



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108537418 B

(45) 授权公告日 2021.05.07

(21) 申请号 201810238777.X

(56) 对比文件

(22) 申请日 2018.03.22

CN 104503916 A, 2015.04.08

US 2015111644 A1, 2015.04.23

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108537418 A

审查员 张亚芳

(43) 申请公布日 2018.09.14

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 李文皓 冯冠华 张珩

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int.Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

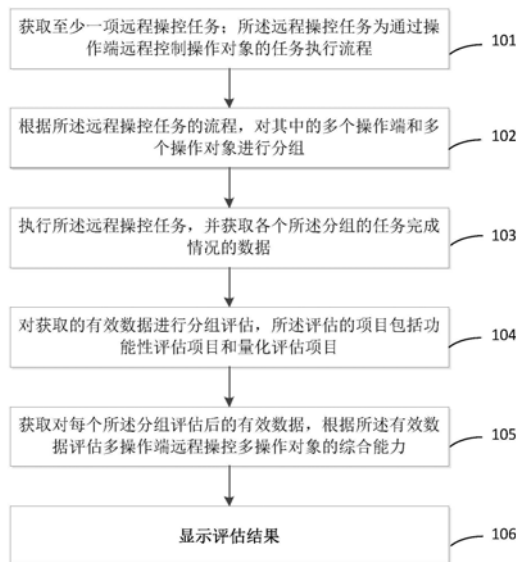
权利要求书4页 说明书24页 附图2页

(54) 发明名称

用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法及系统

(57) 摘要

本发明提供了一种用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法及系统,通过获取至少一个远程操控任务,根据该任务中操作端与操作对象的数量对其进行分组形成四种形式的任务组,并对每个任务组的完成数据进行评估,根据该评估结果最终对多操作端远程操控多操作对象的综合能力进行评估,通过该方法能够定性了解多操作端远程操控多对象的功能完备性,定量分析多操作端远程操控多对象的应用有效性,对复杂系统和多操作对象实现协同远程操作的整体设计与研制具有指导作用。



1. 一种用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、获取至少一项远程操控任务;所述远程操控任务为通过操作端远程控制操作对象的任务执行流程;

步骤二、根据所述远程操控任务的流程,对其中的多个操作端和多个操作对象进行分组,每个分组中包括至少一个所述操作端和至少一个所述操作对象;

步骤三、执行所述远程操控任务,并获取各个所述分组的任务完成情况的数据;

步骤四、对获取的有效数据进行分组评估,所述评估的项目包括功能性评估项目和量化评估项目;

步骤五、获取对每个所述分组评估后的有效数据,根据所述有效数据评估多操作端远程操控多操作对象的综合能力;

步骤六、显示评估结果;

步骤四中,所述分组评估的结果用 E_i 表示,具体评估方法如式(1):

$$E_i = \sum_{j=1}^S (\alpha_j^T P_j + \beta_j^T Q_j) \quad \text{式(1)};$$

式中, $i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数, $j=1,2,\dots,S$, S 是对远程操控任务的评估内容的总个数, α_j 和 β_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的权重矩阵,分别由其各项评估项目的权重系数 α_{jk} ($k=1,2,\dots,f$)和 β_{jl} ($l=1,2,\dots,g$)组成, α_{jk} 和 β_{jl} 值的大小由其在第 j 个评估能力的所有评估项目中的相对重要程度决定;

$$\alpha_j = [\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jf}]^T \quad \text{式(2)};$$

$$\beta_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jg}]^T \quad \text{式(3)};$$

$$\text{且}, 0 \leq \alpha_{jk}, \beta_{jl} \leq 1; \sum_{k=1}^f \alpha_{jk} + \sum_{l=1}^g \beta_{jl} = 1;$$

P_j 和 Q_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的取值矩阵,分别由其各项评估项目的 p_{jk} ($k=1,2,\dots,f$)和 q_{jl} ($l=1,2,\dots,g$)组成,

$$P_j = [p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jf}]^T \quad \text{式(4)};$$

$$Q_j = [q_{j1}, q_{j2}, \dots, q_{jg}]^T \quad \text{式(5)};$$

步骤五中,多操作端远程操控多操作对象的综合能力评估结果用 E_R 表示,评估方法如下:

$$E_R = \sum_{i=1}^R c_i G_i E_i \quad \text{式(6)},$$

式中, c_i ($0 \leq c_i \leq 1$)是第 i 个远程操控任务的任务复杂度系数,反应远程操控任务的复杂度, $i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数;

G_i 是第 i 个远程操控任务的分组系数矩阵, E_i 是第 i 次个远程操控任务的分组评估结果矩阵,且

$$\mathbf{G}_i = \begin{bmatrix} \frac{w_i}{v_i}, \frac{x_i}{v_i}, \frac{y_i}{v_i}, \frac{z_i}{v_i} \end{bmatrix} \quad \text{式 (7),}$$

$$\mathbf{E}_i = [E_i^1, E_i^2, E_i^3, E_i^4]^T \quad \text{式 (8) .}$$

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 步骤一中, 所述操作端包括一个或多个, 多个所述操作端位于同地或异地、且时延环境不同; 所述操作对象包括一个或多个, 多个所述操作对象分布在同地或异地, 其结构相同或不同。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 步骤二中, 所述分组具体包括, 根据所述远程操控任务中的映射关系, 将一个或多个所述操作端和一个或多个所述操作对象分组为一个任务方式组, 每个所述任务方式组包括至少一个所述操作端和至少一个所述操作对象;

其中, 将分组在一个任务方式组中的所述操作端称为一个操作端组, 将所述操作对象称为一个操作对象组;

所述任务方式组的总组数等于所述操作端组或所述操作对象组的总组数。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于,

所述任务方式组具体包括:

所述操作端组包括一个所述操作端, 所述操作对象组包括一个所述操作对象;

所述操作端组包括一个所述操作端, 所述操作对象组包括多个所述操作对象;

所述操作端组包括多个所述操作端, 所述操作对象组包括一个所述操作对象;

所述操作端组包括多个所述操作端, 所述操作对象组包括多个所述操作对象。

5. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于,

对于多个所述操作端远程操控一个所述操作对象, 多个所述操作端属于一个所述任务方式组;

对于一个所述操作端远程操控多个所述操作对象, 多个所述操作对象属于一个所述任务方式组。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 步骤三中,

执行所述远程操控任务时, 多个所述操作端之间或者所述操作端与所述操作对象之间持续保持时间同步。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 步骤三中,

执行所述远程操控任务之前, 还包括对所述远程操控任务的许可;

所述操作端获得任务许可, 同时获取任务操控指令及执行时间, 之后根据所述操控指令及执行时间完成对所述操作对象的远程操控。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 步骤三中,

所述任务完成的数据包括完成任务的数据和未完成的数据。

9. 用于评估多操作端远程操控多操作对象的系统, 其特征在于, 包括:

信息数据采集模块, 用于获取至少一项远程操控任务完成情况的数据信息;

第一数据处理模块, 用于对获取的所述数据信息根据预先植入的评估方法进行评估,

并得出分组评估结果；

第二数据处理模块,用于获取多个所述分组评估结果的有效数据,并对多操作端远程操控多操作对象的综合能力进行评估；

结果显示模块,用于显示所述综合能力的评估结果；

所述分组评估的结果用 E_i 表示,具体评估方法如式(1)：

$$E_i = \sum_{j=1}^S (\alpha_j^T P_j + \beta_j^T Q_j) \quad \text{式(1)}；$$

式中, $i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数, $j=1,2,\dots,S$, S 是对远程操控任务的评估内容的总个数, α_j 和 β_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的权重矩阵,分别由其各项评估项目的权重系数 α_{jk} ($k=1,2,\dots,f$)和 β_{jl} ($l=1,2,\dots,g$)组成, α_{jk} 和 β_{jl} 值的大小由其在第 j 个评估能力的所有评估项目中的相对重要程度决定；

$$\alpha_j = [\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jf}]^T \quad \text{式(2)}；$$

$$\beta_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jg}]^T \quad \text{式(3)}；$$

$$\text{且}, 0 \leq \alpha_{jk}, \beta_{jl} \leq 1; \sum_{k=1}^f \alpha_{jk} + \sum_{l=1}^g \beta_{jl} = 1;$$

P_j 和 Q_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的取值矩阵,分别由其各项评估项目的 p_{jk} ($k=1,2,\dots,f$)和 q_{jl} ($l=1,2,\dots,g$)组成,

$$P_j = [p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jf}]^T \quad \text{式(4)}；$$

$$Q_j = [q_{j1}, q_{j2}, \dots, q_{jg}]^T \quad \text{式(5)}；$$

多操作端远程操控多操作对象的综合能力评估结果用 E_R 表示,评估方法如下：

$$E_R = \sum_{i=1}^R c_i G_i E_i \quad \text{式(6)}，$$

式中, c_i ($0 \leq c_i \leq 1$)是第 i 个远程操控任务的任务复杂度系数,反应远程操控任务的复杂度, $i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数；

