

产业互联下面向云平台的智造供应链信息协作^①



谭晓军, 何建佳, 何胜学

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

通讯作者: 何建佳, E-mail: hejianjiayan@163.com

摘要: 平台的供应链信息协调问题, 探索产业资源协作效率路径. 本文提出云平台解决智造供应链信息协作的方案, 该方案考虑了分布式协作理论应对庞大供应链业务数据的技术优势, 构建了分布式下实时动态更新算法和共享数据资源池相结合的供应链企业数据互联互通协作模型, 以提升产业制造的“智造”能力. 最后以家居产业供应链进行分析论证, 验证了云平台模型构建的可行性和有效性.

关键词: 产业互联; 云平台; 智造供应链; 信息协作; 模型设计

引用格式: 谭晓军, 何建佳, 何胜学. 产业互联下面向云平台的智造供应链信息协作. 计算机系统应用, 2020, 29(2): 101-106. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/7235.html>

Intelligent Manufacturing Supply Chain Information Collaboration Based on Cloud Platform with Industrial Interconnection

TAN Xiao-Jun, HE Jian-Jia, HE Sheng-Xue

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Innovative applications of cloud platform and related mechanism research in recent years are hot research topics in supply chain and the field of "smart". From the perspective of industry interconnected, cloud platform oriented supply chain information coordination problems are studied, and the industrial resources collaboration efficiency path is explored. This paper presents a cloud platform solution for the smart supply chain information collaboration. The scheme takes the distributed collaborative theory into account to deal with huge technological advantage of supply chain business data, builds and shares data under the distributed real-time dynamic updating algorithm combining the resource pool supply chain enterprise data connectivity cooperation model. Finally, the home furnishing industry supply chain is analyzed and demonstrated to verify the feasibility and effectiveness of cloud platform model construction.

Key words: industrial interconnection; cloud platform; intelligent manufacturing supply chain; information collaboration; model design

随着社会经济的快速发展, 现如今产品面临着生命周期不断缩减的局面, 为更好适应复杂的社会市场环境, 优化产品生产制造环节, 必须合理引入新技术工具引领制造行业千帆竞发. “智能制造”作为未来抢占制造业领域核心竞争力之一, 已成为全球各国政府提

升本国工业制造水平的顶层战略方针. 德国工业 4.0 计划、美国再工业化、日本工业制造白皮书、中国制造 2025 等都旨在推动先进制造业的发展. 作为制造业技术升级的云计算、大数据、物联网等数字化网络工具, 对推动智能化生产制造, 协同优化产业组织再造, 提升

① 基金项目: 国家自然科学基金 (71871144); 上海市高原学科 (管理科学与工程) 建设项目 (GYXK1201)

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (71871144); Plateau Disciplines (Management Science and Engineering) Construction Project of Shanghai Municipality (GYXK1201)

收稿时间: 2019-05-20; 修改时间: 2019-06-21; 采用时间: 2019-07-19; csa 在线出版时间: 2020-01-16

产业转型升级有着重要的导向作用. 供应链在协调产业变革中的意义举足轻重, 但在产业组织生产中, 信息孤岛以及合作主体有限理性行为的存在使得供应链各成员间难以在信息、资源、管理、经验等方面实现充分协作, 业界亟需一个合适的解决方案协同产业生产制造, 云平台的出现为解决上述弊端提供了机会. 基于云平台架构, 以数字化应用场景为布局, 实现产业制造供应链数据的互联互通, 推动制造业的跨服务协作以及供应链中的跨组织协作^[1], 形成了“智造”供应链. 最终随着智能化生产地不断渗透, 逐步演化成一个新的产业连接红利, 进而推动产业互联纵深发展.

面对平台上不同产业供应链的供应方以及需求方, 在解决订单交易问题时, 首先需要解决双边信息协作匹配问题. 在处理双边信息匹配方面, 已有学者进行了相关研究, Gale 等^[2]就大学入学和婚姻稳定性两种现象通过双边稳定性理论分别进行了分析; Roth^[3]构建一种 H-R 算法并对信息匹配过程进行了分析; Sethuraman 等^[4]通过公平稳定性因素对双边资源匹配的问题进行了初步探讨; 也有学者基于偏好序列^[5,6]、云端融合^[7]等相关理论进行匹配机制的研究. 虽然大多学者对信息匹配问题进行了相关研究, 为后续学者提供了一定的启示, 然而从云平台视角来讨论智造供应链信息匹配问题的相关研究较为少见. 因此, 通过构建新型数字化网络应用场景, 利用云计算领域中多采用的分布式处理的高效性, 面向云平台实现“智造”供应链的信息匹配, 解决产业间供应链网络的资源配置问题, 实现传统供应链互联互通, 为进行智造供应链供需双方的资源匹配提供了广阔的前景.

