

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2023年4月6日 (06.04.2023)

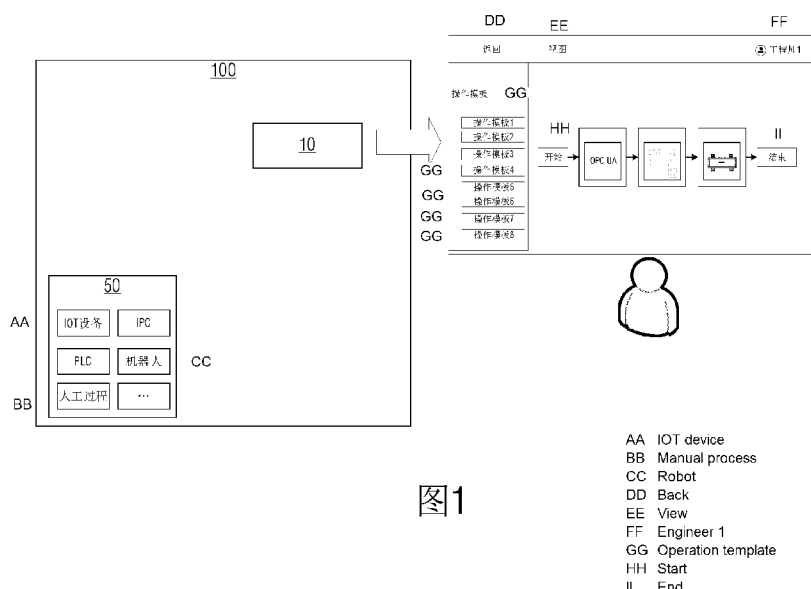


(10) 国际公布号  
**WO 2023/050408 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**G06F 8/20** (2018.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/122421
- (22) 国际申请日: 2021年9月30日 (30.09.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 西门子股份公司 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) [DE/DE]; 德国慕尼黑维尔纳-冯-西门子-街1号, München 80333 (DE)。
- (71) 申请人 (仅对LC): 西门子 (中国) 有限公司 (SIEMENS LTD., CHINA) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。
- (72) 发明人: 廖亮 (LIAO, Liang); 中国北京市丰台区风荷曲苑18-606, Beijing 100073 (CN)。周振华 (ZHOU, Zhenhua); 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。朱晓洵 (ZHU, Xiaoxun); 中国北京市朝阳区望京中环南路7号, Beijing 100102 (CN)。翁畅维 (WENG, Changwei); 中国江苏省南京市江宁区开发区掘淮街37号, Jiangsu 211100 (CN)。
- (74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: OT DOMAIN LOW-CODE DEVELOPMENT METHOD AND PLATFORM, AND COMPUTER-READABLE MEDIUM

(54) 发明名称: OT域低代码开发方法、平台和计算机可读介质



(57) Abstract: The embodiments of the present invention relate to OT domain low-code development technology, and in particular to an OT domain low-code development platform and method, and a computer-readable medium. The method comprises: an OT domain low-code development tool 10 receiving an instruction input by a user on a graphical user interface, so as to generate an OT domain workflow, wherein the OT domain workflow is used for defining an operation to be executed by a work unit in an OT domain; determining, according to the instruction, functional blocks comprised in the OT domain workflow and the mutual relationships between

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

the functional blocks, wherein for each OT device in the work unit, an operation to be executed by the OT device is defined by a functional block, the functional block is an instance of an operation template (50) of the category to which the OT device belongs, and the operation template (50) pre-defines an operation which can be executed by the OT device of said category; and generating the OT domain workflow according to the determined functional blocks and the determined mutual relationships between the functional blocks.

(57) 摘要: 本发明实施例涉及OT域低代码开发技术, 尤其涉及一种OT域低代码开发平台、方法和计算机可读介质。其中, OT域低代码开发工具10接收用户在图形用户界面上输入的指令以生成一个OT域 workflow, 所述OT域 workflow用于定义OT域中一个工作单元要执行的操作, 根据所述指令确定所述OT域 workflow中所包括的各个功能块和功能块之间的相互关系, 其中, 对于所述工作单元中的每一个OT设备, 该OT设备要执行的操作由功能块定义, 功能块是该OT设备所属类别的操作模板(50)的实例, 所述操作模板(50)预先定义该类OT设备能够执行的操作, 以及按照确定的各个功能块和功能块之间的相互关系, 生成所述OT域 workflow。

## OT 域低代码开发方法、平台和计算机可读介质

### 技术领域

本发明实施例涉及 OT 域低代码开发技术，尤其涉及一种 OT 域低代码开发方法、平台和计算机可读介质。

### 背景技术

目前，市场上存在诸多 IT 低代码开发工具或平台。其中，部分工具或平台针对物联网的使用场景，面向有经验的 IT 工程师，而 OT 工程师和初级 IT 工程师则难以理解其范式。而另一些工具或平台更适用于 IT 域低代码开发的使用场景，不能很好地适用于 OT 域。

因此，急需适用于 OT 域的低代码开发方案。

### 发明内容

本发明实施例提供一种 OT 域低代码开发方法、平台和计算机可读介质。预先定义各类 OT 设备能够执行的操作模板，通过将模板实例化为功能块并进而组合成 OT 域 workflow，从而更加适用于 OT 域的代码开发，并且提供图形用户界面供用户输入指令，以生成各个功能块并基于功能块之间的关系最终形成 OT 域 workflow，实现了低代码开发。

第一方面，提供一种 OT 域低代码开发方法，该方法可由 OT 域低代码开发平台执行。该平台中的 OT 域低代码开发工具接收用户在图形用户界面上输入的指令，所述指令用于生成一个 OT 域 workflow，根据所述指令确定所述 OT 域 workflow 中所包括的各个功能块和功能块之间的相互关系，并按照确定的各个功能块和功能块之间的相互关系，生成所述 OT 域 workflow。其中，对于所述工作单元中的每一个 OT 设备，该 OT 设备要执行的操作由功能块定义，功能块是该 OT 设备所属类别的操作模板的实例，所述操作模板预先定义该类 OT 设备能够执行的操作；所述 OT 域 workflow 用于定义 OT 域中一个工作单元要执行的操作，其中，所述工作单元的主控制器连接所述工作单元中的各 OT 设备，以控制各 OT 设备按照所述 OT 域 workflow 的定义完成所述工作单元要执行的操作。

