

云制造服务平台系统的设计与开发

周 灼,苑明海,孙 超,邓 坤

(河海大学 机电工程学院,江苏 常州 213000)

摘 要:在云制造环境下,产品的全生命周期活动几乎都依托一个公共信息服务中心来进行管理,因此设计开发一个公共服务平台管理系统至关重要。根据用户对产品独特性和时效性的要求,提出了面向 SOA(service-oriented-architecture)的云制造服务平台系统框架并阐述了业务流程。采用 B/S 体系结构,并基于 Visual Studio .NET 集成平台,使用 Microsoft SQL Server 进行数据库开发,从云制造用户信息管理、云制造资源服务管理、云制造业务管理三个主要功能模块进行设计,开发了云制造服务平台系统,以“用户资源服务需求→服务资源发布→资源服务搜索匹配→服务绑定→订单调配生产”为主线并结合实例对文中理论与方法的可行性和有效性进行验证。结果表明,开发的云制造服务平台系统实现了自动智能搜索匹配、信息统一规范化注册发布、资源服务实时监控的功能。

关键词:云制造;云制造服务平台系统;功能模块;验证

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)07-0200-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.07.040

Design and Development of Cloud Manufacturing Service Platform System

ZHOU Zhuo, YUAN Ming-hai, SUN Chao, DENG Kun

(School of Mechanical and Electronic Engineering, Hohai University, Changzhou 213000, China)

Abstract: Under the cloud manufacturing environment, almost all product life cycle activities rely on a public information service center for management. Therefore, it is very important to design and develop a public service platform management system. According to user's requirements for product uniqueness and timeliness, the cloud manufacturing service platform system framework for SOA is proposed and the business process is described. By B/S (browser/server) architecture and based on Visual Studio .NET integration platform, Microsoft SQL Server is used to for database development. Three major functional modules of cloud manufacturing user information management, cloud manufacturing resource service management, and cloud manufacturing business management are designed. Then a cloud manufacturing service system is developed. Based on the sequence of user resource service requirement, service resource publication, resource service search and match, service binding, order deployment and production, the feasibility and effectiveness of the theory and method in this paper are verified with an example. The result shows that cloud manufacturing service platform has realized the functions of automatic intelligent search and match, unified and standardized registration and publication of information, and real-time monitoring of resource service.

Key words: cloud manufacturing; cloud manufacturing service platform system; function module; verification

0 引 言

政府工作报告指出:加快发展大数据、云计算、物联网应用,把发展智能制造作为主攻方向,推动《中国制造 2025》战略落地。其中,云制造是实施《中国制造 2025》战略规划的一种智能制造模式和手段^[1]。现代制造业竞争日益激烈,各国制造业纷纷转型成为以创

新能力为核心,能够实现资源聚合与协同的低能耗、低排放的服务型制造业^[2-5]。在这种背景下,李伯虎院士提出云制造的概念,并给出云制造的服务模式、技术体系、实施思路、服务平台的应用模式^[6]。其中,服务平台的构建是实施云制造的重要一环,服务平台基于虚拟化技术,具有标准化的基础资源管理、服务支撑、

收稿日期:2018-08-12

修回日期:2018-12-20

网络出版时间:2019-03-21

基金项目:教育部人文社科规划基金项目(17YJA630127);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2018B728X14);江苏省研究生科研与实践创新计划(KYCX18_0535)

作者简介:周 灼(1993-),男,硕士,研究方向为先进制造系统;苑明海,博士,副教授,研究方向为先进制造系统建模及优化设计。

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190321.0904.004.html>

信息安全保障、运维监控保障功能,通过信息技术手段改善产品设计和企业经营管理,降低制造成本,提高企业综合制造能力^[7-8]。此外,传统的制造服务资源管理已经很难满足云制造服务匹配和交易,不能很好地实现制造资源共享和协同使用;有效管理缺乏,网络化制造服务的可靠性和质量难以保证,因此设计开发一个公共服务平台管理系统就至关重要^[9-10]。

文中结合云制造体系架构、资源服务匹配及调度的相关研究,确定该服务平台主要包括制造资源和服务需求的发布,服务需求的匹配,任务的调度配置以及平台的服务管理等。基于云制造资源本体模型和对资源服务进行的统一形式化描述,主要从面向服务的系统体系架构,业务逻辑,功能模块设计,系统开发与验证等模块展开,构建一个云制造服务平台系统。该系统能够实现云用户需求资源与服务平台闲置资源的自动智能搜索匹配,搜索速度更块、结果更准确;实现了信息统一规范化注册发布、资源服务实时监控;平台用