近些年, 供应链管理已不再局限于企业之间, 已经跨越企业的边界^[8], 形成了企业联盟, 产业互联团体以及供需网复杂组织^[9]. 多企业, 多组织构成的复杂系统在数据处理, 信息匹配, 供需调度方面具备一定的复杂性^[10]. 在这样的背景下, 分布式数据处理, 作为计算机领域的一种并计算处理方式被运用到供应链管理中来, 提升了供应链系统效率^[11], 在满足供需发展均衡的同时, 拓宽了产业“智造”供应链的边界, 集合云平台理论应用为产业供需发展提供了桥梁和技术支撑作用. 在上述背景下, 本文基于云平台数据模型, 利用分布式数据处理方法, 对“智造”供应链信息协作与匹配进行了初步设想, 对产业互联进行了探讨, 进而实现了“智造”供应链的信息协作.

1 问题描述

伴随市场经济竞争加剧, 企业为寻求更好的发展, 谋求新的增长点, 出现了一种共享经济的模式帮助企业合理配置资源, 倾向性的共性部分生产资料, 便需要一个第三方的平台来整合这些渠道信息, 以增强供应链环节的流通性和协作性. 本文正是基于此而构建供应链协作云平台, 并作为协作供应链的“智造”应用场景, 满足不同产业间的信息互联, 平台的逻辑架构图如图 1 所示. 供需双方为适应彼此的资源计划, 在面对某一方生产计划中可能遇到的资源过剩或缺情况, 通过上传物料计划清单, 云平台数据库便可进行智能预测企业在线使用状态下的制造资源使用情况, 经由分布式策略进行分配物料需求, 寻求平台资源池的充足状态.

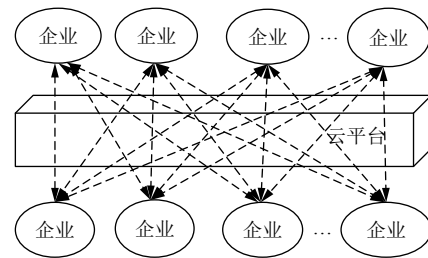


图1 面向云平台的供应链企业信息协作框架

在供应链的信息协调中, 对于我国传统产业供应链环节, 滞后的产业信息渠道, 未能及时的满足上游供应商需求, 生产制造也局限于半自动化甚至手工操作, 为提高产业生产技术能力, 集成化、可视化、自动化生产^[12], 适应我国制造业快速发展的步伐, 追赶国外先进技术生产能力, 提出智能制造设想, 融合供应链先进管理思路, 提出“智造”供应链理念. 即以客户的个性化需求为目标, 通过数字化互联网工具, 依托大数据平台, 全渠道、多方位的集产品订单、设计、研发等环节的敏捷性智能化生产制造全流程. 由人工智能、数字云计算、物联网终端设备等敏捷化优化物质资源配置, 柔性化变革生产方式, 助力产业信息化转型升级, 进一步提升产业供给能力.

2 模型设计

本节构建一个理论模型来详细的描述云平台的信息协作工作流程. 分布式架构来源于计算机并行计算领域为处理海量数据而同步进行计算^[13], 具有高效、

实时性. 可以通过分布式协作融合到云平台中, 快速处理供应链环节的物料计划. 服务于供应链环节中, 针对上游和下游业务往来, 满足不同供应商的供应协同以及经销商的需求协同. 并通过组建面向云平台的分布式协作模型来满足产业间复杂业务的需求, 为“智造”供应链提供一个理论架构支撑. 云平台供应链协作框架如图2所示.

2.1 模型定义

考虑不同产业间的业务往来, 构建跨产业供应链模型, 应对不同产业间的多供应需求, 面向云平台的“智造”供应链架构可以描述为:

$$MChain_x = (MChain_ID_x, MChain_Type_x, MChain_Enterprise_x)$$

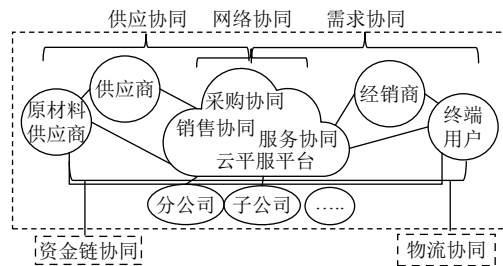


图2 云平台供应链协作设计方案

其中函数定义见表1.