第二方面，提供一种 OT 域低代码开发平台，包括用于执行第一方面提供的方法中各步骤的组成部分。

第三方面，提供一种 OT 域低代码开发平台，包括：至少一个存储器，被配置为存储计算机可读代码；至少一个处理器，被配置为调用所述计算机可读代码，执行第一方面提供的

方法中各步骤。

第四方面，提供一种计算机可读介质，所述计算机可读介质上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令在被处理器执行时，使所述处理器执行第一方面提供的方法中各步骤。

第五方面，提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品被有形地存储在计算机可读介质上并且包括计算机可读指令，所述计算机可读指令在被执行时使至少一个处理器执行第一方面提供的方法中各步骤。

对于上述任一方面，可选地，所述 OT 域低代码开发工具还将所述 OT 域 workflow 部署到所述工作单元的主控制器的运行时上，以使得连接到该主控制器上的所述工作单元中的各个 OT 设备按照所述 OT 域 workflow 执行操作。这样，实现了 OT 域 workflow 控制工作单元操作的目的。

对于上述任一方面，可选地，OT 域低代码开发平台还包括一个 OT 域微服务生成器，其基于所述 OT 域 workflow 生成一个微服务，以使得 IT 域代码开发工具实现 IT 设备通过一个数据平台调用所述微服务而触发所述工作单元的主控制器的运行时执行所述 OT 域 workflow。这样，通过数据平台，IT 设备可以调用基于 OT 域 workflow 生成的微服务，从而触发 OT 工作流的执行，实现了 IT 域和 OT 域的融合。

对于上述任一方面，可选地，所述 OT 域微服务生成器或一个第三方装置在所述数据平台上注册所述微服务，以使得所述 IT 域代码开发工具实现 IT 设备通过所述数据平台发现已连接的所述微服务。当微服务的数量较多时，通过在数据平台上注册微服务，从而实现 IT 设备可以发现已连接的微服务，更加有效地实现了 IT 设备对微服务的调用，加强了 OT 域和 IT 域的融合。

对于上述任一方面，可选地，所述 OT 域微服务生成器基于所述 OT 域 workflow 生成所述微服务的 API，其中，所述 API 中的处理过程包括所述 OT 域 workflow 中各个功能块的操作，所述 API 的输入参数为所述 OT 域 workflow 的输入端口获取的参数，所述 API 的输出参数为所述 OT 域 workflow 的输出端口输出的参数。这里，提供了基于 OT 域 workflow 生成微服务的具体方案，实现了基于功能块的 OT 域 workflow 向微服务的自动转换。

对于上述任一方面，可选地，所述操作模板遵循与所述主控制器的运行时交互的信息模型。这样，实现了 OT 域 workflow 与各种主控制器的兼容，使得主控制器的运行时能够正确解析 OT 域 workflow 想要实现的操作，从而实现了工作单元操作的完成。

## 附图说明

图 1~图 4 为本发明各实施例提供的 OT 域低代码开发平台的示意图。

图 5 为本发明实施例提供的 OT 域低代码开发方法的流程图。

图 6 为本发明实施例提供的 OT 域低代码开发平台硬件实现的示意图。

附图标记列表：

100：OT 域低代码开发平台

10：OT 域低代码开发工具

20：OT 域微服务生成器

30：工作单元的主控制器上的运行时

40：微服务

50：操作模板

60：第三方装置

200：数据平台

300：IT 域的代码开发平台

301：IT 域的代码开发工具

101：至少一个存储器

102：至少一个处理器

103：通信接口

11：OT 域低代码开发程序

500：本发明实施例提供的 OT 域低代码开发方法

S501~S506：方法 500 的步骤

## 具体实施方式

现在将参考示例实施方式讨论本文描述的主题。应该理解，讨论这些实施方式只是为了使得本领域技术人员能够更好地理解从而实现本文描述的主题，并非是对权利要求书中所阐述的保护范围、适用性或者示例的限制。可以在不脱离本发明实施例内容的保护范围的情况下，对所讨论的元素的功能和排列进行改变。各个示例可以根据需要，省略、替代或者添加各种过程或组件。例如，所描述的方法可以按照与所描述的顺序不同的顺序来执行，以及各个步骤可以被添加、省略或者组合。另外，相对一些示例所描述的特征在其它例子中也可以进行组合。

如本文中使用的，术语“包括”及其变型表示开放的术语，含义是“包括但不限于”。术语“基于”表示“至少部分地基于”。术语“一个实施例”和“一实施例”表示“至少一个实施例”。术语“另一个实施例”表示“至少一个其他实施例”。术语“第一”、“第二”等可以指代不同的或相同的对象。下面可以包括其他的定义，无论是明确的还是隐含的。除非上下文中明确地指明，否则一个术语的定义在整个说明书中是一致的。

下面结合附图对本发明实施例进行详细说明。

图 1 示出了本发明实施例提供的一种 OT 域低代码开发平台 100，该平台 100 用于实现 OT 域的低代码开发。

根据 Gartner 的定义，运营技术（Operational Technology，OT）集合了硬件和软件，通过直接地监视和/或控制物理设备（称为 OT 设备），检测或触发企业中过程的变化或发生的事件。OT 利用计算机监视或改变诸如工业控制系统（Industrial Control System，ICS）的物理状态。其中，工业控制系统是基于计算机实现的设施、系统和设备，用于远程监视和/或控制关键的工业过程，实现物理功能。“OT”这个词的叫法用于将工业控制系统和传统的信息技术（Information Technology，IT）系统在技术实现和功能上加以区分。

如前所述，目前还没有一种适用于 OT 域的低代码开发工具和平台。图 1 所示的平台 100 中，由于预先定义了各类 OT 设备能够执行操作的操作模板 50（可视为提供了 OT 域的能力），可以方便且快捷地基于操作模板 50 生成各个功能块，进而组装成 OT 域 workflow，从而实现了适用于 OT 域的低代码开发。开发工程师无需对各类 OT 设备有深入的理解，即能实现 OT 域开发。这里，OT 设备可包括但不限于：物联网（Internet of Things，IoT）设备、可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller，PLC）、机器人（Robotics）、人工过程（Manual Process）、工控机（Industrial Personal Computer，IPC）等。