G_i 是第 i 个远程操控任务的分组系数矩阵, E_i 是第 i 次个远程操控任务的分组评估结果矩阵,且

$$G_i = \begin{bmatrix} \frac{w_i}{v_i}, \frac{x_i}{v_i}, \frac{y_i}{v_i}, \frac{z_i}{v_i} \end{bmatrix} \quad \text{式(7)}，$$

$$E_i = [E_i^1, E_i^2, E_i^3, E_i^4]^T \quad \text{式(8)}。$$

10. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于,还包括：

任务请求模块,用于发出远程操控任务请求,并将反馈信息发送给所述信息数据采集模块；

任务许可模块,用于接收所述远程操控任务请求,并判别是否许可该任务请求,并将许可结果反馈给所述任务请求模块。

11. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于,还包括：

分组模块,用于对远程操控任务中的多个操作端和多个操作对象进行分组,根据远程操控任务的映射关系划分成不同的任务方式组。

12.根据权利要求9所述的系统,其特征在于,还包括:

第一分析模块,用于对一个操作端远程操控一个操作对象的任务执行结果进行分析;

第二分析模块,用于对一个操作端远程操控多个操作对象的任务执行结果进行分析;

第三分析模块,用于对多个操作端远程操控一个操作对象的任务执行结果进行分析;

第四分析模块,用于对多个操作端远程操控多个操作对象的任务执行结果进行分析。

13.根据权利要求9所述的系统,其特征在于,还包括:

校对模块,用于对所述第一数据处理模块得到的评估结果进行数据有效性分析、确认。

14.根据权利要求9所述的系统,其特征在于,

所述综合能力的评估结果通过以下方式中的一种进行显示:

文档、表格或图片。

用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及远程操控评估技术领域,具体涉及一种适用于多操作端远程操控多操作对象的通用性评估方法及系统。

背景技术

[0002] 机器人远程操控又可称为遥操控,是当前信息技术领域的研究热点,是一项集机器人、计算机、仪器、控制等复杂的多学科应用技术。基于机器人远程操控建立的操作平台,既能完成数据处理、图像显示等信息整合任务,为操作员参与完成作业任务提供决策帮助,又能以任务流程有效应用多种操作模式,安全、迅速地实现任务目的。因此,机器人远程操控被广泛应用于深海探索、空间探测及恶劣环境作业等领域。

[0003] 在实际应用中,一项远程操控任务可能需要多个操作者远程操控多个机器人来协作完成,且多个操作者可能位于不同地区,即多操作端,又称为遥操作端,远程操控多操作对象完成一项远程操控任务,此时所有操作端及操作对象均连接到一个通讯系统中,存在操作员与操作员之间、操作决策者与操作决策者之间的共享式远程操控技术问题,所有操作者需在操作决策者的指挥下,协同完成远程操控任务。各操作端之间的协同运行可靠性、各操作员之间的集同决策和协同操作能力及不同地域的操控决策能力等都是影响机器人远程操控效用、远程操控灵活性及远程操控任务安全性等的至关因素。

[0004] 而对于远程操控任务的完成情况往往只能在整个任务完成之后看到执行结果,而对于各个操作端的任务执行能力、多个操作端之间的协同能力、不同地域的操作环境对操作端的响应速度的影响等,在整个任务的执行过程中以及任务完成之后,目前还无法对其进行及时有效的评估。

发明内容

[0005] 本发明的目的提供一种用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法,建立一套适用于多人多机远程操控的通用性评估体系。

[0006] 本发明的另一个目的在于提供一种用于评估多操作端远程操控多操作对象的系统。

[0007] 为了达到上述目的,本发明的具体技术方案如下:

[0008] 一种用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤一、获取至少一项远程操控任务;所述远程操控任务为通过操作端远程控制操作对象的任务执行流程;

[0010] 步骤二、根据所述远程操控任务的流程,对其中的多个操作端和多个操作对象进行分组,每个分组中包括至少一个所述操作端和至少一个所述操作对象;

[0011] 步骤三、执行所述远程操控任务,并获取各个所述分组的任务完成情况的数据;

[0012] 步骤四、对获取的有效数据进行分组评估,所述评估的项目包括功能性评估项目和量化评估项目;

[0013] 步骤五、获取对每个所述分组评估后的有效数据,根据所述有效数据评估多操作端远程操控多操作对象的综合能力。

[0014] 步骤一中,

[0015] 所述操作端包括一个或多个,多个所述操作端位于同地或异地、且时延环境不同;

[0016] 所述操作对象包括一个或多个,多个所述操作对象分布在同地或异地,其结构相同或不同。

[0017] 进一步地,步骤二中,

[0018] 所述分组具体包括,根据所述远程操控任务中的映射关系,将一个或多个所述操作端和一个或多个所述操作对象分组为一个任务方式组,每个所述任务方式组包括至少一个所述操作端和至少一个所述操作对象;

[0019] 其中,将分组在一个任务方式组中的所述操作端称为一个操作端组,将所述操作对象称为一个操作对象组;

[0020] 所述任务方式组的总组数等于所述操作端组或所述操作对象组的总组数。

[0021] 进一步地,所述任务方式组具体包括:

[0022] 所述操作端组包括一个所述操作端,所述操作对象组包括一个所述操作对象;

[0023] 所述操作端组包括一个所述操作端,所述操作对象组包括多个所述操作对象;

[0024] 所述操作端组包括多个所述操作端,所述操作对象组包括一个所述操作对象;

[0025] 所述操作端组包括多个所述操作端,所述操作对象组包括多个所述操作对象。

[0026] 进一步地,对于多个所述操作端远程操控一个所述操作对象,多个所述操作端属于一个所述任务方式组;

[0027] 对于一个所述操作端远程操控多个所述操作对象,多个所述操作对象属于一个所述任务方式组。

[0028] 进一步地,步骤三中,

[0029] 执行所述远程操控任务时,多个所述操作端之间或者所述操作端与所述操作对象之间持续保持时间同步。

[0030] 进一步地,步骤三中,

[0031] 执行所述远程操控任务之前,还包括对所述远程操控任务的许可;

[0032] 所述操作端获得任务许可,同时获取任务操控指令及执行时间,之后根据所述操控指令及执行时间完成对所述操作对象的远程操控。

[0033] 进一步地,步骤三中,

[0034] 所述任务完成的数据包括完成任务的数据和未完成任务的数据。

[0035] 进一步地,步骤四中,所述分组评估的结果用 E_i 表示,具体评估方法如式(1):

$$[0036] \quad E_i = \sum_{j=1}^S (\alpha_j^T \mathbf{P}_j + \beta_j^T \mathbf{Q}_j) \quad \text{式(1)};$$

[0037] 式中, $i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数, $j=1,2,\dots,S$, S 是对远程操控任务的评估内容的总个数, α_j 和 β_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的权重矩阵,分别由其各项评估项目的权重系数 α_{jk} ($k=1,2,\dots,f$)和 β_{jl} ($l=1,2,\dots,g$)组成, α_{jk} 和 β_{jl} 值的大小由其在第 j 个评估能力的所有评估项目中的相对重要程

度决定；

$$[0038] \quad \alpha_j = [\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jf}]^T \quad \text{式 (2)};$$

$$[0039] \quad \beta_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jg}]^T \quad \text{式 (3)};$$

$$[0040] \quad \text{且, } 0 \leq \alpha_{jk}, \beta_{jl} \leq 1; \sum_{k=1}^f \alpha_{jk} + \sum_{l=1}^g \beta_{jl} = 1;$$

[0041] P_j 和 Q_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的取值矩阵,分别由其各项评估项目的 p_{jk} ($k=1, 2, \dots, f$) 和 q_{jl} ($l=1, 2, \dots, g$) 组成,

$$[0042] \quad P_j = [p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jf}]^T \quad \text{式 (4)};$$

$$[0043] \quad Q_j = [q_{j1}, q_{j2}, \dots, q_{jg}]^T \quad \text{式 (5)}。$$

[0044] 进一步地,步骤五中,多操作端远程操控多操作对象的综合能力评估结果用 E_R 表示,评估方法如下:

$$[0045] \quad E_R = \sum_{i=1}^R c_i G_i E_i \quad \text{式 (6)},$$

[0046] 式中, c_i ($0 \leq c_i \leq 1$) 是第 i 个远程操控任务的任务复杂度系数,反应远程操控任务的复杂度, $i=1, 2, \dots, R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数;

[0047] G_i 是第 i 个远程操控任务的分组系数矩阵, E_i 是第 i 次个远程操控任务的分组评估结果矩阵,且

$$[0048] \quad G_i = \begin{bmatrix} w_i & x_i & y_i & z_i \\ v_i & v_i & v_i & v_i \end{bmatrix} \quad \text{式 (7)},$$

$$[0049] \quad E_i = [E_i^1, E_i^2, E_i^3, E_i^4]^T \quad \text{式 (8)}。$$

[0050] 本发明还提供了用于评估多操作端远程操控多操作对象的系统,包括:

[0051] 信息数据采集模块,用于获取至少一项远程操控任务完成情况的数据信息;

[0052] 第一数据处理模块,用于对获取的所述数据信息根据预先植入的评估方法进行评
估,并得出分组评估结果;

[0053] 第二数据处理模块,用于获取多个所述分组评估结果的有效数据,并对多操作端
远程操控多操作对象的综合能力进行评估;

[0054] 结果显示模块,用于显示所述综合能力的评估结果。

[0055] 进一步地,还包括:

[0056] 任务请求模块,用于发出远程操控任务请求,并将反馈信息发送给所述数据信息
采集模块;

[0057] 任务许可模块,用于接收所述远程操控任务请求,并判别是否许可该任务请求,并
将许可结果反馈给所述任务请求模块。

[0058] 进一步地,还包括分组模块,用于对远程操控任务中的多个操作端和多个操作对
象进行分组,根据远程操控任务的映射关系划分成不同的任务方式组。

[0059] 进一步地,还包括:

[0060] 第一分析模块,用于对一个操作端远程操控一个操作对象的任务执行结果进行分

析；

[0061] 第二分析模块,用于对一个操作端远程操控多个操作对象的任务执行结果进行分析；

[0062] 第三分析模块,用于对多个操作端远程操控一个操作对象的任务执行结果进行分析；

[0063] 第四分析模块,用于对多个操作端远程操控多个操作对象的任务执行结果进行分析。

[0064] 进一步地,还包括:

[0065] 校对模块,用于对所述第一数据处理模块得到的评估结果进行数据有效性分析、确认。

[0066] 进一步地,所述综合能力的评估结果通过以下方式中的一种进行显示:

[0067] 文档、表格或图片。

[0068] 本发明提供的用于多操作端远程操控多操作对象的评估方法及系统,是一个通用性评估体系,对于目前的单人多机、多人单机以及多人多机模式的远程操控任务进行有效的任务完成情况评估,同时能够对多操作端远程操控多操作对象的综合能力进行有效评估,进而定性了解多操作端远程操控多操作对象的功能完备性,定量分析多操作端远程操控多操作对象的应用有效性,对复杂系统和多操作对象实现协同远程操控的整体设计与研制具有指导作用。

附图说明

[0069] 图1为本发明提供的用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法流程图；

[0070] 图2为本发明提供的用于评估多操作端远程操控多操作对象的系统框图。

具体实施方式

[0071] 通过参考示范性实施例阐明本发明技术问题、技术方案和优点。然而,本发明并不受限于以下所公开的示范性实施例,可以通过不同形式来对其加以实现。

[0072] 如图1所示,为本发明提供的一种用于评估多操作端远程操控多操作对象的方法流程图,参照图1该方法具体包括如下步骤:

[0073] 101、获取至少一项远程操控任务;远程操控任务为通过操作端远程控制操作对象的任务执行流程。

[0074] 其中的操作端包括一个或多个,多个操作端位于同地或异地、且时延环境不同。操作对象包括一个或多个,多个所述操作对象分布在同地或异地,其结构相同或不同。

[0075] 位于同地/异地的时延环境不同的 $M(M>1)$ 个操作端和分布在同地/异地的同构/异构的 $N(N>1)$ 个操作对象被接入到同一操作网络中,且所有操作端之间及所有操作端与所有操作对象之间持续保持时间同步,由 M 个操作端远程操控 N 个操作对象协作完成某次特定远程操控任务。

[0076] 102、根据远程操控任务的流程,对其中的多个操作端和多个操作对象进行分组,每个分组中包括至少一个操作端和一个操作对象。

[0077] 上述分组具体包括,根据远程操控的映射关系,将一个或多个操作端和一个或多

个操作对象分组为一个任务方式组,每个任务方式组包括至少一个操作端和至少一个操作对象;

[0078] 其中,将分组在一个任务方式组中的操作端称为一个操作端组,将操作对象称为一个操作对象组;

[0079] 任务方式组的总组数等于操作端组或操作对象组的总组数。

[0080] 具体分组时,根据每个任务组中的操作端和操作对象的数量,分为四种任务方式组,单人单机方式组、单人多机方式组、多人单机方式组以及多人多机方式组。

[0081] 在执行远程操控任务之前,对多个操作端以及多个操作对象根据即将执行的远程操控任务进行分组。根据载入的第 i ($i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数)个远程操控任务的操作流程,同时结合所有操作端和操作对象的实际情况,将基于多操作端远程操控多操作对象的所有操作对象和所有操作端划分为 v_i ($v_i \geq 1$)组,即所有操作端划分为 v_i ($v_i \geq 1$)组,所有操作对象划分为 v_i ($v_i \geq 1$)组,且每个操作端组都有与其对应的一个操作对象组,其中将划分在一个组的所有操作端称为一个操作端组,将划分在一个组的所有操作对象称为一个操作对象组。

[0082] 将上述存在对应关系的 v_i 组操作端组和 v_i 组操作对象组归类为:

[0083] w_i ($w_i \geq 0$)组,任务方式组1,其中的操作端组包含1个操作端,操作对象组包含一个操作对象,即单人单机方式组;

[0084] x_i ($x_i \geq 0$)组,任务方式组2,其中的操作端组包含1个操作端,操作对象组包含 n_1 ($n_1 > 1$)个操作对象,即单人多机方式组;

[0085] y_i ($y_i \geq 0$)组,任务方式组3,其中,任务方式组是指其操作端组包含 m_1 ($m_1 > 1$)个操作端,操作对象组包含1个操作对象,即多人单机方式组;

[0086] z_i ($z_i \geq 0$)组,任务方式组4,其中,任务方式组是指其操作端组包含 m_1 ($m_1 > 1$)个操作端,操作对象组包含 n_1 ($n_1 > 1$)个操作对象,且 $v_i = w_i + x_i + y_i + z_i$,即多人多机方式组。

[0087] 其中,划分组时,将 M 个操作端中的远程操控同一个操作对象的各操作端划分在一个方式组中,将由同一个操作端远程操控的各操作对象划分在一个方式组中,即: M 个操作端中的某个操作端可能会被划分到多个方式组中,而 N 个操作对象中的任何操作对象只能被划分到一个方式组中。

[0088] 远程操控任务的完成方式也根据各分组方式的不同而不同。

[0089] 例如,针对某次特定远程操控任务,按照操作端及操作对象的数量可将任务完成方式分为以下四种:

[0090] 方式1:单操作端远程操控单操作对象,单人单机操作模式。具体是指一个操作端和一个操作对象被接入到同一操作网络中,且操作端与操作对象之间持续保持时间同步,由一个操作端远程操控一个操作对象以完成某次特定远程操控任务。

[0091] 方式2:单操作端远程操控多操作对象,单人多机操作模式。具体是指一个操作端和分布在同地/异地的同构/异构的 n_1 ($n_1 > 1$)个操作对象被接入到同一操作网络中,且操作端与所有操作对象之间持续保持时间同步,由一个操作端远程操控 n_1 个操作对象以协作完成某次特定远程操控任务。

[0092] 方式3:多操作端远程操控单操作对象,多人单机操作模式。具体是指位于同地/异地的时延环境不同的 m_1 ($m_1 > 1$)个操作端和一个操作对象被接入到同一操作网络中,且所有

操作端之间及所有操作端与操作对象之间持续保持时间同步,由 m_1 个操作端远程操控一个操作对象以协作完成某次特定远程操控任务。

[0093] 方式4:多操作端远程操控多操作对象,多人多机操作模式。具体是指位于同地/异地的时延环境不同的 m_2 ($m_2 > 1$) 个操作端和分布在同地/异地的同构/异构的 n_2 ($n_2 > 1$) 个操作对象被接入到同一操作网络中,且所有操作端之间及所有操作端与所有操作对象之间持续保持时间同步,由 m_2 个操作端远程操控 n_2 个操作对象协作完成某次特定远程操控任务。

[0094] 103、执行所述远程操控任务,并获取各个所述分组的任务完成情况的数据。

[0095] 整个执行过程中,当 m_2 个操作端中的一个/多个操作端对 n_2 个操作对象中对应的一个/多个操作对象进行远程操控时,产生远程操控请求并发送至中间服务节点,在一个/多个操作端获得来自中间服务节点允许其远程操控请求的情况下,产生针对其对应的一个/多个操作对象的操控指令及对应的执行时间,以完成请求的远程操控。

[0096] 在执行远程操控任务的整个过程中,当 M 个操作端中的一个/多个操作端对 N 个操作对象中对应的一个/多个操作对象进行远程操控时,首先需要产生一个远程操控请求并发送至中间服务节点,在一个/多个操作端获得来自中间服务节点允许其远程操控请求的情况下,产生针对其对应的一个/多个操作对象的操控指令及对应的执行时间,以完成请求的远程操控。