表1 MChain 函数定义

定义	含义
$MChain_ID_x$	跨产业供应链的信息标识, 用以识别不同的供应链企业
$MChain_Type_x = \{ MChain_Type_1, MChain_Type_2, \dots, MChain_Type_x \}$	跨产业供应链服务类型, 为不同产业需求提供产品供给
$MChain_Enterprise_x = \{ MChain_Enterprise_1, MChain_Enterprise_2, \dots, MChain_Enterprise_n \}$	跨产业供应链的企业, 表示不同供应链企业的数量

考虑平台可以根据不同企业的业务需求, 进行智能协作授权处理, 对不同的业务类型也需要满足不同的业务支撑框架, 以此来协同跨产业供应链中不同类型企业的信息支撑. 云平台下的供应链授权方式为:

$$SA_i = (MChain_Type_{sa_j}, MChain_Enterprise_{sa_j})$$

其定义功能见表2.

表2 sa_j 函数定义

函数	含义
$MChain_Type_{sa_j}$	跨产业供应链可供产品类别授权
$MChain_Enterprise_{sa_j}$	跨产业供应链不同企业的业务授权. 可以有云平台后台管理员进行权限的添加与删除

考虑平台在进行授权后, 可提供的协同服务类型, 进行开展不同模块功能的定制, 可表示为 $F_x = (F_x_ID, F_x_Type, F_x_Ins)$. 其定义功能见表3.

表3 F_x 函数定义

定义	含义
F_x_ID	定制功能模块的信息标识, 用户可通过云平台进行注册登录产品, 并获取其指定功能信息类型
F_x_Type	定制功能模块的功能标识, 用于进行产品功能的分类, 以及确定所获得的可进行修改操作的功能管理模块等

F_x_Ins 表示定制功能模块的内容标识, 用于完成云服务平台(图2)的采购协同、销售协同、服务协同等不同需求的协作任务. 以云服务平台中的采购协作为例, 进行相应权限的获取操作, 来满足企业的一次需求服务过程, 可简单描述为: $(MChain_Type_x, MChain_Enterprise_{sa_j} \rightarrow F_x_Type) \cap F_x_Ins = \text{采购协同}$, 以上定义可以得到, 面向云平台的跨产业供应链协作模型如图3所示.

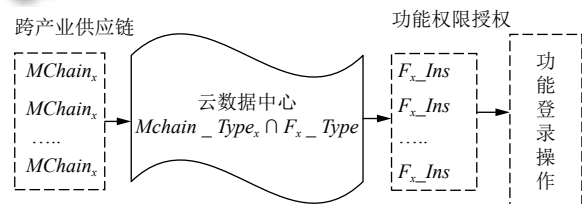


图3 云平台跨产业供应链协作模型

面向云平台的跨组织供应链协作模型描述了对产业供应链业务组织协作过程中所涉及的业务内容, 为保证业务对象功能模块正常执行, 采用模块登录身份验证以及界面功能后台认证的组合方式, 详细的流程思路如下:

输入: 供应链类型 $MChain_Type_x$, 供应链信息标识 $MChain_ID_x$.

输入: 平台执行结果.

Step 1. 供应链企业 $MChain_Enterprise_x$ 用户登录平台;

Step 2. 匹配用户身份信息 ID , 验证是否为平台可权限用户, 合法进入到 Step 3, 非法自动提示错误并退出;

Step 3. 根据登录供应链类型 $MChain_Type_{sa_j}$ 进行系统指定权限分配;

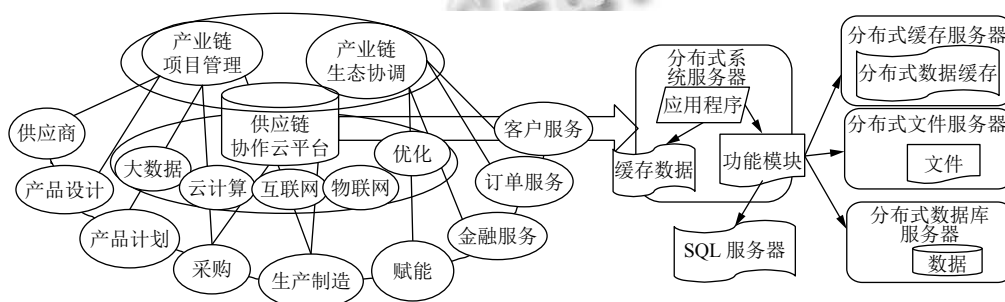
Step 4. 根据 $MChain_Enterprise_x$ 用户被分配权限, 供应链企业获得对应业务 F_x_Ins 模块;

Step 5. 登录平台验证结束.

