成时间,根据任务子网络的任务完成时间得到全域指控网络的任务完成时间参数。

[0129] 获取状态为任务完成的任务子网络的当前节点任务数据,根据预设的任务目标数据和当前节点任务数据,得到任务子网络的任务完成率,根据任务子网络的任务完成率得到全域指控网络的任务完成比参数。

[0130] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:根据任务子网络的数量得到全域指控网络的全域任务协同能力参数。

[0131] 其中一个实施例中,当前设备参数包括当前设备位置参数。计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:根据当前设备位置参数得到任务子网络中同域边和跨域边的数量,根据同域边和跨域边的数量,得到全域指控网络的同域任务协同能力参数和跨域任务协同能力参数。

[0132] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:根据任务子网络得到全域指控网络的网络拓扑参数,根据网络拓扑参数得到全域指控网络的任务协同均衡度参数。网络拓扑参数包括:节点度分布函数、特征路径长度值、网络效率、集群系数和节点

链路比。

[0133] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 根据预设的任务需求数据, 将接入全域指控网络的设备映射为全域指控网络中的节点。节点的类型包括: 观测节点、通信节点、控制节点和执行节点。

[0134] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 获取状态为任务完成的任务子网络中执行节点的当前节点任务数据。当执行节点的当前节点任务数据和预设的任务目标数据匹配时, 将任务子网络的状态设置为任务成功。根据状态为任务完成的任务子网络的数量, 以及根据状态为任务成功任务子网络的数量, 得到全域指控网络的任务执行准确率参数。

[0135] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 获取任务子网络中从观测节点到执行节点的任务路径数量, 当任务路径数量大于1时, 将任务子网络的状态设置为任务协同冲突。根据状态为任务协同冲突的任务子网络的数量, 以及根据任务子网络的总数量, 得到全域指控网络的任务协同冲突率参数。

[0136] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程, 是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成, 所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中, 该计算机程序在执行时, 可包括如上述各方法的实施例的流程。其中, 本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用, 均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程ROM (PROM)、电可编程ROM (EPROM)、电可擦除可编程ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM以多种形式可得, 诸如静态RAM (SRAM)、动态RAM (DRAM)、同步DRAM (SDRAM)、双数据率SDRAM (DDRSDRAM)、增强型SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM (RDRAM) 等。

[0137] 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。

[0138] 以上所述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, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本申请的保护范围。因此, 本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