[0097] 由位于同地/异地的时延环境不同的 M ($M > 1$) 个操作端远程操控分布在同地/异地的同构/异构的 N ($N > 1$) 个操作对象成功完成步骤1中载入的远程操控任务,获取各组相应的完整任务数据。当然,也不排除未成功或部分完成步骤1中的载入任务,获取各组不完整的任务数据,此时仍认为获取的数据是有效任务数据,可用作后续步骤中的评估数据。

[0098] 104、对获取的有效数据进行分组评估,评估的项目包括功能性评估项目和量化评估项目。

[0099] 分组评估的结果用 E_i 表示,具体评估方法如式(1):

$$[0100] \quad E_i = \sum_{j=1}^S (\alpha_j^T P_j + \beta_j^T Q_j) \quad \text{式(1)};$$

[0101] 式中, $i=1,2,\dots,R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数, $j=1,2,\dots,S$, S 是对远程操控任务的评估内容的总个数, α_j 和 β_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的权重矩阵,分别由其各项评估项目的权重系数 α_{jk} ($k=1,2,\dots,f$) 和 β_{jl} ($l=1,2,\dots,g$) 组成, α_{jk} 和 β_{jl} 值的大小由其在第 j 个评估能力的所有评估项目中的相对重要程度决定;

$$[0102] \quad \alpha_j = [\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jf}]^T \quad \text{式(2)};$$

$$[0103] \quad \beta_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jg}]^T \quad \text{式(3)};$$

$$[0104] \quad \text{且, } 0 \leq \alpha_{jk}, \beta_{jl} \leq 1; \sum_{k=1}^f \alpha_{jk} + \sum_{l=1}^g \beta_{jl} = 1;$$

[0105] P_j 和 Q_j 分别是第 j 个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的取值矩阵,分别由其各项评估项目的 p_{jk} ($k=1,2,\dots,f$) 和 q_{jl} ($l=1,2,\dots,g$) 组成,

$$[0106] \quad P_j = [p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jf}]^T \quad \text{式(4)};$$

$$[0107] \quad Q_j = [q_{j1}, q_{j2}, \dots, q_{jg}]^T \quad \text{式(5)}。$$

[0108] 10401.单人单机操作模式的评估方法,主要从以下几项能力进行评估:

[0109] 1) 操作模式对远程操控任务的覆盖能力;2) 安全保护能力;3) 自主能力和智能性;4) 实时处理能力;5) 通讯能力;6) 人机功效、机电和电气性能;7) 时延影响消减能力;8) 备份、分析、复现和时间同步能力。

[0110] 以上8项能力均有各自对应的评估内容,并将各项能力的评估内容进一步展开为多项具体的评估项目。

[0111] 评估项目分为功能性评估项目和量化评估项目两种,其中功能性评估项目是指是否具备该评估项目所述能力或是否满足该评估项目所述内容。量化评估项目是指可具体检测出来数据或可用具体数据来体现的评估项目。

[0112] 上述8项能力详细的评估能力、评估内容及评估项目如表1所示。其中标记“○”的评估项目为功能性评估项目,标记“**”的评估项目为量化评估项目。当然,也不排除表1之外的任何合理的评估能力、评估内容及评估项目作为评估单操作端远程操控单操作对象的评估能力、评估内容及评估项目。

[0113] 表1单人单机操作模式评估综合项目表。

[0114]

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
操作模式对远程操控任务的覆盖能力	操作模式涵盖能力： (可按对应模式正常运行的条件下)	<ul style="list-style-type: none"> ○是否具备自主 / 监视操作模式 ○是否具备宏指令操作模式 ○是否具备预编程操作模式 ○是否具备主从(交互)操作模式(数值、操纵器)
	操作模式启动、终止、切换能力	<ul style="list-style-type: none"> ○在任意操作模式下,是否可以立即终止 ○无操作时,是否可以启用任一种操作模式 ○在任意操作模式下,是否可以切换至其他任一种操作模式 **操作模式启动、终止、切换消耗时间
安全保护能力	状态检测能力	<ul style="list-style-type: none"> 1. 监测涵盖范围: <ul style="list-style-type: none"> ○链路连接状态 ○遥测数据包丢包、误码统计 ○各种数据的交互量、码速率、时间 ○操作指令超界、超速、误码 ○操作器连接状态 2. 操作提示 <ul style="list-style-type: none"> ○每步操作提示、操作记录显示 ○检测异常提示 3. **漏检率
	硬件保护能力	<ul style="list-style-type: none"> 1. 供电保护 <ul style="list-style-type: none"> **可容供电电压波动范围 ○是否具有断电保护防护 **断电后可持续运行时间 2. 通讯保护: <ul style="list-style-type: none"> ○是否具备备用信道 **备用信道切换耗时 3. 其他保护 <ul style="list-style-type: none"> ○是否具有一定防尘能力 ○是否具有一定抗震能力 ○是否具有一定防静电能力 ○是否具有一定防电磁干扰能力
	误码校验、纠 / 容错	**正常工作前提下,可容忍遥测数据异常

[0115]

	能力	率 **误指令发送率
	紧急干预能力	○是否具有紧急停止功能 ○是否具有应急操作功能 **紧急干预模式切换耗时
	误操作阻止能力	1. 软件阻止能力 ○是否具有锁定某一操作模式的能力 ○操作指令超限、超速、错误提示后是否自主阻止 ○操作器是否具备软件使能、软件平滑能力 2. 硬件阻止能力 ○是否具有操作器使能装置 ○是否具有操作器防抖装置
	快速恢复能力	1. 快速恢复可应对情况 ○通讯信道断路(包括外部信道和内部交互信道) ○断电(包括整体断电或者局部单元断电) ○操作器离线(包括其他操作设备) ○数据混乱, 无法匹配 ○整体或局部单元超载, 死机 2. 快速恢复耗时 **通讯信道断路恢复耗时 **断电恢复耗时 **操作器离线恢复耗时 **数据混乱恢复耗时 **整体或局部单元超载, 死机恢复耗时
	预防式模拟能力	○是否具备预演化模拟功能 ○是否具备加速演化和减速演化功能 **预演化模拟与实际演化过程的误差峰值和均值
自主能力和智能性	指令生成、路径规划自主	○操作界面、指令生成流程自主随不同操作模式对应变换 ○路径规划安全性判断自主 ○路径规划序列生成自主 ○误操作判断、路径规划调用、指令排序、顺序打包编码、校验纠错、顺序发送自主 ○操作指令备份自主
	遥测数据处理自主	○遥测数据接收、解码、校验、格式转换、图像拼接自主 ○遥测数据、遥测图像显示、刷新自主 ○遥测数据备份自主
	安全保护自主	○状态监视、数据统计及其显示刷新自主 ○数据纠错、误操作阻止、异常提示、操作记录自主

[0116]

		○异常、统计数据备份自主
	时延影响消减自主	○时延辨识自主 ○时延影响消减及预测自主 ○失配修正自主 ○遥现场模拟自主 ○消时延相关记录自主
实时处理能力	遥测数据处理实时性	**遥测数据刷新频率 **遥测图像刷新频率
	规划、指令发送实时性	**饱和规划情况下，操作指令经解释、调用路径规划、校验、打包发送和上屏刷新的指令平均时间消耗 **操作器持续控制情况下，操作指令经解释、调用路径规划、校验、打包发送和上屏刷新的指令平均时间消耗
	备份实时	**备份数据与实际生成数据量比
	遥现场模拟环境实时	**遥现场模拟环境刷新频率
	时延影响消减实时性	**遥测数据到达时刻与对应预测数据生成时刻的平均时间差
通讯能力	信道带宽	**操作端内部单元间通讯信道带宽 **操作端与操作对象通讯信道带宽
	误码率、丢包率	**操作端内部单元交互误码率、丢包率 **操作端与操作对象交互误码率、丢包率
	码速率	**操作端内部通讯饱和码速率 **操作端与操作对象交互的饱和码速率
人机功效、机电和电气性能	界面布局	○界面布局是否整齐、清楚、醒目 ○是否方便操作人员查看
	操纵器、配套设备	1. 操纵器型号、配套设备 ○是否配备 PDU、UPS、工作台，音频交互设备、视屏监视设备，外接投影设备 2. 配套软件 ○是否配具有据分析软件、回放软件、时间同步软件
	数据充分性、模拟环境精细度	○反馈给操作人员的遥测数据是否充分 ○操作记录、预测数据是否充分 ○模拟环境是否直观，精细程度，是否可调整观察视点，是否可放大、缩小
	电气环境适应性、机电环境	1. 电气环境 ○是否配备 DPU **可容忍供电电源波动范围 ○是否配备 UPS **断电后可持续工作时间 2. 机电性能 **适应温度范围 **适应气压范围 **尺寸、重量 **适应湿度范围
	软 / 硬件运行稳定性	**硬件稳定运行持续时间 **软件稳定运行持续时间