户页面简单人性,使用户可以便捷访问。

1 面向 SOA 的云制造服务平台的总体架构和业务流程

1.1 总体架构

SOA (service-oriented-architecture) 是一种面向服务的体系结构,而云制造也是“制造及服务”理念的体现,是云计算等一系列先进技术与制造特征的有效融合,是制造资源在信息共享和服务模式上的拓展和延伸,所以云制造服务平台的系统架构依然是一种面向服务的体系结构^[11-12]。基于 SOA 体系架构和云制造系统体系结构,文中提出一种面向 SOA 的云制造服务平台的体系架构,实现服务平台系统的搭建,具体如图 1 所示。该平台系统架构主要包括平台基础环境支撑层、制造服务层、应用服务管理层、企业服务总线 (enterprise service bus, ESB) 及用户交互层等。

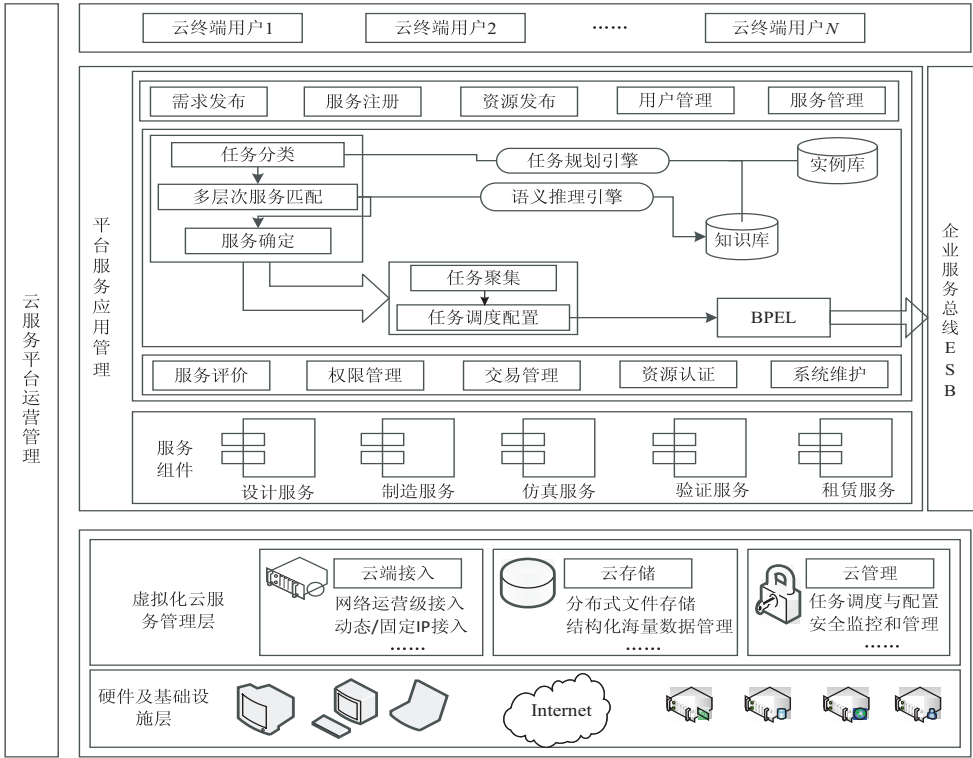


图 1 面向 SOA 的云制造服务平台总体架构

- (1)平台基础环境支撑层以云计算技术为基础,为云制造服务平台提供存储、网络、计算资源的支持,使得云服务平台能够实现制造资源虚拟化、服务应用、安全访问、平台管理的功能。
- (2)制造服务层主要是依据制造资源不同服务性质,实现资源服务注册、相关标准接口以及发布工具的统一标准化,方便平台的云端资源接入,以此来满足用户不同服务需求的搜索发现、匹配、组合及调度。
- (3)应用服务管理层主要是为服务平台提供不同

- 的 Web 服务组件和相应的 SOA 业务规则,从而满足多样化和个性化的制造云服务要求。
- (4)ESB 主要是依据不同的需求服务和相关业务流程为平台提供多样的应用集成方案。同时,应用服务管理层中经过任务规划引擎和在语义推理演绎支持下确定的服务及后续的服务集中规划调度所生成的流程描述,都要转交 ESB 处理和反馈。
- (5)用户交互层作为系统服务平台的终端,各方参与者基于 Web Service 在平台上进行相应的服务操