并且，提出了“工作单元”的概念，使得开发更贴近于一个相对完整和独立的控制流程和操作，更符合工业控制的特点，提高了开发的集成度，降低了开发的复杂度。这里，可以根据实际的工业场景定义工作单元，比如：生产线上的一个工位对应一个工作单元等，不同的工作单元的工艺流程不同。

具体地，如图 1 所示，OT 域低代码开发平台 100 可包括：

一个 OT 域低代码开发工具 10，该 OT 域低代码开发工具 10 可被配置为：

- 接收用户在图形用户界面上输入的指令，指令用于生成一个 OT 域 workflow，OT 域 workflow 用于定义 OT 域中一个工作单元要执行的操作，其中，工作单元的主控制器连接工作单元中的各 OT 设备，以控制各 OT 设备按照 OT 域 workflow 的定义完成工作单元要执行的操作；

- 根据指令确定 OT 域 workflow 中所包括的各个功能块和功能块之间的相互关系，其中，对于工作单元中的每一个 OT 设备，该 OT 设备要执行的操作由功能块定义，功能块是该 OT 设备所属类别的操作模板 50 的实例，操作模板 50 预先定义该类 OT 设备能够执行的操作，以及

- 按照确定的各个功能块和功能块之间的相互关系，生成 OT 域 workflow。

其中，各类 OT 设备能执行的操作的操作模板 50 可以图标的形式列举在图形用户界面上，

用户可通过选择、拖拽图标到画布上的方式来确定 OT 设备需要执行的操作，并且可通过设置操作的具体参数来进一步设置精确的操作。用户选择操作模板 50、拖拽操作模板 50、设置操作的参数等均可视为用户在图形用户界面上输入的指令。OT 域低代码开发工具 10 在接收到该指令后，按照指令获取操作模板 50 的信息，并生成操作模板 50 的实例（在操作模板 50 实例化的过程中，达到精确设置 OT 设备操作的目的）。通常一个工作单元要执行的操作，即 OT 域 workflows 中定义的操作不止一项，因此通常要包括多个功能块，按照操作的顺序和相互关系，确定 OT 域 workflows 中包括的各个功能块和功能块之间的相互关系，并据此生成 OT 域 workflows。

进一步地，如图 2 所示，OT 域低代码开发平台 100 还可包括上述工作单元的主控制器的运行时 30。OT 域低代码开发工具 10 可将生成的 OT 域 workflows 部署到工作单元的主控制器的运行时 30 上，以使得连接到该主控制器上的该工作单元中的各个 OT 设备按照 OT 域 workflows 执行操作。

图 1 和图 2 所示的 OT 域低代码开发平台 100 的组成仅涉及 OT 域。但 IT 域与 OT 域融合对于企业数字化转型已经变得越来越重要。需要实现的是企业如何采用一种易懂且非 IT 编程的方式来控制 OT 域的流程。图 3 所示的 OT 域低代码开发平台 100 解决了如何通过 IT 域的代码开发平台 300 来控制 OT 域的流程。如图 3 所示，OT 域低代码开发平台 100 在图 2 所示的结构基础上，还可进一步包括一个 OT 域微服务生成器 20，其可基于 OT 域 workflows 生成微服务 40。这样，IT 域代码开发工具 301 即可通过编程实现 IT 设备通过一个数据平台 200 调用微服务 40 而触发工作单元的主控制器的运行时 30 执行 OT 域 workflows。从而实现了 IT 域的代码开发平台 300 对 OT 域流程的控制，即实现了 IT 域和 OT 域的融合。这里，微服务 40 是 OT 域微服务生成器 20 基于 OT 域 workflows 自动生成的，无需 IT 域的代码开发工具 301 理解 OT 域 workflows 的细节，仅需获取微服务 40 的标识（比如：名称）和 IP 地址即可，无需 IT 域的开发人员了解 OT 域设备和控制流程，容易实现和理解。这里，IT 设备可包括但不限于：制造运营管理（Manufacturing Operation Management, MOM）系统、制造执行系统（manufacturing execution system, MES）、企业资源计划（Enterprise Resource Planning, ERP）系统、企业服务总线（Enterprise Service Bus, ERP）、产品生命周期管理（Product Lifecycle Management, PLM）系统等。

若要实现 IT 域能够调用微服务 40，则需要 IT 域能够获取微服务 40 的信息。可实现的方式包括但不限于以下两种：

方式一、

在方式一中，OT 域的代码开发人员可将生成的各微服务 40 的名称和 IP 地址通知 IT 域

的代码开发人员，这样，IT 域的代码开发人员在开发过程中可直接将各微服务 40 的信息写入代码中，从而实现 IT 设备对微服务 40 的调用。方式一比较适合微服务数量较少的场景。

方式二、

在方式二中，可采用注册、发现机制。其中，可在数据平台 200 上注册各微服务 40，这样 IT 域代码开发工具 301 则可通过代码开发实现 IT 域设备通过数据平台 200 发现已连接的微服务 40。而完成微服务 40 注册的装置可以使 OT 域微服务生成器 20 或一个第三方装置 60（如图 4 所示）。该第三方装置 60 可以视为 OT 域低代码开发平台 100 的一部分，或者在数据平台 200 中实现。方式二比较适合微服务数量较多的场景。

可选地，OT 域微服务生成器 20 可基于 OT 域 workflow 生成微服务 40 的 API，其中，API 中的处理过程可包括 OT 域 workflow 中各个功能块的操作，API 的输入参数为 OT 域 workflow 的输入端口获取的参数，API 的输出参数为 OT 域 workflow 的输出端口输出的参数。

可选地，上述操作模板 50 遵循与主控制器的运行时 30 交互的信息模型。这样，实现了 OT 域 workflow 与各种 OT 设备的主控制器之间的通信的标准化。

图 5 为本发明实施例提供的 OT 域低代码开发方法 500 的流程图，方法 500 可由 OT 域低代码开发平台 100 实现，可包括如下步骤：

S501：OT 域低代码开发工具 10 接收用户在图形用户界面上输入的指令，指令用于生成一个 OT 域 workflow，OT 域 workflow 用于定义 OT 域中一个工作单元要执行的操作，其中，工作单元的主控制器连接工作单元中的各 OT 设备，以控制各 OT 设备按照 OT 域 workflow 的定义完成工作单元要执行的操作；

