

云制造环境下基于竞标机制的云服务主动寻租

魏 乐, 舒红平

(成都信息工程学院 计算机学院, 四川 成都 610225)

摘 要: 为了对云制造环境下的主动制造提供支持, 促使服务交易双方共同获利, 提出一种将竞标机制应用于云服务主动寻租的方法. 该方法将用户制造需求分解成子任务, 以标书的形式发布, 云服务根据标书和自身实际决定是否投标; 在评标时, 竞标中心综合考虑对云服务投标书的评价和其它服务的推荐评价来决定中标云服务, 并通过招租栏使质量差的服务也有被使用的机会. 给出基于竞标机制的云服务主动寻租模型和算法描述, 通过仿真实验, 说明了方法的有效性.

关键词: 云服务; 竞标; 主动寻租; 服务评价

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)09-0005-04

Active Rent-seeking of Cloud Services Based on Bidding Mechanism for Cloud Manufacturing Environment

WEI Le, SHU Hong-ping

(Department of Computer, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

Abstract: In order to support the active manufacturing and benefit both sides of the service trade for cloud manufacturing environment, an active rent-seeking method based on bidding mechanism was raised for cloud services. Users' demand for manufacturing was broken up into several subtasks which would be published through bid documents. Cloud services decided to tender or not according to themselves and bid documents. An independent evaluator would evaluate the tender book and consider the recommending evaluations from other services comprehensively, and then seek the winning-bid one. Through a rent column, services with bad quality also had chance to be applied. Based on bidding mechanism, the active rent-seeking model and the corresponding algorithm were also presented. Finally the simulation experiment was designed and carried out. The results showed that the active rent-seeking method was valid.

Key words: cloud service; bidding; active rent-seeking; service evaluation

1 引言

云制造是一种面向服务、高效低耗和基于知识的网络化制造新模式, 它将各类制造资源和制造能力虚拟化、服务化, 用户可以根据应用需求, 随时随地、动态、敏捷地使用各类制造服务^[1], 以开展制造活动. 云制造是一种主动制造模式^[2], 云服务除了能够被任务寻找、选择之外, 还可以主动寻找任务, 实现主动寻租.

云制造作为一个新兴的概念, 相关研究均处于起步阶段. 2010 年李伯虎^[3]提出云制造的概念, 之后人们从云制造的支撑技术^[4-5]、云制造的体系结构^[6-7]、云制造中的云服务^[2,8]等方面对云制造展开了研究, 但这些研究多从宏观的角度展开论述, 缺乏对具体技术细节的探讨. 就云服务主动寻租而言, 相关研究尚未见于文献.

竞标指几家投标人为了获取招标标的而进行竞争, 目前人们已将其引入网格资源管理^[9]和多移动

收稿日期: 2012-02-08; 修回日期: 2012-03-12

基金项目: 四川省教育厅青年基金项目(12ZB199)

机器人实时编队控制^[10]中,云制造环境下存在大量功能相似而价格、时间迥异的云服务,这些服务可以主动寻找任务,以获取更多的收益.为了保证服务交易双方共同获利,文中提出基于竞标机制的云服务主动寻租方法.首先将竞标的概念与云服务结合起来,对问题进行了描述,构造了相关定义,给出对云服务进行评价的方法,并给出基于竞标机制的云服务主动寻租模型和算法.

2 相关定义

在云制造环境下,用户的制造任务发布到云制造平台中,由解析器负责任务解析,并进行功能和流程分析,生成抽象的组合云服务,之后选择合适的云服务进行组合,完成抽象组合云服务到具体云服务的映射.本文通过将招租栏中进行主动寻租的云服务与普通云服务一起进行竞标的方法,寻找参与组合的云服务.为简单起见,文中所讨论的云服务均为制造设备云服务.给出相关定义如下.

定义 1 标书. 标书 BDocument 反映用户任务分解后所得到的子任务, $BDocument = (ID, fun, specification, number, deadline, W_t, price, W_p, priority)$. 其中 ID 是标书的唯一标识; fun 是对子任务功能的描述; specification 表示需要满足的技术指标,如加工精度,平面度,粗糙度等; number 表示加工数量; deadline 表示子任务的截止时间阈值; W_t 表示时间因素在选择云服务中的权重; price 表示子任务价格阈值; W_p 表示价格因素在选择云服务中的权重; $0 \leq W_t \leq 1, 0 \leq W_p \leq 1$, 且 $W_t + W_p = 1$; priority 表示任务的优先级.

定义 2 云服务. 云服务 CS 作为竞标中的投标方,是从事制造活动的实体, $CS = (ID, fun, attribute, ability, startTime, price, eList, N, N_0)$, 其中 ID 是云服务的唯一标识; fun 表示云服务可提供的功能; attribute 表示云服务的属性,既包含基本属性,如名称、提供者等,也包含技术参数指标,如加工精度,平面度,粗糙度等; ability 表示云服务的能力,用单位时间加工的零件数来衡量; startTime 表示云服务可以开始新制造任务的时间; price 表示使用云服务加工单个零件所需支付的费用; eList 指评价列表,其中每一项表示使用过该服务的云服务对其进行的一次评价,用 evaluation 表示, $evaluation = (value, evaluator, eTime)$ 分别代表评价值、评价者和评价时间; N 表示云服务被使用的次数; N_0 表示云服务正常提供服务的次数, N_0/N 表示云服务的

可靠度. 这里假设一个云服务提供的服务越真实,那么该云服务对其它云服务所作的评价也就越可靠,因此可用 N_0/N 来衡量云服务对其它服务评价的可靠性.