	时延影响消减能力	时延影响消减、预测、修正能力	**辨识时延与实际时延的误差
			**可消减影响的时延范围
			**变时延条件下的消时延后预测数据与实际数据的相对误差
			**模型失配后的修正收敛速度
			**模型失配后的消时延后预测数据与实际数据的相对误差
			**消时延后预测数据与实际数据的相对误差
[0117]	备份、分析、复现和时间同步能力	数据分析能力	○数据能否对比式、图形化分析 ○数据分析范围：指令与响应；消时延后预测与实测；时延辨识情况；安全性；实时性等
		复现能力	○是否可直观复现远程操控任务执行过程
		时间同步能力	**操作端内部单元间的时间同步精度
		数据备份能力	○是否备份遥测数据 ○是否备份操作指令 ○是否备份异常结果 ○是否备份统计数据 ○是否备份内部单元交互数据 ○是否备份运行过程

[0118] 假定表1中,第j(j=1,2,⋯,S,S是评估能力的总个数,此处S=8)个评估能力包含f(f≥0)项功能性评估项目和g(g≥0)项量化评估项目,用p_{jk}(k=1,2,⋯,f)和q_{jl}(l=1,2,⋯,g)分别表示第j个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的取值,取值方法如下:

[0119]
$$p_{jk} = \begin{cases} 1, & \text{具备或满足第}k(k=1,2,\dots,f)\text{项所述内容,} \\ 0, & \text{否则.} \end{cases} \quad (9)$$

[0120]
$$q_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{第}l(l=1,2,\dots,g)\text{项量化值在其目标范围内,} \\ 0, & \text{否则.} \end{cases} \quad (10)$$

[0121] 基于第i(i=1,2,⋯,R,R是获得的远程操控任务有效数据的总个数)个远程操控任务的有效数据及综合评估项目表1,评估单人单机操作模式,对应的评估结果用E_i¹表示,评估方法如下:

[0122]
$$E_i^1 = \sum_{j=1}^S (\alpha_j^T P_j + \beta_j^T Q_j) \quad (11)$$

[0123] 式中,α_j和β_j分别是第j个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的权重矩阵,分别由其各项评估项目的权重系数α_{jk}(k=1,2,⋯,f)和β_{jl}(l=1,2,⋯,g)组成,α_{jk}和β_{jl}值的大小由其在第j个评估能力的所有评估项目中的相对重要程度决定。

[0124]
$$\alpha_j = [\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jf}]^T \quad (2)$$

[0125]
$$\beta_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jg}]^T \quad (3)$$

[0126] 且, $0 \leq \alpha_{jk}, \beta_{jl} \leq 1; \sum_{k=1}^f \alpha_{jk} + \sum_{l=1}^g \beta_{jl} = 1$ 。

[0127] 式(3)中, P_j 和 Q_j 分别是第j个评估能力的功能性评估项目和量化评估项目的取值矩阵,分别由其各项评估项目的 p_{jk} ($k=1, 2, \dots, f$)和 q_{jl} ($l=1, 2, \dots, g$)组成,即:

[0128] $P_j = [p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jf}]^T$ (4)

[0129] $Q_j = [q_{j1}, q_{j2}, \dots, q_{jg}]^T$ (5)。

[0130] 10402、单人多机操作模式的评估方法:

[0131] 首先仍从10401中所述的8项能力进行评估,其详细的评估能力、评估内容及评估项目仍参照表1,并在表1基础上,增加多项评估内容及评估项目,如表2所示。

[0132] 表2单人多机操作模式评估综合项目增加表。

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
操作模式对远程操控任务的覆盖能力	共享操作能力	○是否具备单人多机共享操作模式
安全保护能力	共享操作权限保护能力	○分时操作多个操作对象时,操作权限可以在不同操作对象进行交替 **可分时操作的操作对象上限数 ○同时操作多个操作对象时,多个操作对象可以响应同一操作 **可同时操作的操作对象上限数
[0133] 时延影响消减能力	时延影响消减、预测、修正能力	**共享交互时延辨识精度
		**共享交互时延消减范围
		**交互时延变化的预测数据与实际数据的相对误差
备份、分析、复现和时间同步能力	数据备份能力	○是否备份共享操作相关数据:包括权限、异常、操作调度、共享时延、共享交互数据、统计数据、运行过程数据
共享操作同步能力	共享操作的时间同步能力	○共享操作对象的时间同步性 **不同操作目标对象收到同一数据的时间差与实测时延的时间差
	共享操作的响应同步	○单人多机操作响应同步性
[0134]	能力	**不同操作对象响应同一操作之间的时间差

[0135] 然后在10401中所述的8项能力基础上,增加1项评估能力:1)共享操作同步能力,增加的多项对应的评估内容及评估项目,如表2所示;同时增加了2项评估能力:1)组的可扩展性;2)组的差异容忍性,用于单操作端远程操控多操作对象的操作端/操作对象组评估,增加的多项对应的评估内容及评估项目,如表3所示。

[0136] 表3单人多机操作模式的组评估综合项目表。

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
[0137] 组的可扩展性	操作对象的扩展性	○操作中时, 可加入新的操作对象 **操作中时, 可加入的操作对象上限数 ○未操作时, 可加入新的操作对象 **未操作时, 可加入的操作对象上限数
	软件的可扩展性	○可扩展其他功能的软件模块
组的差异容忍性	操作对象的差异容忍性	○可容忍多个功能/配置不同的操作对象 **可容忍功能/配置不同的操作对象上限数
	时延的差异容忍性	○可容忍多个时延不同的操作对象 **可容忍操作对象的时延范围
	任务的差异容忍性	○可容忍复杂度不同的远程操控任务 **可容忍远程操控任务的复杂度范围

[0138] 当然,也不排除增加表1、表2及表3之外的任何合理的评估能力、评估内容及评估项目用作评估单操作端远程操控多操作对象的评估能力、评估内容及评估项目。

[0139] 基于第 i ($i=1, 2, \dots, R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数)个远程操控任务的有效数据及增加了评估项目的表2和表3,评估单人多机操作模式,对应的评估结果用 E_i^2 表示,评估方法类似式(3),此处不再赘述。

[0140] 10403、多人单机操作模式的评估方法:

[0141] 对于多操作端远程操控单操作对象(多人单机操作模式),仍从10401中所述的8项能力进行评估,其详细的评估能力、评估内容及评估项目仍参照表1,并在表1基础上,增加多项评估内容及评估项目,如表4所示。

[0142] 表4多人单机操作模式评估综合项目增加表。

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
[0143] 操作模式对远程操控任务的覆盖能力	共享操作能力	○是否具备单人多机共享操作模式 ○是否具备多人单机共享操作模式
安全保护能力	共享操作权限保护能力	○分时操作时,操作权限可以在不同操作端进行交替

[0144]

		<p>**可分时参与操作的操作端上限数</p> <p>○同时操作时，多操作端都具有权限，但权重分配可以不同</p> <p>**可同时参与操作的操作端上限数</p>
自主能力和智能性	智能性	<p>○确定主操作端后，主操作端是否具备划分除主操作端之外的各操作端为辅/观测操作端的能力</p> <p>○主操作端是否具备处理多个操作端同时发来操控请求的能力</p> <p>**主操作端可同时处理操控请求的上限数</p> <p>**可参与操控的操作端上限数</p> <p>**各操作端操控操作对象的操作时间间隔</p> <p>○操作端具备展现其对应的操作对象在相应执行时间的状态</p>
	操控指令处理自主	<p>○操控指令安全性检测自主</p> <p>○对汇聚在主操作端处的来自各操作端的操控指令进行发送处理自主</p> <p>○操作端对操作对象的异常操控指令处理自主</p> <p>○主操作端对多个操作端同时发来操控请求处理自主</p> <p>○主操作端对具有相同执行时间的操控指令发送处理自主</p> <p>○主操作端将操控指令传输至对应操作对象和其他各操作端的自主</p>
	时延影响消减自主	<p>○操作端本地存储的各传输时延维护自主</p>
实时处理能力	遥现场模拟环境实时	<p>**各操作端呈现操作对象当前时刻状态的刷新频率</p>
	传输时延维护实时	<p>**操作端本地存储的与操作对象的传输时延刷新频率</p> <p>**各操作端本地存储的与其他操作端的传输时延刷新频率</p>
通讯能力	信道带宽	<p>**操作端内部单元间通讯信道带宽</p> <p>**操作端与操作对象通讯信道带宽</p> <p>**操作端之间通讯信道带宽</p>
	误码率、丢包率	<p>**操作端内部单元交互误码率、丢包率</p> <p>**操作端与操作对象交互误码率、丢包率</p> <p>**操作端之间交互误码率、丢包率</p>
	码速率	<p>**操作端内部通讯饱和码速率</p> <p>**操作端与操作对象交互的饱和码速率</p> <p>**操作端之间交互饱和码速率</p>
时延影响消减能力	时延影响消减、预测、修正能力	<p>**共享交互时延辨识精度</p> <p>**共享交互时延消减范围</p>