S502：OT 域低代码开发工具 10 根据指令确定 OT 域 workflow 中所包括的各个功能块和功能块之间的相互关系，其中，对于工作单元中的每一个 OT 设备，该 OT 设备要执行的操作由功能块定义，功能块是该 OT 设备所属类别的操作模板 50 的实例，操作模板 50 预先定义该类 OT 设备能够执行的操作；

S503：OT 域低代码开发工具 20 按照确定的各个功能块和功能块之间的相互关系，生成 OT 域 workflow。

S504：OT 域低代码开发工具 10 将 OT 域 workflow 部署到工作单元的主控制器的运行时 30 上，以使得连接到该主控制器上的工作单元中的各个 OT 设备按照 OT 域 workflow 执行操作。

S505：OT 域微服务生成器 20 基于 OT 域 workflow 生成一个微服务 40，以使得 IT 域代码开发工具 301 实现 IT 域的设备通过一个数据平台 200 调用微服务 40 而触发工作单元的主控制器的运行时 30 执行 OT 域 workflow。具体地，OT 域微服务生成器 20 可基于 OT 域 workflow 生

成微服务 40 的 API, 其中, API 中的处理过程包括 OT 域 workflows 中各个功能块的操作, API 的输入参数为 OT 域 workflows 的输入端口获取的参数, API 的输出参数为 OT 域 workflows 的输出端口输出的参数。

S506: OT 域微服务生成器 20 或一个第三方装置 60 在数据平台 200 上注册微服务 40, 以使得 IT 域代码开发工具 301 实现 IT 域的设备通过数据平台 200 发现已连接的微服务 40。

图 6 示出了本发明实施例提供的 OT 域低代码开发平台 100 的硬件实现的一种方式。其中, 前述的 OT 域低代码开发工具 10、OT 域微服务生成器 20、运行时 30、第三方装置 60 均可实现为单独的各个硬件设备, 比如: 服务器、工作站、单片机或处理芯片。或者, 这些装置在同一台硬件设备上实现, 其作为软件程序存储在至少一个存储器中, 通过至少一个处理器的调用来实现前述的 OT 域低代码开发方法 500。其中, 操作模板 50 和生成的各个微服务 40 可存储在至少一个存储器中。

具体地, 如图 6 所示, OT 域低代码开发平台 100 可包括: 至少一个存储器 101, 其包括计算机可读介质, 例如随机存取存储器 (RAM)。还可包括与至少一个存储器 101 耦合的至少一个处理器 102。计算机可执行指令存储在至少一个存储器 101 中, 并且当由至少一个处理器 102 执行时, 可以使至少一个处理器 102 执行本文所述的步骤。其中, 至少一个处理器 102 可以包括微处理器、专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、中央处理单元 (CPU)、图形处理单元 (GPU)、状态机等。计算机可读介质的实施例包括但不限于软盘、CD-ROM、磁盘, 存储器芯片、ROM、RAM、ASIC、配置的处理器、全光介质、所有磁带或其他磁性介质, 或计算机处理器可以从中读取指令的任何其他介质。此外, 各种其它形式的计算机可读介质可以向计算机发送或携带指令, 包括路由器、专用或公用网络、或其它有线和无线传输设备或信道。指令可以包括任何计算机编程语言的代码, 包括 C、C++、C 语言、Visual Basic、java 和 JavaScript。

图 3 中所示的至少一个存储器 101 可以包含生成 OT 域 workflows 的程序 11, 使得至少一个处理器 102 执行本发明实施例中所述的 OT 域低代码开发方法 500。OT 域低代码开发程序 11 可以包括如下程序模块: OT 域低代码开发工具 10, 可选地, 还可包括 OT 域微服务生成器 20、运行时 30、第三方装置 60。

其中, OT 域低代码开发工具 10 可以为轻量级的基于 web 的应用程序, 可在工业现场 (比如边缘设备或本地服务器) 上实现, 也可在云端 (诸如 AWS 的公共云或诸如 OpenStack 的私有云) 上实现。其可视化的工程范式源于功能块类型图表 (Function Block Typed Diagram, FBTD)。OT 域微服务生成器 20 可使用现代的翻译编程语言来生成诸如 RESTful 或 RPC 的标

准 API。运行时 30 可简单地实现 OT 域 workflow，并基于开源社区（比如 Python）的生态系统提供开放性。运行时 30 可部署在诸如单板计算机（Single Board Computer, SBC）的嵌入式 IoT 设备上。

此外，OT 域低代码开发平台 100 还可包括一个通信接口 103，实现与其他设备之间的通信，比如与数据平台 200 之间通信。

应当提及的是，本发明实施例可以包括具有不同于图 6 所示架构的装置。上述架构仅仅是示例性的，用于解释本发明实施例提供的 OT 域低代码开发方法 500。

此外，本发明实施例还提供一种计算机可读介质，该计算机可读介质上存储有计算机可读指令，计算机可读指令在被处理器执行时，使处理器执行前述的 OT 域低代码开发方法。计算机可读介质的实施例包括软盘、硬盘、磁光盘、光盘（如 CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW）、磁带、非易失性存储卡和 ROM。可选地，可以由通信网络从服务器计算机上或云上下载计算机可读指令。

需要说明的是，上述各流程和各系统结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。上述各实施例中描述的系统结构可以是物理结构，也可以是逻辑结构，即，有些模块可能由同一物理实体实现，或者，有些模块可能分由多个物理实体实现，或者，可以由多个独立设备中的某些部件共同实现。

## 权利要求书

1、一种 OT 域低代码开发平台（100），包括：一个 OT 域低代码开发工具（10），其特征在于，所述 OT 域低代码开发工具（10）被配置为：

- 接收用户在图形用户界面上输入的指令，所述指令用于生成一个 OT 域 workflow，所述 OT 域 workflow 用于定义 OT 域中一个工作单元要执行的操作，其中，所述工作单元的主控制器连接所述工作单元中的各 OT 设备，以控制各 OT 设备按照所述 OT 域 workflow 的定义完成所述工作单元要执行的操作；

- 根据所述指令确定所述 OT 域 workflow 中所包括的各个功能块和功能块之间的相互关系，其中，对于所述工作单元中的每一个 OT 设备，该 OT 设备要执行的操作由功能块定义，功能块是该 OT 设备所属类别的操作模板（50）的实例，所述操作模板（50）预先定义该类 OT 设备能够执行的操作，以及