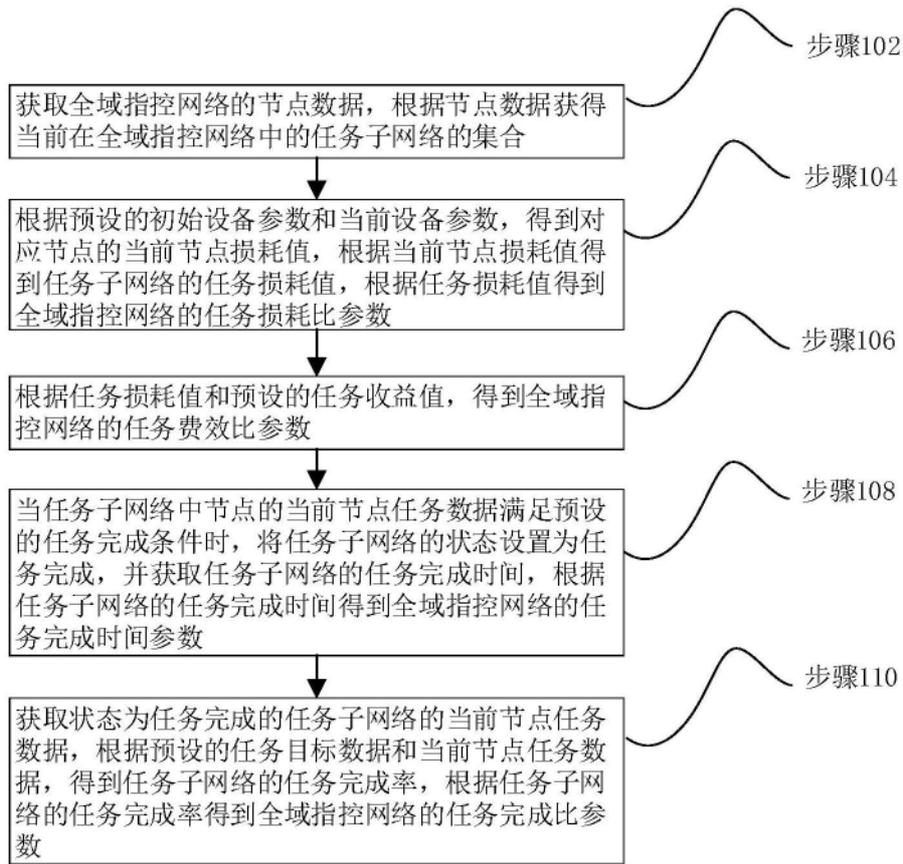


图1

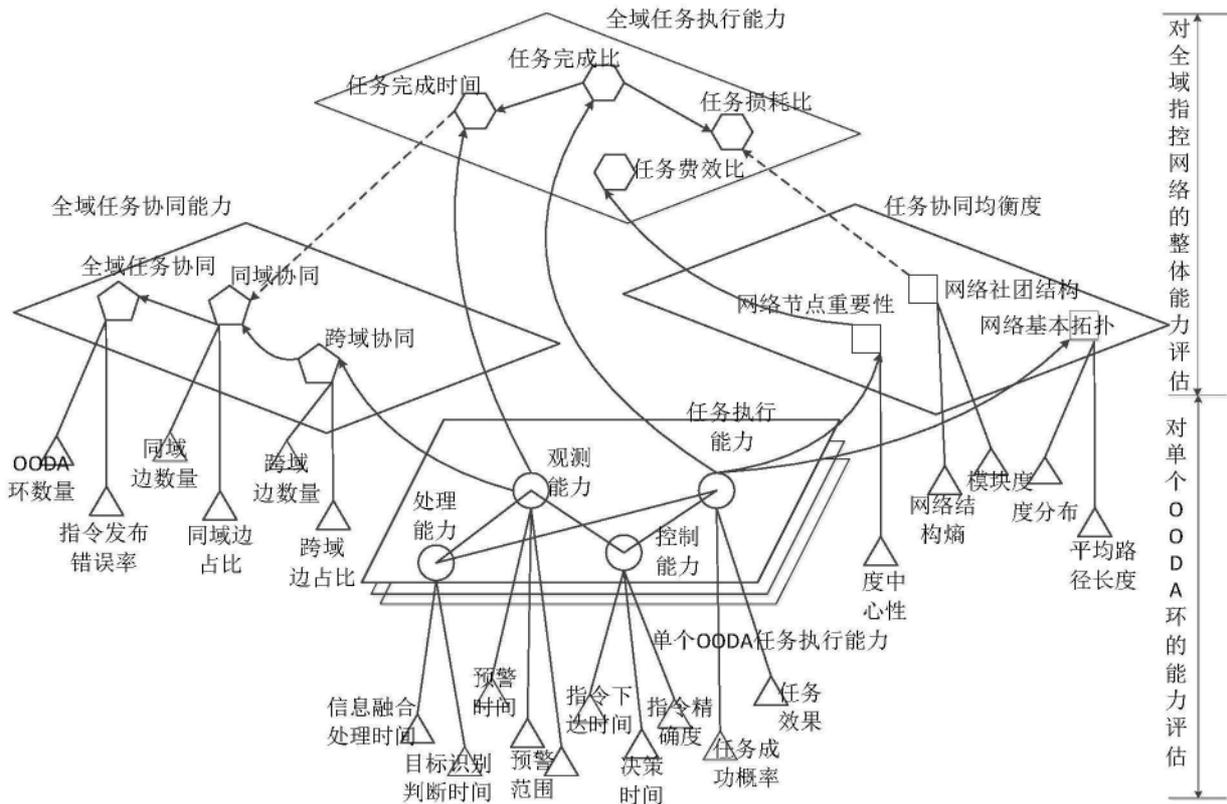


图2

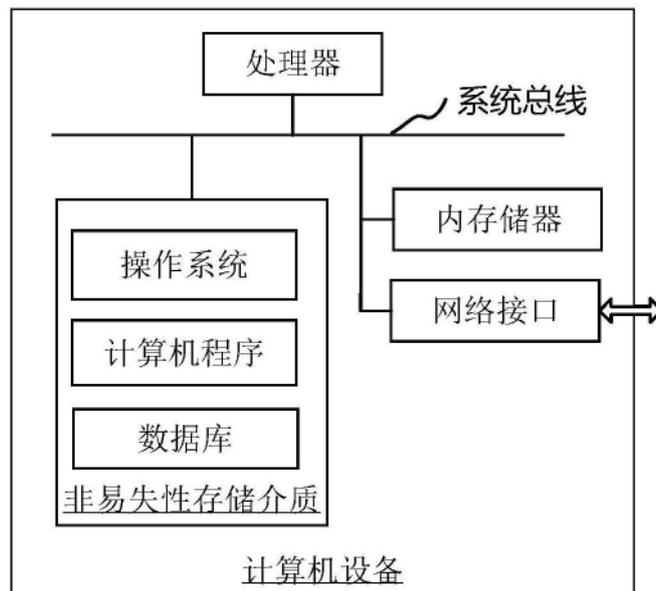


图3