作,实现服务全过程的友好交互。

1.2 总体业务流程

云制造服务平台构建完成后,用户只有授权后才能够通过平台提供的专用接口进行相应的服务请求,处理及调用等相关操作。平台对服务知识库进行实时更新,将资源需求者和资源发布者的服务资源集中到云服务池中,用以满足更多的服务需求。针对云用户的制造任务需求,利用云服务实例库和知识库进行任务需求解析与业务规划,平台根据已设计好的智能匹配算法进行主动服务搜索,将相匹配的服务优选集提供给用户。用户选定资源服务后,平台的执行引擎将按照执行路径对所选服务进行绑定,企业通过总线集中处理服务请求,合理规划资源调度与配置,并按照服务路径顺序进行服务调用与执行,最后用户根据企业的反馈进行相应的评价。综上所述,云制造服务平台总体业务流程如图 2 所示。

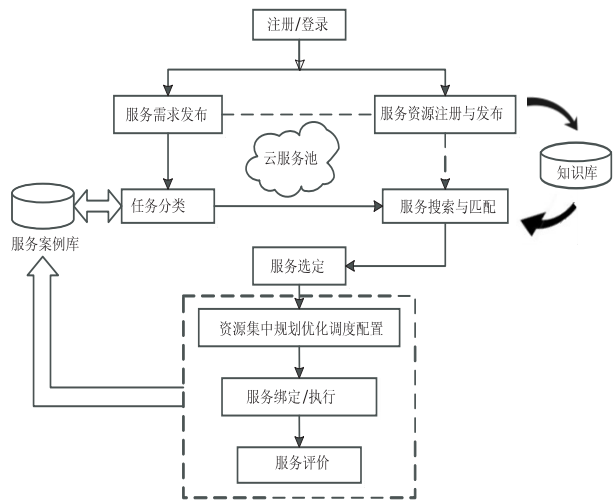


图 2 云制造服务平台的总业务流程

2 云制造服务平台系统的设计

2.1 开发环境及工具介绍

该系统采用 B/S (browser/server) 体系结构,结合 XML 与 Web Services 等相关技术,通过可视化界面,让用户更快更好地获得所需资源或服务,并通过个性化的技术服务实现制造资源的网络信息化共享^[13-14]。主要开发工具:软件程序设计开发语言及其开发环境配置;本体编辑工具等。

(1) 本体编辑工具。

为实现云制造资源服务及任务需求规范统一的形式化描述,以及平台的资源服务语义逻辑功能,系统采用本体语言开发工具 Protégé 进行资源本体的创建、编辑、存储以及逻辑定义等。

(2) 程序设计开发语言及开发环境配置。

.NET 是 Web 服务平台强大的开发工具,具有很好的跨平台特性,是实现 XML, Web Services, SOA 和敏

捷性的技术,同时具有很多开源项目的支持。该系统前台采用 HTML, CSS 样式表, 内容页, JavaScript 函数等网页前端技术, 后台选用 Visual C#. NET 为程序设计语言, Visual Studio2010 . NET 为系统开发集成平台, 相应的配置: Web ASP. NET 服务开发和应用程序模板, ADO. NET 数据库的访问方式等。

(3) 数据库设计与开发。

系统采用 Microsoft SQL Server 2008 进行数据库的设计与开发。Microsoft SQL Server 2008 提供强大的数据存储和基于 Web 分析功能, 支持 XML 和 OLEDB 的多种查询方式以及分布式的分区视图功能。

2.2 功能模块设计

根据系统体系架构与所要实现的功能, 文中设计的系统主要包括云制造用户信息管理、云制造资源服务管理以及云制造业务管理三个功能模块。对于整个服务平台而言, 还有一些辅助支撑模块, 包括用户注册与登录管理、知识库管理、系统配置等。

2.2.1 云制造用户信息管理

该模块主要负责对云制造服务平台需求方的服务需求进行集中管理, 主要包括需求方的任务发布, 制造任务的搜索匹配与优选等功能。

(1) 需求任务发布: 针对云制造服务平台授权的用户开放, 用户可以通过系统用户接口 (操作界面) 向平台发布服务需求。结合已建立的资源服务描述模型, 按照其统一规范化的信息标准进行注册发布。

(2) 搜索匹配与优选: 基于用户任务要求和约束信息, 采用已建立的多层次语义匹配算法筛选得到符合条件的服务集合。用户根据具体的实际需要满足条件的服务资源进行优选配置, 同时还可以查看资源服务相关的信息, 以此来确定是否选定该服务。

2.2.2 云制造资源服务管理

该功能模块主要负责云制造资源服务管理, 通过操作界面 (操作接口) 为资源服务提供方提供服务资源的注册、修改等功能, 同时也负责对其信息真实可信性进行评估审核与确认, 以及对当前状态进行监控。