2.2 模型构建

面向云平台的跨产业供应链是一个较为复杂的网

络系统结构, 需要不同企业间的相互协同合作, 以适应客户间不断变化的需求. 动态性、不确定等变化特征对云平台的系统化功能的开发提出了更高要求, 以满足个性化的定制需求. 智能家居供应链是由上游供应商、制造企业、下游服务供应商等一系列相互协同的企业组织构成. 作为支撑跨产业供应链协作的重要活动平台, 将成为解决企业信息化问题的主要方式^[4]. 跨产业供应链涉及到不同领域中的不同供应链条, 涉及更多的业务往来, 需要一个服务于不同组织的协作云平台, 以提供不同产业间的跨组织一体化服务, 形成产业互联上下游组织间网络化信息协作平台, 具体思路如图 4 所示.



供应链云平台 (图 4) 由产业链项目管理和产业链生态协调两大模块组成. 其中产业链项目管理主要涉及供应商产品的设计、采购、生产计划、采购等环节组成; 产业链生态协调主要围绕整个产业生态中的金融服务、产品售前售后等进行协调服务. 云平台底层采用分布式架构理论支撑整个云平台的服务运作, 依托 SQL 数据库, 为用户提供数据缓存、数据层查询、数据库调用等需求.

面向分布式云平台的产业供应链协同处理架构, 主要分析云平台下的产业供应链业务功能运作以及对整个供应链网络体系的影响, 确定供应链网络数据的可靠性、流通性、实时性. 面对庞大业务数据分析, 对于业务订单, 为快速高效提升供应链信息协作执行能力, 采用分布式云平台智能化分析, 并作如下流程定义:

Step 1. 提交身份验证数据, 登陆平台;

Step 2. 云平台进行后台数据调用, 进行身份核实是否为合法用户, 合法, 转到 Step 3; 非法则退回到登录界面并提示登录信息错误;

Step 3. 查询数据库中的应用程序, 获取功能模块

下的订单信息;

Step 4. 调用分布式系统服务器, 根据平台企业供应链属性查询系统缓存数据, 并进行资源配置, 调用 SQL 数据服务器, 智能分配处理方案;

Step 5. 对数据库储存查询到的数据以文件形式存储, 并反馈结果给指定用户.

3 模型应用

在对家居行业供应链协作云平台设计时, 通过对家居市场的数据调研, 从整体上考虑家居行业中不同业务痛点, 实现家具智造供应链不同业务协作. 家居供应链业务信息协作主要围绕以下 4 个方面: (1) 物料采购数据库针对产业上下游网络间对原材料资源的信息交换处理, 满足不同需求下的客户匹配问题; (2) 产品定制数据库针对不同产品的大众化市场需求, 对不同客户的个性化产品定制需要, 通过 CAD 制图以及云数据库资源围绕业务订单进行智能化、动态化的设计符合订单规则下的产品尺寸、颜色、形状、材质等; (3) 配件资源匹配数据池是产业上下游供应链资源有

效整合, 满足可能存在的产品原材料供应商暂时性供货不足等问题; (4) 售后资源池则是针对供应链环节产品协调问题, 及时性、针对性的解答上下游业务运作中出现的一些问题, 实时性的处理订单, 提高产品售后服务质量和效率. 其中家居云平台供应链协作平台流程如图5所示.

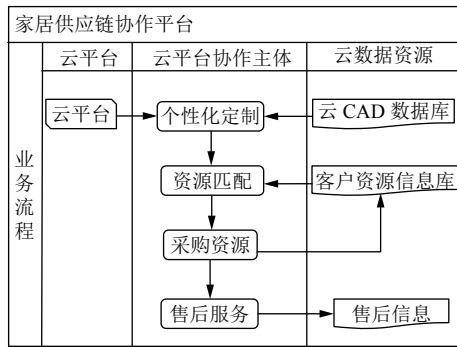


图5 家居供应链协作平台

家居供应链云平台设计方案采用 PHP 语言编程开发, 以 HTTP 协议作为通信协议, 并支持智能家居 Web 控制平台 B/S 架构和智能家居智能远程遥控 C/S 架构^[15], 通过调用 SQL 和 Oracle 数据库进行后台数据的管理. 智能家居供应链协作云平台体系架构如图6所示.