		**交互时延变化的预测数据与实际数据的相对误差
备份、分析、复现和时间同步能力	时间同步能力	**操作端之间的时间同步精度
	数据备份能力	○是否备份共享操作相关数据：包括权限、异常、操作调度、共享时延、共享交互数据、统计数据、运行过程数据
共享操作同步能力	共享操作的时间同步能力	○共享操作端的时间同步性 **不同操作端发出或收到同一数据的时间差与实测时延的时间差
	共享操作的预报同步能力	○多人单机操作预报同步性 **对同一操作事件，不同操作端的预报起始或结束时间差与实测时延的时间差
[0145] 共享操作的差异容忍能力评估	共享操作端的异构性	1. 是否存在交互接口的异构性 2. 是否存在遥操作端架构的异构性 ○操作器功能是否相同 ○操作端组成单元是否相同 ○各个操作端的时延消减策略是否相同 ○操作端功能是否相同 ○操作端运行流程是否相同
	共享操作的任务配置能力	○共享操作端的共享任务离线配置能力是否相同（单人/多人） ○共享操作端的共享任务在线配置能力是否相同（单人/多人）
	共享操作端的配置能力	○共享操作端的遥操作模式离线配置能力是否相同（自主/监视操作模式、宏指令操作模式、预编程操作模式主从操作模式） ○共享操作端的遥操作模式在线配置能力是否相同（自主/监视操作模式、宏指令操作模式、预编程操作模式主从操作模式）
	共享操作对象的配置能力	○共享操作端是否具备相同的任务对象模型及相应离线配置能力 ○共享操作端是否具备相同的任务对象模型及相应在线配置能力

[0146] 然后在10401中所述的8项能力基础上,增加2项评估能力:1) 共享操作同步能力; 2) 共享操作差异容忍能力,增加的多项对应的评估内容及评估项目,如表4所示;同时增加了2项评估能力:1) 组的可扩展性;2) 组的差异容忍性,用于多操作端远程操控单操作对象的操作端/操作对象组评估,增加的多项对应的评估内容及评估项目,如表5所示。

[0147] 表5多人单机操作模式组评估综合项目表。

[0148]	评估能力	评估内容	评估项目及其表征
	组的可扩展性	操作端的扩展能力	○操作中时, 可加入新的操作端

[0149]	组的差异容忍性	软件的可扩展性	**操作中时, 可加入的操作端上限数 ○未操作时, 可加入新的操作端 **未操作时, 可加入的操作端上限数 ○可扩展其他功能的软件模块
		操作端的差异容忍性	○可容忍多个架构异构的操作端 **可容忍架构异构的操作端上限数 ○是否所有操作端都可被指定为主操作端 **确定主操作端后, 可作为辅操作端的上限数 **确定主操作端后, 可作为观测操作端的上限数
	时延的差异容忍性	○可容忍多个时延不同的操作端 **可容忍操作端的时延范围 **可容忍操作端与操作对象之间的时延范围	
	任务的差异容忍性	○可容忍复杂度不同的远程操控任务 **可容忍远程操控任务的复杂度范围	

[0150] 当然,也不排除增加表1、表4及表5之外的任何合理的评估能力、评估内容及评估项目用作评估多操作端远程操控单操作对象的评估能力、评估内容及评估项目。

[0151] 基于第*i* ($i=1, 2, \dots, R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数)个远程操控任务的有效数据及增加了评估项目的表4和表5,评估多人单机操作模式,对应的评估结果用 E_i^3 表示,评估方法类似式(3),此处不再赘述。

[0152] 10404、多人多机操作模式的评估方法:

[0153] 对于多操作端远程操控多操作对象(多人多机操作模式),仍从10401中所述的8项能力进行评估,其详细的评估能力、评估内容及评估项目仍参照表1,并在表1基础上,增加多项评估内容及评估项目,如表6所示。

[0154] 表6多人多机操作模式评估综合项目增加表。

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
[0155]	操作模式对远程操控任务的覆盖能力	○是否具备单人多机共享操作模式 ○是否具备多人单机共享操作模式 ○是否具备多人多机共享操作模式
	安全保护能力	共享操作权限保护能力 1. 多人单机共享权限 ○分时操作时,操作权限可以在不同操作端进行交替 **可分时参与操作的操作端上限数 ○同时操作时,多操作端都具有权限,但权重分配可以不同 **可同时参与操作的操作端上限数 2. 多人多机共享权限

[0156]

		<p>○分时操作时,同一时刻有且仅有一个操作对象处于被操作状态,其对应的操作端具有操作权限,其他操作端只有监视权限 **可分时参与操作的操作端上限数</p> <p>○同时操作时,同一时刻可以有多个操作对象处于被操作状态,但操作端可以对不属于本身操作目标的对象提出紧急操作申请并获得急停权限 **可同时操作的操作对象上限数</p>
自主能力和智能性	智能性	<p>○确定主操作端后,主操作端是否具备划分除主操作端之外的各操作端为辅/观测操作端的能力</p> <p>○主操作端是否具备处理多个操作端同时发来操控请求的能力 **主操作端可同时处理操控请求的上限数 **可参与操控的操作端上限数 **各操作端操控操作对象的操作时间间隔</p> <p>○操作端具备展现其对应的操作对象在相应执行时间的状态</p> <p>○操作端对操作对象的在线状态修正自主</p>
	操控指令处理自主	<p>○操控指令安全性检测自主</p> <p>○操作端对来自中间服务节点的各操作对象的状态接收自主</p> <p>○操作端对各操作对象的在线状态构建自主</p> <p>○操作端对其对应操作对象隔离区域设置自主</p> <p>○对汇聚在主操作端处的来自各操作端的操控指令进行发送处理自主</p> <p>○操作端对操作对象的异常操控指令处理自主</p> <p>○主操作端对多个操作端同时发来操控请求处理自主</p> <p>○主操作端对具有相同执行时间的操控指令发送处理自主</p> <p>○主操作端将操控指令传输至对应操作对象和其他各操作端的自主</p>
	时延影响消减自主	<p>○操作端本地存储的各传输时延维护自主</p>
实时处理能力	遥现场模拟环境实时	<p>**各操作端呈现操作对象当前时刻状态的刷新频率</p>
	传输时延维护实时	<p>**各操作端本地存储的与其对应的操作对象的传输时延刷新频率</p>

[0157]

		**各操作端本地存储的与其他操作端的传输时延刷新频率
		**交互时延变化的预测数据与实际数据的相对误差
通讯能力	信道带宽	**操作端内部单元间通讯信道带宽 **操作端与操作对象通讯信道带宽 **操作端之间通讯信道带宽
	误码率、丢包率	**操作端内部单元交互误码率、丢包率 **操作端与操作对象交互误码率、丢包率 **操作端之间交互误码率、丢包率
	码速率	**操作端内部通讯饱和码速率 **操作端与操作对象交互的饱和码速率 **操作端之间交互饱和码速率
时延影响消减能力	时延影响消减、预测、修正能力	**共享交互时延辨识精度
	共享操作的预报同步能力	**共享交互时延消减范围
	共享操作的响应同步能力	**交互时延变化的预测数据与实际数据的相对误差
备份、分析、复现和时间同步能力	时间同步能力	**操作端之间的时间同步精度 **操作端与操作对象之间的时间同步精度
	数据备份能力	○是否备份共享操作相关数据：包括权限、异常、操作调度、共享时延、共享交互数据、统计数据、运行过程数据
共享操作同步能力	共享操作的时间同步能力	○共享操作端的时间同步性 **不同操作端发出或收到同一数据的时间差与实测时延的时间差 ○共享操作对象的时间同步性 **不同操作目标对象由到同一数据的时间差与实测时延的时间差
	共享操作的预报同步能力	○多人单机操作预报同步性 **对同一操作事件，不同操作端的预报起始或结束时间差与实测时延的时间差 ○多人多机操作预报同步性 **对同一操作事件，不同操作端的预报起始或结束时间差与实测时延的时间差
	共享操作的响应同步能力	○单人多机操作响应同步性 **不同对象响应同一操作之间的时间差 ○多人多机操作响应同步性 **不同对象响应同一时间要求的不同操作之间的时间差
共享操作的差异容忍能力评估	共享操作端的异构性	1. 是否存在交互接口的异构性 2. 是否存在遥操作端架构的异构性 ○操作器功能是否相同 ○操作端组成单元是否相同

[0158]		<input type="checkbox"/> 各个操作端的时延消减策略是否相同 <input type="checkbox"/> 操作端功能是否相同 <input type="checkbox"/> 操作端运行流程是否相同
	共享操作的任务配置能力	<input type="checkbox"/> 共享操作端的共享任务离线配置能力是否相同（单人/多人，单机/多机） <input type="checkbox"/> 共享操作端的共享任务在线配置能力是否相同（单人/多人，单机/多机）
	共享操作端的配置能力	<input type="checkbox"/> 共享操作端的遥操作模式离线配置能力是否相同（自主/监视操作模式、宏指令操作模式、预编程操作模式主从操作模式） <input type="checkbox"/> 共享操作端的遥操作模式在线配置能力是否相同（自主/监视操作模式、宏指令操作模式、预编程操作模式主从操作模式）
	共享操作对象的配置能力	<input type="checkbox"/> 共享操作端是否具备相同的任务对象模型及相应离线配置能力 <input type="checkbox"/> 共享操作端是否具备相同的任务对象模型及相应在线配置能力