(1) 服务注册: 面向云制造服务平台的授权用户开放, 提供方通过系统用户接口 (操作界面) 将盈余服务资源注册发布到平台中, 构成云服务。同样, 过程中需结合已建的云制造资源服务描述机制, 进行统一规范化的信息接入。

(2) 服务变更与审核: 系统平台中, 云制造资源服务是动态变化的, 为了使用户获取最新的服务信息, 云制造服务平台必须及时更新产生变化的服务。对于这些产生变化的服务, 闲置的则必须重新审核, 正在执行的, 则不允许变更。审核时必须依据该资源服务的具体信息, 功能指标以及相应的约束标准进行核定, 从而

保证其真实性。

(3)资源服务监控:主要负责监控和实时反映各资源服务的具体状态,包括新服务的注册,变更,是否出现故障等,从而更有效地服务于用户。

2.2.3 云制造业务管理

该功能模块负责服务供需双方的集中管理,整个过程包括订单的调配生产,服务条款的签订和服务金额支付,服务执行和结果验收,服务质量评价等情况。

(1)订单的调配生产:企业通过服务平台系统获取产品订单信息以及各约束信息,结合自身的制造能力,对订单进行重新规划,保证在规定的生产期内完成任务,实现利润最大化。

(2)服务条款的签订和服务金额支付:为保证订购的服务能够按计划期进行,保证双方的利益,所以要签订相应的服务条款。而对于需预先支付金额的,则要求在规定期内付费,否则终止交易。过程中需要变更相关信息的,需要经双方同意并提出申请经系统

核定。

(3)服务执行和结果验收:订单在执行过程中,需按照各计划期节点进行生产,服务执行结果需回执,以保证供需双方交易的正常和合法化。

(4)服务质量评价:订单成功验收后,需求方需要对供求方的执行结果做出客观的评价,包括执行时间,价格,满意度和可靠性等。

2.2.4 其他功能

主要包括用户注册与登录管理,知识库管理,日志管理和权重计算工具等。注册与登录管理包括平台用户注册,审核和授权激活等。知识库管理主要是为系统中的个性化,智能化服务提供支撑,如语义库,服务案例管理等。日志管理主要负责整个系统服务的运行监管,以及对用户行为进行跟踪及分析管理。权重计算主要是针对云制造资源服务综合匹配过程中对各信息所占比重进行科学的评定和定量计算等。综上所述,系统的综合功能如图 3 所示。

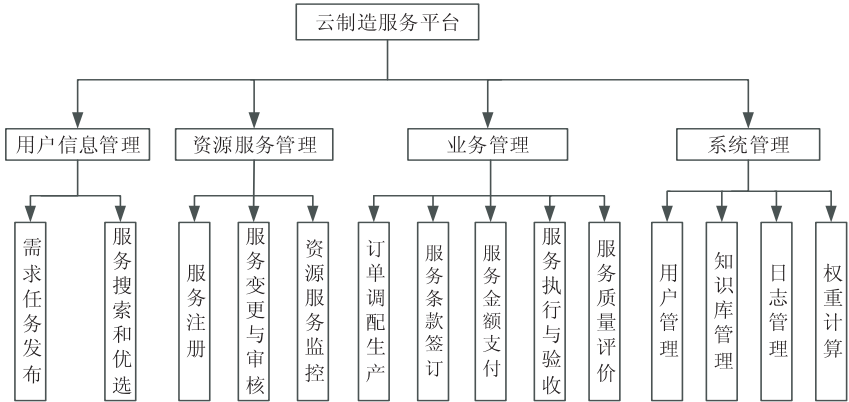


图 3 系统功能结构

3 系统验证

为了直观地展示该服务系统平台的业务与功能,结合实例对该服务系统平台的应用进行验证。以“用户资源服务需求→服务资源发布→资源服务搜索匹配→服务绑定→订单调配生产”为主线对提出的模型、方法以及算法进行分析验证。

为了保证数据的信息安全和个性化存储,设计了“用户名+密码+用户权限”的登录形式,同时也为用户开设了注册成为系统用户的功能模块,便于后续的推广与使用。当成功登录系统后,进入到系统的主界面,为了操作过程中的方便简洁,采用“左导航右内容”的框架形式。系统菜单主要包括系统管理、业务管理、用户信息管理、资源服务管理等应用模块。针对云制造资源服务管理,提供了服务注册,服务变更与审核和资源服务监控子应用模块,平台运营者要核定注册的服务资源。文中利用 Apache 的开源协议 Tuscany SCA (service component architecture) 进行资源服务化的封