在对家居供应链系统协调过程中的基本结构为: 一个产品家居中的某一个产品 (*device*) 由不同的物料 ($F_x\text{-Ins}$) 组成, 每个物料可由上游多个供应商 ($MChain\text{-Enterprise}_x$) 提供, 而每个供应商对应这不同的产品类 ($MChain\text{-Type}_{sa_j}$). 每个具体产品 (*device*) 设计又有不同的用户所开发, 特有的产品当有指定用户进行操作使用. 通过分析, 画出其数据库协作 E-R 图, 如图7所示.

以家居供应链组织采购为例, 在有效期限内, 因产能不足无法及时满足客户生产需求, 通过委托提交代采购的方式来完成, 某平台的后台数据操作界面资源配置如图8所示.

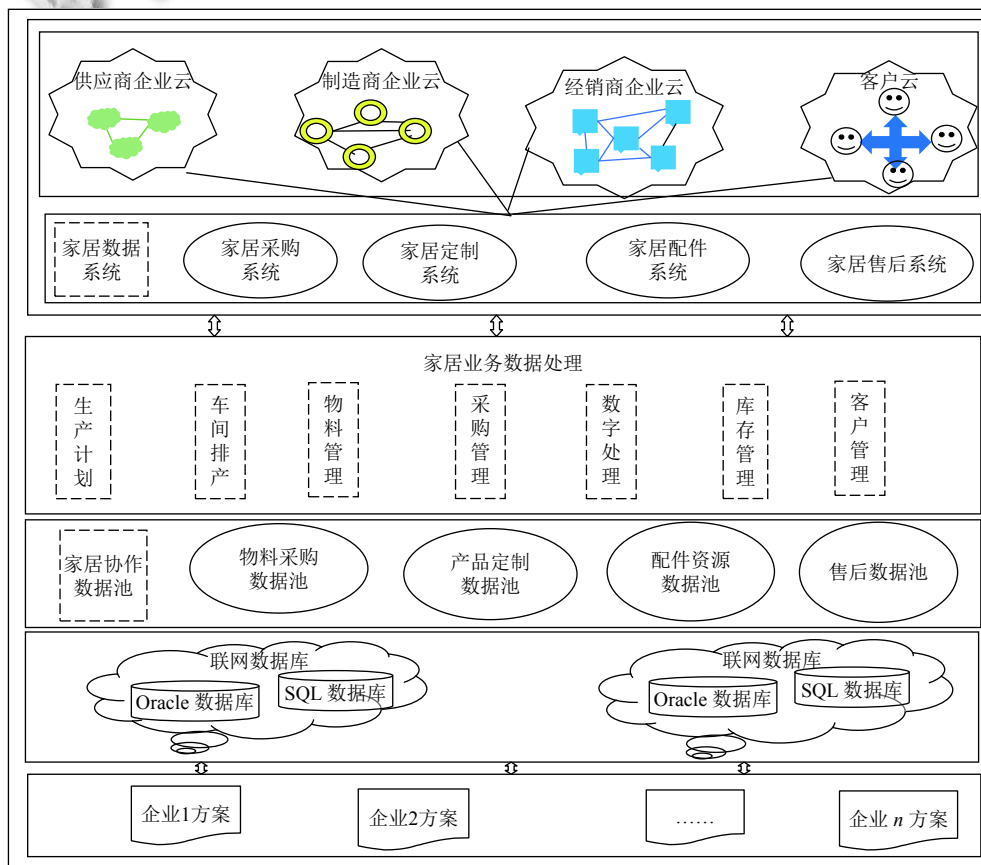


图6 家具供应链协作设计架构

4 结束语

本文分析了产业互联背景下面向云平台的智造供

应链信息协调问题, 分析当下企业经营过程中的挑战与机遇, 在充分考虑云平台资源配置下平台资源效率

的变化和协作能力的变化等因素给产业间协同运作提供了良好的启示,从产业供应链上下游不同主题参与方利益出发,提出面向云平台的智造供应链信息协作研究与设计,结合分布式协作理论构建面向全产业链一体化的智造供应链云平台协作解决方案.并以

家居产业为例进行分析验证,较好地解决了产业互联背景下上下游产业间信息互联鸿沟问题,以及需求资源优化匹配问题.当然,限于初步设计方案的局限性,未能尽可能的考虑到所有因素(如价格问题)以及云平台协作效率的提升是值得进一步深入研究的方向.