[0159] 然后在10401中所述的8项能力基础上，增加2项评估能力：1) 共享操作同步能力；2) 共享操作差异容忍能力，增加的多项对应的评估内容及评估项目，如表6所示；增加了2项评估能力：1) 组的可扩展性；2) 组的差异容忍性，用于多操作端远程操控多操作对象的操作端/操作对象组评估，增加的多项对应的评估内容及评估项目，如表7所示；同时增加了3项评估能力：1) 自主能力和智能性；2) 实时处理能力；3) 同步能力，用于评估多操作端远程操控多操作对象的中间服务节点，增加的多项对应的评估内容及评估项目，如表8所示。当然，也不排除增加表1、表6、表7及表8之外的任何合理的评估能力、评估内容及评估项目用作评估多操作端远程操控多操作对象的评估能力、评估内容及评估项目。

[0160] 表7多人多机操作模式组的评估综合项目表。

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
[0161] 组的可扩展性	操作端及操作对象的扩展能力	<input type="checkbox"/> 操作中时，可加入新的操作端 **操作中时，可加入的操作端上限数 <input type="checkbox"/> 操作中时，可加入新的操作对象 **操作中时，可加入的操作对象上限数 <input type="checkbox"/> 未操作时，可加入新的操作端 **未操作时，可加入的操作端上限数 <input type="checkbox"/> 未操作时，可加入新的操作对象 **未操作时，可加入的操作对象上限数
	软件的可扩展性	<input type="checkbox"/> 可扩展其他功能的软件模块
组的差异容忍	操作端的差异容忍性	<input type="checkbox"/> 可容忍多个架构异构的操作端

[0162]	性	**可容忍架构异构的操作端上限数 ○是否所有操作端都可被指定为主操作端 **确定主操作端后,可作为辅操作端的上限数 **确定主操作端后,可作为观测操作端的上限数
	操作对象的差异容忍性	○可容忍多个功能/配置不同的操作对象 **可容忍功能/配置不同的操作对象上限数
	时延的差异容忍性	○可容忍多个时延不同的操作端 **可容忍操作端之间的时延范围 ○可容忍多个时延不同的操作对象 **可容忍操作端与操作对象之间的时延范围
	任务的差异容忍性	○可容忍复杂度不同的远程操控任务 **可容忍远程操控任务的复杂度范围

[0163] 表8多人多机操作模式的中间服务节点评估综合项目表。

评估能力	评估内容	评估项目及其表征
[0164] 自主能力和智能性	多操作对象/任务的支持能力	○对操作端和操作对象组划分能力 **组划分时,操作端的上限数 **组划分时,操作对象的上限数
	操控状态判断、接收、发送自主	○操作端操控状态判断自主(未操控或操控中) ○操作对象操控状态判断自主(未被操控或被操控中) ○向被授予远程操控权限的操作端发送各操作端和/或各操作对象的操控状态自主 ○对来自操作端/操作对象的状态接收自主 ○对接收来自操作端/操作对象的状态存储/替换自主 ○向各操作端发送状态信息自主
	操控请求响应、发送自主	○对来自操作端的远程操控请求响应自主 ○对操作端的远程操控请求允许发送自主
	传输时延监测与维护自主	○中间服务节点与各操作端之间的传输时延监测自主 ○中间服务节点与各操作端之间的传输时延维护自主
实时处理能力	操控状态判断、接收、发送实时性	**操作端操控状态判断(未操控或操控中)刷新频率

[0165]		**操作对象操控状态判断(未被操控或被操控中)刷新频率 **向被授予远程操控权限的操作端发送各操作端和/或各操作对象的操控状态的时刻与各操作端和/或各操作对象的接收时刻的平均时间差 **对来自操作端/操作对象的状态接收的平均时间消耗 **对接收来自操作端/操作对象的状态存储/替换刷新频率 **向各操作端发送状态信息的平均时间消耗
	操控请求响应、发送实时性	**对来自操作端的远程操控请求响应平均时间消耗 **对操作端的远程操控请求允许发送平均时间消耗
	传输时延维护实时	**中间服务节点本地存储的传输时延维护刷新频率
同步能力	时间同步能力	○中间服务节点的时间同步性 **中间服务节点收到操作端发出数据时间差与实测时延的时间差
	响应同步能力	○中间服务节点的响应同步性 **响应同一操作端的同一时间的不同远程操控请求的时间差 **响应不同操作端的同一时间的不同远程操控请求的时间差

[0166] 基于第*i* ($i = 1, 2, \dots, R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数)个远程操控任务的有效数据及增加了评估项目的表7、表7和表8,评估多人多机操作模式,对应的评估结果用 E_i^4 表示,评估方法类似式(3),此处不再赘述。

[0167] 10405、分组评估。按上述4种方式的评估方法,完成各方式组评估,得到各组评估结果数据。

[0168] 对于上述评估,还可以重复步骤102、103、104。针对位于同地/异地的时延环境不同的 M ($M > 1$)个操作端远程操控分布在同地/异地的同构/异构的 N ($N > 1$)个操作对象,从其已有计划任务列表中,再次载入一项不同于步骤101的远程操控任务,并重复步骤102、103、104。

[0169] 当然,也不排除不载入新的远程操控任务的情况,仍针对步骤101中载入的远程操控任务,由于操作人员的不同、操作流程的不同等原因,导致完成相同的远程操控任务获得不同的任务数据,该任务数据是有效的,可用于重复步骤102、103、104;也不排除如下情况,即载入一项远程操控任务,完成步骤102、103、104获取一个远程操控任务有效数据后,不进行本步而直接进行步骤105。

[0170] 105、获取对每个所述分组评估后的有效数据,根据所述有效数据评估多操作端远程操控多操作对象的综合能力。

[0171] 多操作端远程操控多操作对象的综合能力评估结果用 E_R 表示,评估方法如下:

$$[0172] \quad E_R = \sum_{i=1}^R c_i G_i E_i \quad (1)$$

[0173] 式中, c_i ($0 \leq c_i \leq 1$) 是第 i ($i=1, 2, \dots, R$, R 是获得的远程操控任务有效数据的总个数) 个远程操控任务的任务复杂度系数,反应远程操控任务的复杂度。当然,不排除使用其他任务复杂度系数取值范围,也不排除采用其他取值方法来反应远程操控任务的复杂度。 G_i 是第 i 个远程操控任务的分组系数矩阵, E_i 是第 i 次个远程操控任务的分组评估结果矩阵,且

$$[0174] \quad G_i = \begin{bmatrix} \frac{w_i}{v_i}, \frac{x_i}{v_i}, \frac{y_i}{v_i}, \frac{z_i}{v_i} \end{bmatrix} \quad (2);$$

$$[0175] \quad E_i = [E_i^1, E_i^2, E_i^3, E_i^4]^T \quad (3)。$$

[0176] 执行完上述5步后,确定多操作端远程操控多操作对象的综合能力评估结果,该评估结果可以以统计报表的形式生成,如文档、表格或图片等形式,如Word文档或Excel表格等。

[0177] 106、显示所述评估结果。

[0178] 评估结果可以通过以下方式中的一种进行显示:文档、表格或图片。当然,对于分组任务完成情况的评估同样也可以通过以上方式直接显示,以便于对评估过程的监测和调控。

[0179] 本发明实施例提供的多操作端远程操控多操作对象的评估方法,通过获取至少一个远程操控任务,根据该任务中操作端与操作对象的数量对其进行分组形成四种形式的任务组,并对每个任务组的完成数据进行评估,根据该评估结果最终对多操作端远程操控多操作对象的综合能力进行评估,通过该方法能够定性了解多操作端远程操控多操作对象的功能完备性,定量分析多操作端远程操控多操作对象的应用有效性,对复杂系统和多操作对象实现协同远程操作的整体设计与研制具有指导作用。

[0180] 上述主要从远程操控方法的角度对本发明实施例的方案进行了介绍。可以理解的是,远程操控系统等为了实现上述功能,其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,本发明能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0181] 本发明实施例可以根据上述方法示例对多操作端远程操控多操作方法的系统等进行功能单元的划分,例如,可以对应各个功能划分各个功能单元,也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。需要说明的是,本发明实施例中对单元的划分是示意性的,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。

[0182] 在采用集成的单元的情况下,图2为本发明实施例提供的一种远程操控系统的评估系统的模块框图,具体包括:

[0183] 信息数据采集模块,用于获取至少一项远程操控任务完成情况的数据信息,其中远程操控任务包括操作端远程控制操作对象的任务执行;