- 按照确定的各个功能块和功能块之间的相互关系，生成所述 OT 域 workflow。

2、如权利要求 1 所述的平台，其特征在于，所述 OT 域低代码开发工具（10）还被配置为：

- 将所述 OT 域 workflow 部署到所述工作单元的主控制器的运行时（30）上，以使得连接到该主控制器上的所述工作单元中的各个 OT 设备按照所述 OT 域 workflow 执行操作。

3、如权利要求 2 所述的平台，其特征在于，还包括一个 OT 域微服务生成器（20），被配置为：

- 基于所述 OT 域 workflow 生成一个微服务（40），以使得 IT 域代码开发工具（301）实现 IT 设备通过一个数据平台（200）调用所述微服务（40）而触发所述工作单元的主控制器的运行时（30）执行所述 OT 域 workflow。

4、如权利要求 3 所述的平台，其特征在于，

- 所述 OT 域微服务生成器（20）还被配置为在所述数据平台（200）上注册所述微服务（40），以使得所述 IT 域代码开发工具（301）实现 IT 设备通过所述数据平台（200）发现已连接的所述微服务（40）；或者

- 所述平台还包括一个第三方装置（60），被配置为在所述数据平台（200）上注册所述微服务（40），以使得所述 IT 域代码开发工具（301）实现 IT 设备通过所述数据平台（200）发现已连接的所述微服务（40）。

5、如权利要求3所述的平台，其特征在于，所述OT域微服务生成器（20）在基于所述OT域 workflow 生成一个微服务（40）时，被具体配置为：

- 基于所述OT域 workflow 生成所述微服务（40）的API，其中，所述API中的处理过程包括所述OT域 workflow 中各个功能块的操作，所述API的输入参数为所述OT域 workflow 的输入端口获取的参数，所述API的输出参数为所述OT域 workflow 的输出端口输出的参数。

6、如权利要求2所述的平台，其特征在于，所述操作模板（50）遵循与所述主控制器的运行时（30）交互的信息模型。

7、一种OT域低代码开发方法（400），其特征在于，包括：

- OT域低代码开发工具（10）接收（S501）用户在图形用户界面上输入的命令，所述命令用于生成一个OT域 workflow，所述OT域 workflow 用于定义OT域中一个工作单元要执行的操作，其中，所述工作单元的主控制器连接所述工作单元中的各OT设备，以控制各OT设备按照所述OT域 workflow 的定义完成所述工作单元要执行的操作；

- 所述OT域低代码开发工具（10）根据所述命令确定（S502）所述OT域 workflow 中所包括的各个功能块和功能块之间的相互关系，其中，对于所述工作单元中的每一个OT设备，该OT设备要执行的操作由功能块定义，功能块是该OT设备所属类别的操作模板（50）的实例，所述操作模板（50）预先定义该类OT设备能够执行的操作；

- 所述OT域低代码开发工具（20）按照确定的各个功能块和功能块之间的相互关系，生成（S503）所述OT域 workflow。

8、如权利要求7所述的方法，其特征在于，在所述OT域低代码开发工具（10）生成（S503）所述OT域 workflow 之后，还包括：

- 所述OT域低代码开发工具（10）将所述OT域 workflow 部署（S504）到所述工作单元的主控制器的运行时（30）上，以使得连接到该主控制器上的所述工作单元中的各个OT设备按照所述OT域 workflow 执行操作。

9、如权利要求8所述的方法，其特征在于，在所述OT域低代码开发工具（10）生成（S503）所述OT域 workflow 之后，还包括：

- OT域微服务生成器（20）基于所述OT域 workflow 生成（S505）一个微服务（40），以使得IT域代码开发工具（301）实现IT设备通过一个数据平台（200）调用所述微服务（40）

而触发所述工作单元的主控制器的运行时（30）执行所述 OT 域 workflow。

10、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，在所述 OT 域微服务生成器（20）基于所述 OT 域 workflow 生成（S505）一个微服务（40）之后，还包括：

- 所述 OT 域微服务生成器（20）或一个第三方装置（60）在所述数据平台（200）上注册（S506）所述微服务（40），以使得所述 IT 域代码开发工具（301）实现 IT 设备通过所述数据平台（200）发现已连接的所述微服务（40）。

11、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述 OT 域微服务生成器（20）基于所述 OT 域 workflow 生成（S505）一个微服务（40），包括：

- 所述 OT 域微服务生成器（20）基于所述 OT 域 workflow 生成所述微服务（40）的 API，其中，所述 API 中的处理过程包括所述 OT 域 workflow 中各个功能块的操作，所述 API 的输入参数为所述 OT 域 workflow 的输入端口获取的参数，所述 API 的输出参数为所述 OT 域 workflow 的输出端口输出的参数。

12、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述操作模板（50）遵循与所述主控制器的运行时（30）交互的信息模型。

13、一种 OT 域低代码开发平台（100），其特征在于，包括：

至少一个存储器（101），被配置为存储计算机可读代码；

至少一个处理器（102），被配置为调用所述计算机可读代码，执行如权利要求 7~12 任一项所述的方法中的步骤。

14、一种计算机可读介质，其特征在于，所述计算机可读介质上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令在被处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求 7~12 任一项所述的方法中的步骤。

15、一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品被有形地存储在计算机可读介质上并且包括计算机可读指令，所述计算机可读指令在被执行时使至少一个处理器执行根据权利要求 7~12 中任一项所述的方法。