装。如图 4 所示,根据对云制造资源服务的形式化描述,构建了服务注册界面,云制造资源服务注册的信息主要包括资源的基本信息、功能信息、状态信息、约束信息和制造能力信息,以及服务访问与调用接口等其他信息。整个注册过程中,使用者可以根据需要进行自定义 QoS 信息的添加,同时利用 SCA 创建的服务实体,通过 WSDL 文档进行描述,过程涉及到服务调用接



图 4 服务注册

口以及对应的 Port 和 Operation 信息。

云制造服务活动主要针对用户制造任务需求展开,系统主要对需求任务发布,任务规划分类,服务搜索匹配与优选等进行系列的管理。图 5 是需求任务发布界面,由需求者创建静态信息,主要包括任务需求者的基本信息,任务的基本信息,功能和 QoS 要求等。为把最优质的服务资源提供给用户,该系统采用了可以实现快速有效服务匹配的多层次匹配算法,为科学衡量各信息所占的权重,设计了权重计算的功能模块,同时开发了单因素匹配搜索和综合匹配搜索的模式,具体如图 6 所示。用户可以根据需求输入各权重值和设定阈值,系统会自动搜索匹配,以语义相似度的大小依次排列,提供最优的资源服务选集。用户选定匹配服务后,进入到服务绑定模块,该模块中用户需要上传有效凭证,以待核定。后续的交易等业务功能,在此不赘述。

图 5 需求任务发布

图 6 服务搜索与优选

对于企业联盟来说,订单的有效分配是其产品生产过程中的关键环节之一。用户提交订单,联盟获取订单信息后,基于各企业具体的生产能力和各订单产品的生产约束,设置优化模型和输入产品种类及参与的企业数,进行优化求解,确定最终分配方案,然后进行算法的参数设置及求解,依次输入种群规模、代沟、交叉概率、变异概率和最大迭代代数,以及订单资源

调配模型的提前/拖期惩罚系数的设定值。执行遗传操作,得到模型算法的搜索过程和对应产品订单的调配方案,以及加工甘特图。

4 结束语

文中开发了一款云制造服务平台系统,设计了系统的组织架构和业务流程,其主要组成部分包括资源服务管理、用户信息管理、业务管理和系统管理等模块,并阐述了服务注册,需求任务发布,服务搜索匹配和订单调配生产的操作步骤和应用结果,通过实例验证了提出的理论模型及算法设计的有效性。

参考文献:

- [1] 周 济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273-2284.
- [2] ADAMSON G, WANG Lihui, HOLM M, et al. Cloud manufacturing - a critical review of recent development and future trends[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2017, 30(4-5): 347-380.
- [3] XU Xun. From cloud computing to cloud manufacturing[J]. Robotics & Computer - Integrated Manufacturing, 2012, 28(1): 75-86.
- [4] LI B H, ZHANG L, CHAI X, et al. Research and applications of cloud manufacturing in China [M]//Cloud-based design and manufacturing. [s. l.]: Springer International Publishing, 2014: 89-126.
- [5] ZHANG Lin, LUO Yongliang, LI Bohu, et al. Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm[J]. Enterprise Information Systems, 2014, 8(2): 167-187.
- [6] 李伯虎, 张 霖, 任 磊, 等. 再论云制造[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 449-457.
- [7] 张 倩, 齐德昱. 公共制造云服务平台架构及其支撑技术研究[J]. 计算机应用研究, 2013, 30(8): 2266-2268.
- [8] 尹翰坤, 尹 超, 龚小容, 等. 汽摩零部件新产品开发云制造平台总体框架及关键技术[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(9): 2332-2339.
- [9] 李 强, 史志强, 邵长峰. 面向个性化定制的云制造服务平台的研发[J]. 电子技术应用, 2016, 42(5): 109-112.
- [10] 马 刚. 云制造的体系结构及平台实现技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2013.
- [11] 李伯虎, 张 霖, 任 磊, 等. 云制造典型特征、关键技术与应用[J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(7): 1345-1356.
- [12] 张 亚. 基于 SOA 架构软件服务可靠性评价方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2015, 25(4): 67-70.
- [13] 承 松, 周井泉, 常瑞云. 混沌蚁群算法的 Web 服务组合优化研究[J]. 计算机技术与发展, 2017, 27(2): 178-181.
- [14] 周 波, 曾 一, 陈恒鑫, 等. Web 服务组合匹配框架研究[J]. 计算机工程, 2017, 43(1): 98-104.