[0184] 第一数据处理模块,用于对获取的所述数据信息根据预先植入的评估方法进行评估,并得出分组评估结果;

[0185] 第二数据处理模块,用于获取多个所述分组评估结果的有效数据,并对多操作端远程操控多操作对象的综合能力进行评估;

[0186] 结果显示模块,用于显示远程操控任务完成的综合能力的评估结果。

[0187] 还包括:

[0188] 任务请求模块,用于发出远程操控任务请求,并将反馈信息发送给所述数据信息采集模块;

[0189] 任务许可模块,用于接收所述远程操控任务请求,并判别是否许可该任务请求,并将许可结果反馈给所述任务请求模块。

[0190] 还包括:分组模块,用于对远程操控任务中的多个操作端和多个操作对象进行分组,根据远程操控任务的映射关系划分成不同的任务方式组。

[0191] 对于不同的任务方式组,通过不同的分析模块对其任务完成的数据进行分析,具体包括:

[0192] 第一分析模块,用于对一个操作端远程操控一个操作对象的任务执行结果进行分析;

[0193] 第二分析模块,用于对一个操作端远程操控多个操作对象的任务执行结果进行分析;

[0194] 第三分析模块,用于对多个操作端远程操控一个操作对象的任务执行结果进行分析;

[0195] 第四分析模块,用于对多个操作端远程操控多个操作对象的任务执行结果进行分析。

[0196] 对于分组评估结果的数据有效性,通过校对模块来对所述第一数据处理模块得到的评估结果进行数据有效性分析、确认。最终的综合能力评估结果通过文档、表格或图片显示。

[0197] 本发明实施例提供的用于评估远程操控的系统,可作为如图1所示远程操控的评估方法的执行主体,执行图1所示方法的各个步骤,进而实现图1所示方法的技术效果,为简洁描述,可参照上述对图1的相关描述,在此不作赘述。

[0198] 专业人员应该还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0199] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以用硬件、处理器执行的

软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0200] 以上,虽然说明了本发明的几个实施方式,但是这些实施方式只是作为例子提出的,并非用于限定本发明的范围。对于这些新的实施方式,能够以其他各种方式进行实施,在不脱离本发明的要旨的范围内,能够进行各种省略、置换、及变更。这些实施方式和其变形,包含于本发明的范围和要旨中的同时,也包含于权利要求书中记载的发明及其均等范围内。

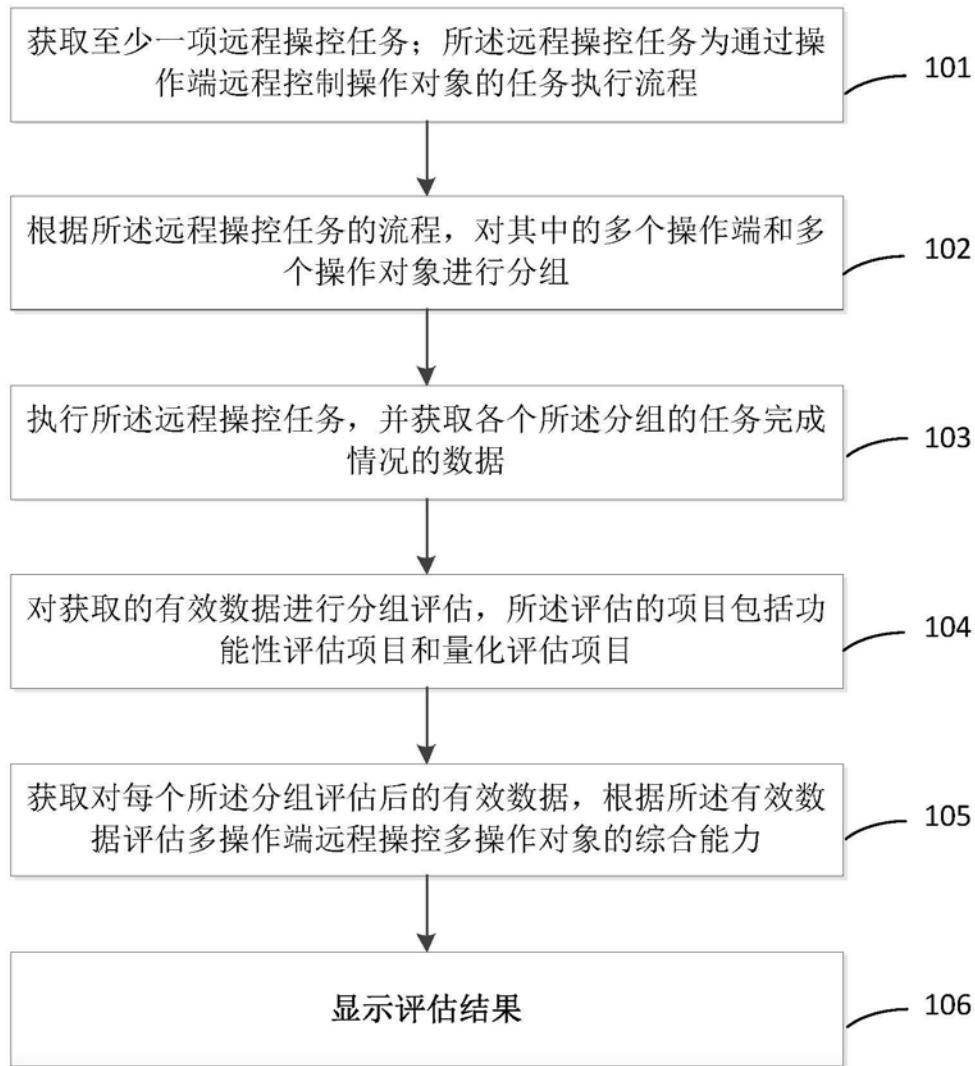


图1

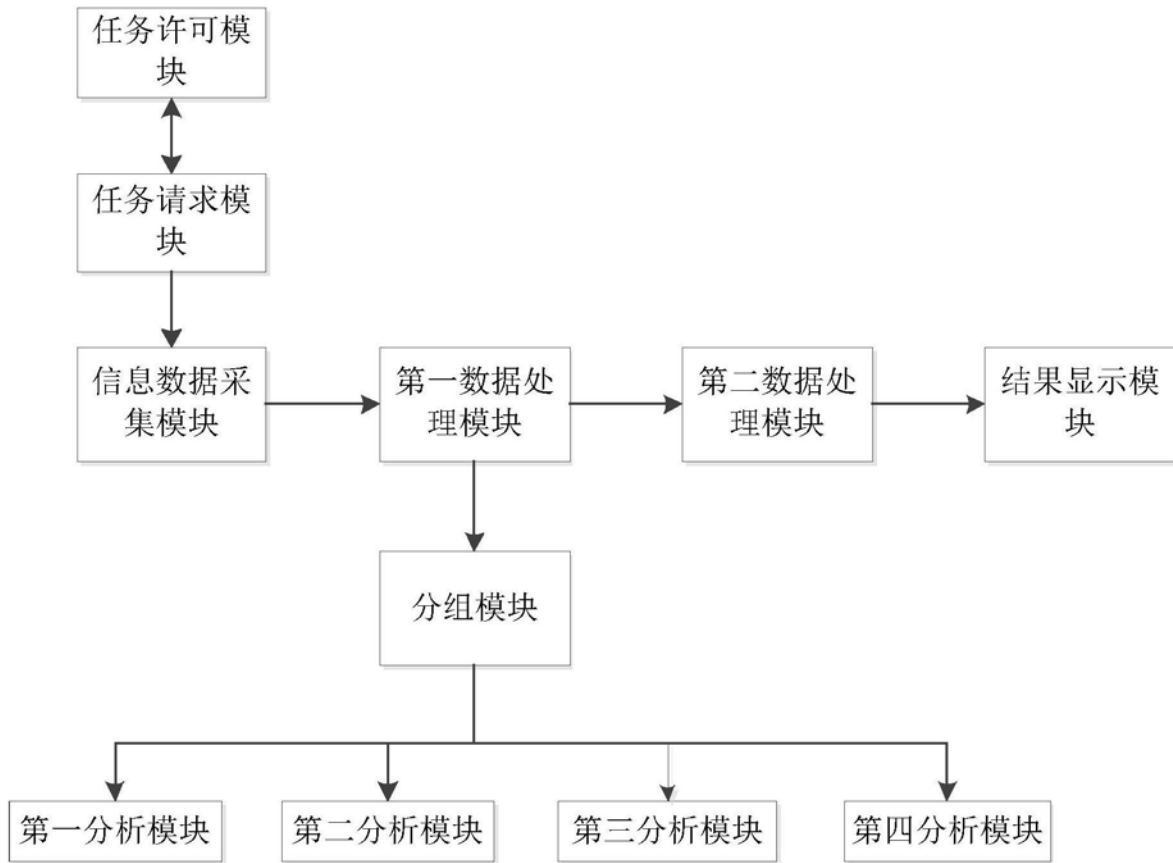


图2