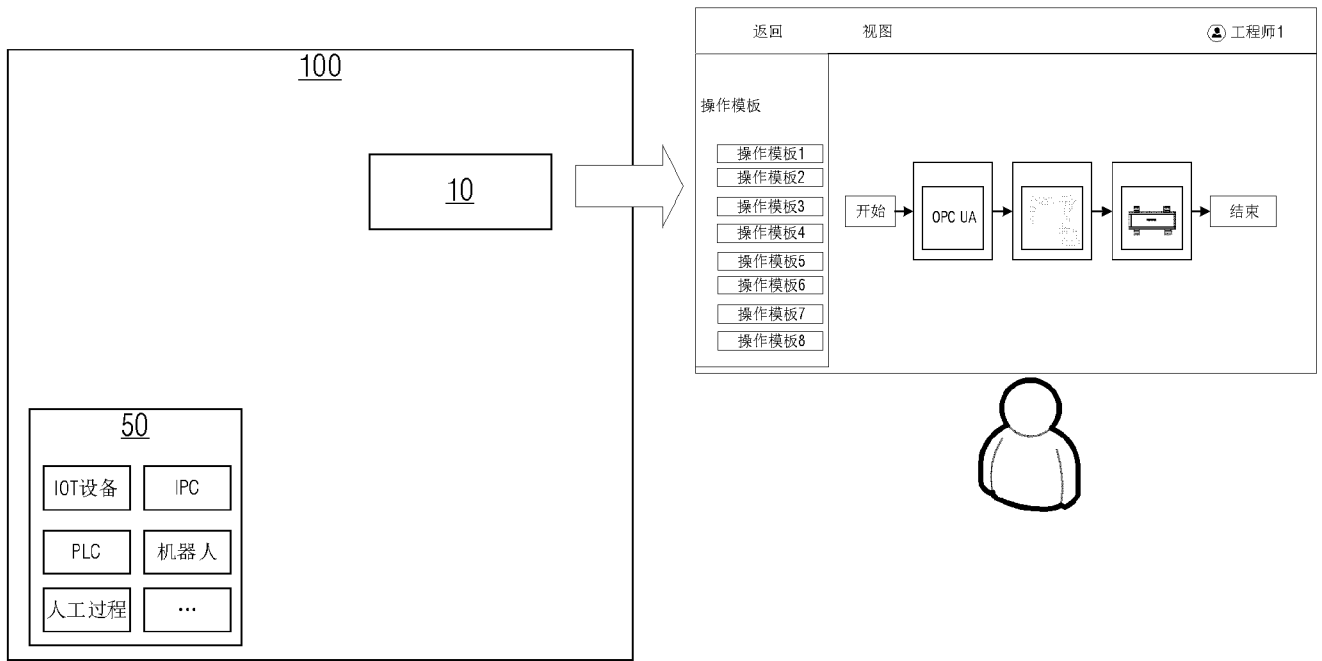


图1

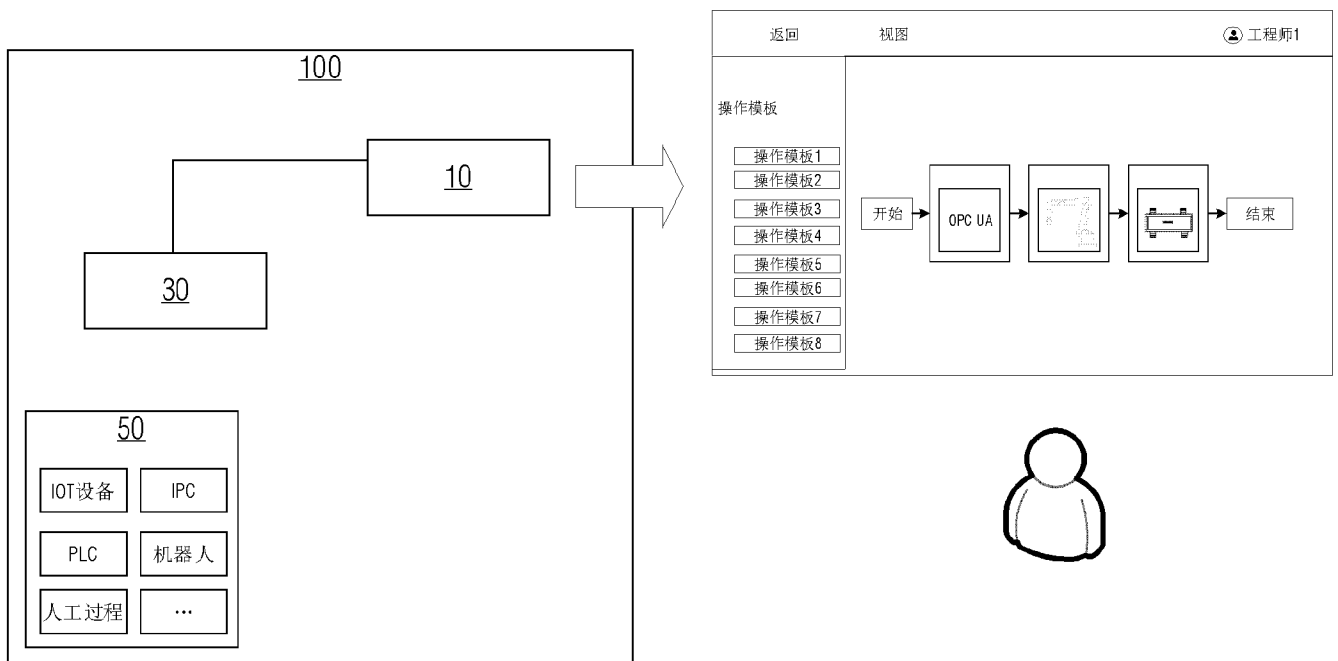


图2

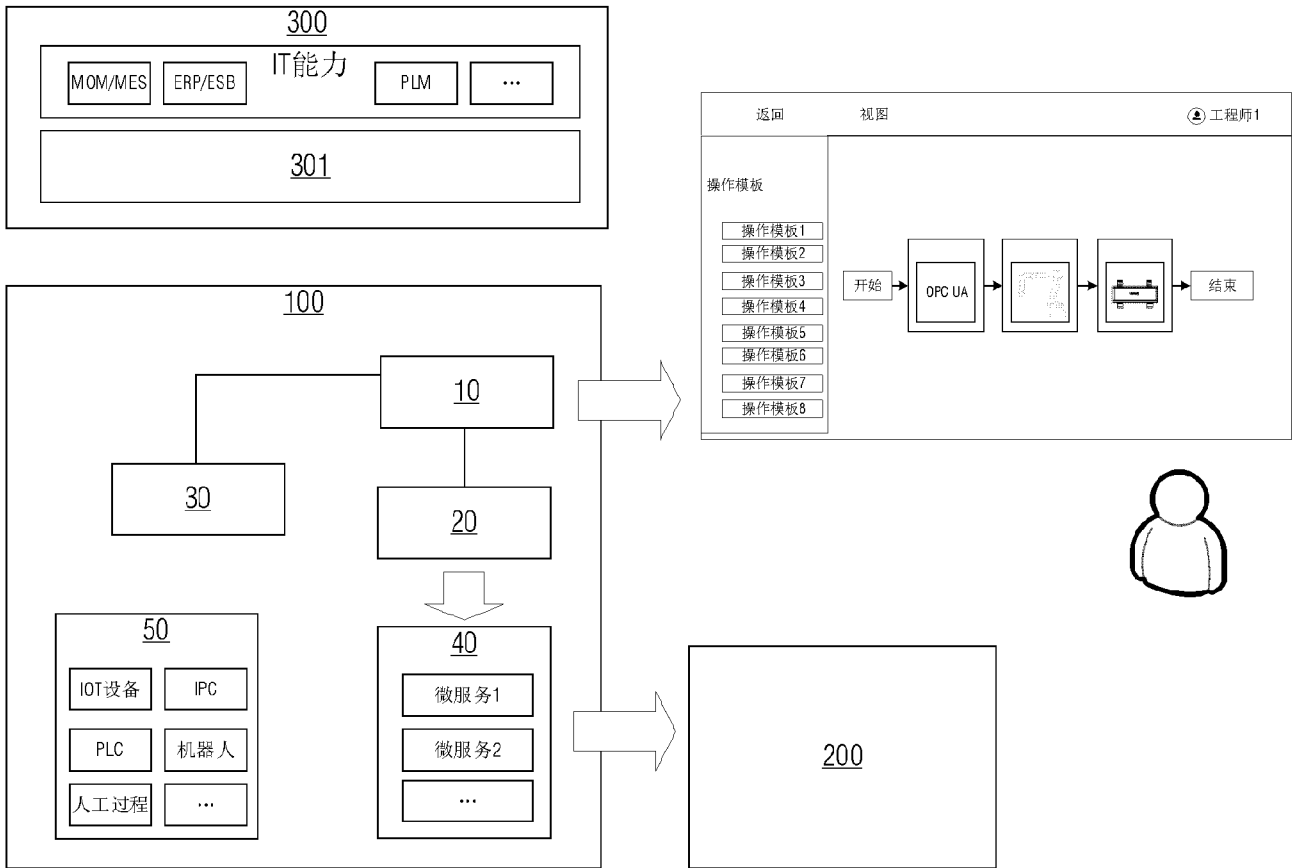


图3

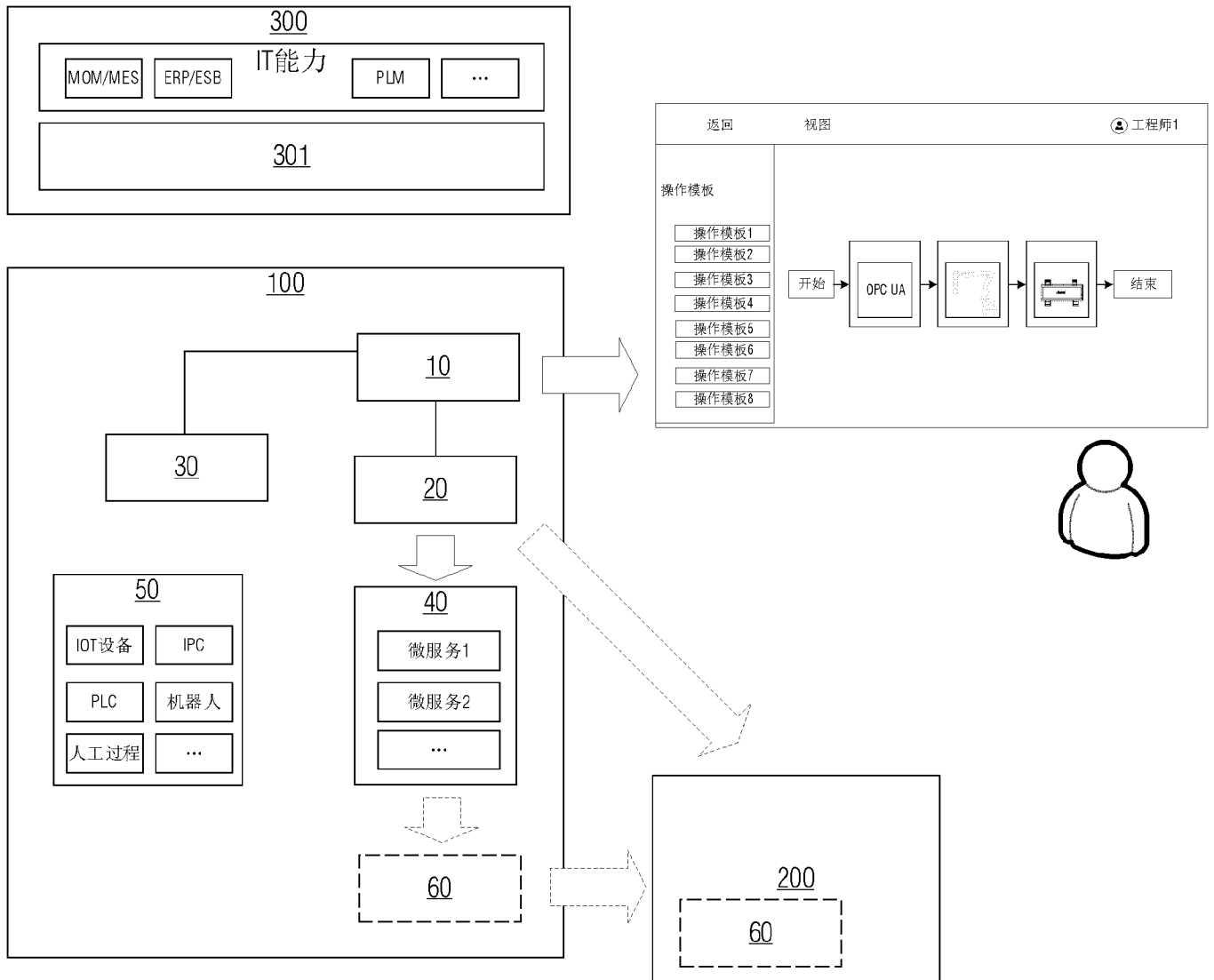


图4

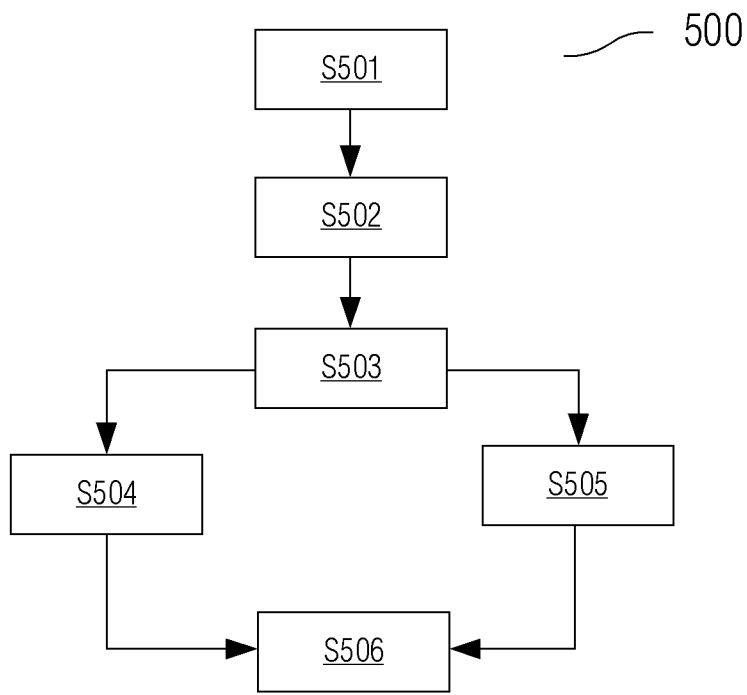


图5

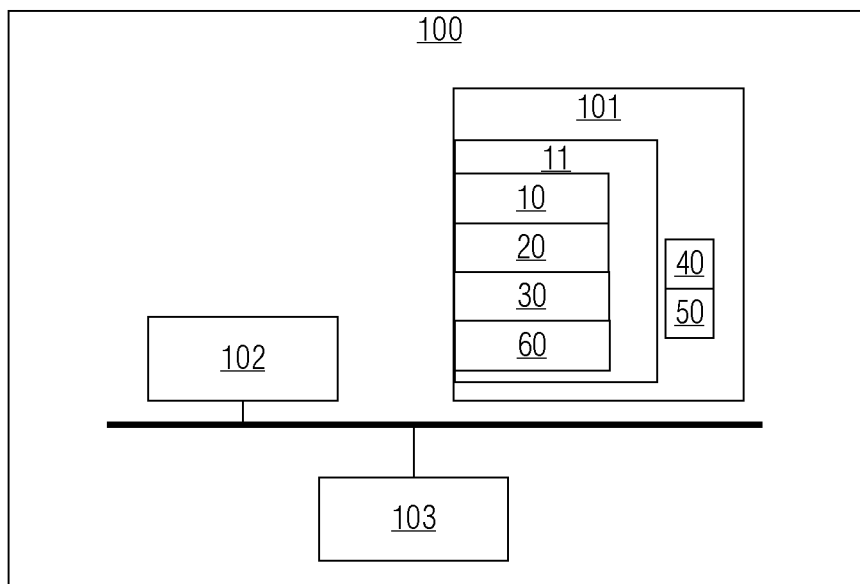


图6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/122421

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G06F 8/20(2018.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CWPI, EPODOC, CNKI, CNPAT, IEEE, GOOGLE: OT域, 代码, 开发, 编程, 图形, 界面,  workflow, 单元, 设备, 功能, 关系, 模板, domain, code, development, program+, graphics, interface, workflow, unit, device, function, relationship, template		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108681444 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 19 October 2018 (2018-10-19) description, paragraphs 20-29, and figure 1	1-15
A	CN 106933212 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 07 July 2017 (2017-07-07) entire document	1-15
A	US 2021096827 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.) 01 April 2021 (2021-04-01) entire document	1-15
A	US 2017083386 A1 (SALESFORCE.COM, INC.) 23 March 2017 (2017-03-23) entire document	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>02 June 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 June 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/CN2021/122421</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108681444	A	19 October 2018	None			