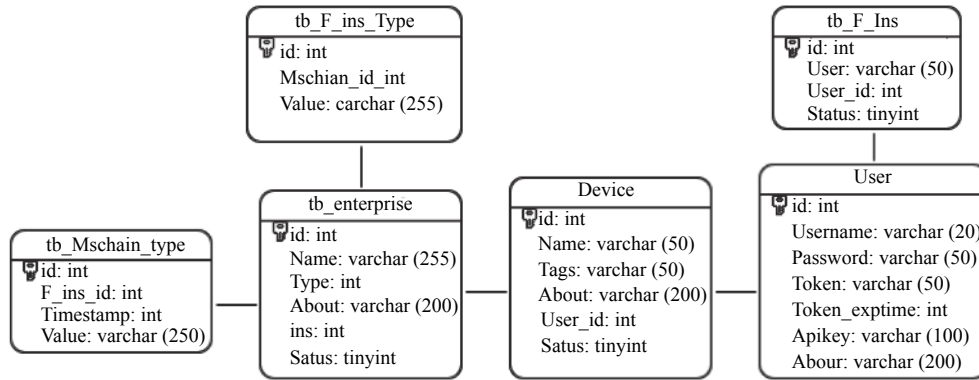


图7 家居智造供应链数据库内核架构 E-R 图



图8 家居产业供应链协作组织采购操作界面

为的双边匹配决策方法. 运筹与管理, 2015, 24(2): 113–120. [doi: 10.12005/orms.2015.0053]

7 程丽军, 王艳. 面向云端融合的任务-资源双边匹配决策模型. 系统仿真学报, 2018, 30(11): 4348–4358.

8 Gan BP, Liu L, Jain S, *et al.* Distributed supply chain simulation across enterprise boundaries. Proceedings of 2000 Winter Simulation Conference. Orlando, FL, USA. 2000. 1245–1251.

9 王宏伟, 徐福缘, 何建佳. 第三部门: 复杂供需社会下的创新. 管理学报, 2011, 8(11): 1617–1624. [doi: 10.3969/j.issn.1672-884X.2011.11.007]

10 刘景江. 信息技术环境下组织创新的系统行为及其复杂性. 科学学研究, 2009, 27(4): 598–603.

11 江务学, 胡选子, 刘敏霞, 等. 一种基于多智能体云供应链信息协同模型. 系统仿真学报, 2016, 28(1): 51–56.

12 Brecher C, Kolster D, Herfs W, *et al.* Plug and play device integration for industrial automation with instant machine visualization using RFID technology. Production Engineering, 2012, 6(2): 179–186. [doi: 10.1007/s11740-011-0358-2]

13 王轶, 达新宇. 分布式并行数据挖掘计算框架及其算法研究. 微电子学与计算机, 2006, 23(9): 223–225. [doi: 10.3969/j.issn.1000-7180.2006.09.076]

14 潘华. 基于云平台的多供应链协同技术研究[博士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2016.

15 钟云杰, 杨厚俊, 范延滨, 等. 基于 B/S 架构的跨平台智能家居控制系统设计. 工业控制计算机, 2016, 29(12): 91–93. [doi: 10.3969/j.issn.1001-182X.2016.12.041]

参考文献

1 Xing K, Qian W, Zaman AU. Development of a cloud-based platform for footprint assessment in green supply chain management. Journal of Cleaner Production, 2016, 139: 191–203. [doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.042]

2 Gale D, Shapley LS. College admissions and the stability of marriage. The American Mathematical Monthly, 1962, 69(1): 9–15. [doi: 10.1080/00029890.1962.11989827]

3 Roth AE. On the allocation of residents to rural hospitals: A general property of two-sided matching markets. Econometrica, 1986, 54(2): 425–427. [doi: 10.2307/1913160]

4 Sethuraman J, Teo CP, Qian LW. Many-to-one stable matching: Geometry and fairness. Mathematics of Operations Research, 2006, 31(3): 581–596. [doi: 10.1287/moor.1060.0207]

5 赵道致, 丁琳. 云制造平台资源双边匹配机制及稳定性. 系统工程, 2017, 35(2): 109–115.

6 乐琦, 张磊, 张莉莉. 不确定偏好序信息下考虑主体心理行