CN	106933212	A	07 July 2017	None			
US	2021096827	A1	01 April 2021	US	2021294279	A1	23 September 2021
				CN	112558929	A	26 March 2021
				EP	3798948	A1	31 March 2021
US	2017083386	A1	23 March 2017	US	2020082340	A1	12 March 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/122421

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>G06F 8/20 (2018.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CWPI, EPODOC, CNKI, CNPAT, IEEE, GOOGLE: OT域, 代码, 开发, 编程, 图形, 界面, 工作流, 单元, 设备, 功能, 关系, 模板, domain, code, development, program+, graphics, interface, workflow, unit, device, function, relationship, template</p>																	
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 108681444 A (华中科技大学) 2018年10月19日 (2018 - 10 - 19) 说明书第20-29段, 附图1</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106933212 A (华南理工大学) 2017年7月7日 (2017 - 07 - 07) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2021096827 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.) 2021年4月1日 (2021 - 04 - 01) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2017083386 A1 (SALESFORCE.COM, INC.) 2017年3月23日 (2017 - 03 - 23) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 108681444 A (华中科技大学) 2018年10月19日 (2018 - 10 - 19) 说明书第20-29段, 附图1	1-15	A	CN 106933212 A (华南理工大学) 2017年7月7日 (2017 - 07 - 07) 全文	1-15	A	US 2021096827 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.) 2021年4月1日 (2021 - 04 - 01) 全文	1-15	A	US 2017083386 A1 (SALESFORCE.COM, INC.) 2017年3月23日 (2017 - 03 - 23) 全文	1-15
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 108681444 A (华中科技大学) 2018年10月19日 (2018 - 10 - 19) 说明书第20-29段, 附图1	1-15															
A	CN 106933212 A (华南理工大学) 2017年7月7日 (2017 - 07 - 07) 全文	1-15															
A	US 2021096827 A1 (ROCKWELL AUTOMATION TECHNOLOGIES, INC.) 2021年4月1日 (2021 - 04 - 01) 全文	1-15															
A	US 2017083386 A1 (SALESFORCE.COM, INC.) 2017年3月23日 (2017 - 03 - 23) 全文	1-15															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年6月2日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年6月23日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>刘曼</p> <p>电话号码 86-(10)-53961297</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2021/122421

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108681444	A	2018年10月19日	无			
CN	106933212	A	2017年7月7日	无			
US	2021096827	A1	2021年4月1日	US	2021294279	A1	2021年9月23日
				CN	112558929	A	2021年3月26日
				EP	3798948	A1	2021年3月31日
US	2017083386	A1	2017年3月23日	US	2020082340	A1	2020年3月12日