定义 3 投标书. 投标书 tender 表示云服务对某一标书所作的承诺, $tender = (BDocument, CS, cost, CTime)$, 分别表示所投标的子任务、投标者、承诺的价格和承诺的完工时间, BDocument 用标书的 ID 表示, CS 用服务的 ID 表示; cost 和 CTime 可根据云服务和标书的信息进行计算,即 $cost = BDocument.number * CS.price$, $CTime = BDocument.number / CS.ability + CS.startTime$.

定义 4 直接评价. 直接评价 DE 指竞标中心根据标书 BDocument 和投标书 tender 对投标方 CS 所提供服务的的评价.

$$DE = W_p * \frac{price - cost}{price} + W_t * \frac{deadline - CTime}{deadline - now} \quad (1)$$

其中 now 表示竞标日期,主要是为了将 deadline 转换成一个数值,以便于计算.

定义 5 推荐评价. 设存在云服务 CS, 使用过该服务的所有云服务的集合称之为 CS 的伙伴集,记为 $partner(CS) = \{CS_1, CS_2, \dots, CS_n\}$, 集合中的元素称为 CS 的伙伴. 设 $CS.eList = \{evaluation_1, evaluation_2, \dots, evaluation_m\}$, 则竞标中心可根据 CS 伙伴对其的评价,计算得到对 CS 提供服务的推荐评价 RE.

$$RE = \frac{1}{m} * \sum_{i=1}^m evaluation_i.value * \frac{evaluation_i.evaluator.N_0}{evaluation_i.evaluator.N} \quad (2)$$

显然, $evaluation_i.evaluator \in partner(CS)$.

定义 6 评标. 竞标中心根据直接评价和推荐评价对投标方进行综合评估,以选择胜出的投标方,称之为评标. 设存在投标方 CS, 直接评价和推荐评价在综合评价中的权重为 W_d 和 W_r , 则对 CS 的综合评价 $CE(CS)$ 为

$$CE(CS) = W_d * DE(CS) + W_r * RE(CS) \quad (3)$$

其中 $0 \leq W_d \leq 1, 0 \leq W_r \leq 1$, 且 $W_d + W_r = 1$. 所有投标者构成的集合称为竞争集,记为 BS, 所谓的评标就是从 BS 中选择综合评价最高的云服务 $\max_{i=1,2,\dots,n} CE(CS_i), CS_i \in BS$.

定义 7 招租栏. 招租栏 RColumn 中存放进行主动寻租的云服务, $RColumn = (calculator, RC-$

SS). 其中 calculator 表示计算器,在云服务要求加入招租栏时,calculator 负责判断加入招租栏的条件是否能够满足;此外当有招标信息到达时,计算器根据云服务状态和标书信息决定云服务是否参与竞标. $RCSS = \{CS_1, CS_2, \dots, CS_n\}$ 表示进行寻租的云服务集,每一个云服务 $CS_i (1 \leq i \leq n)$ 满足

$$now - CS_i.startTime \geq \xi \quad (4)$$

其中,now 表示当前时间, ξ 表示加入招租栏的时间阈值;如果一个云服务超过 ξ 长的时间没有被调用,则该服务能够申请加入招租栏,并可以通过降低价格 cost、减少时间 CTime 来保证能够被调用.

3 基于竞标机制的云服务主动寻租

3.1 模型

为了实现基于竞标机制的云服务主动寻租,在服务选择逻辑中引入了竞标中心、招租栏两个部件,基于竞标机制的主动寻租模型如图1所示.任务分析器的作用是接收用户的制造任务,并进行分析,同时结合功能和流程分析的结果生成抽象组合云服务.抽象组合云服务的每个成员服务对应于一个子任务,送往竞标中心.竞标中心由标书生成器、标书池、评标器和选择器构成,标书生成器根据接收的子任务信息生成标书,存入标书池;标书池存放尚未开标和竞标失败的标书,根据标书的 priority 对标书进行排队,并将招标信息送往招租栏或服务集进行招标;参加投标的云服务将投标书送往评标器,评标器根据投标书、标书以及投标云服务伙伴集的相关信息,确定中标的云服务;中标的云服务由选择器选中,送往抽象组合云服务进行服务组合.招租栏中的计算器可以根据标书和云服务信息判断云服务能否完成标书任务,从而决定是否参与投标;招租栏中的云服务来自于云服务集,在进行竞标时,具有优先中标权,这样做的目的是为了保证所有云服务都可以从云制造环境中受益.

3.2 算法

基于竞标机制的云服务主动寻租算法描述如下:

步骤1:云服务 CS 周期性地向招租栏发送加入的请求,计算器根据式(4)判断主动寻租的条件是否满足,若满足则 CS 加入招租栏,记为 $CS \rightarrow RCSS$,进入步骤2.

步骤2:用户向云制造平台发送制造任务,任务分析器对制造任务进行解析,并进行功能和流程分析,生成抽象的组合云服务;组合云服务的每个成员

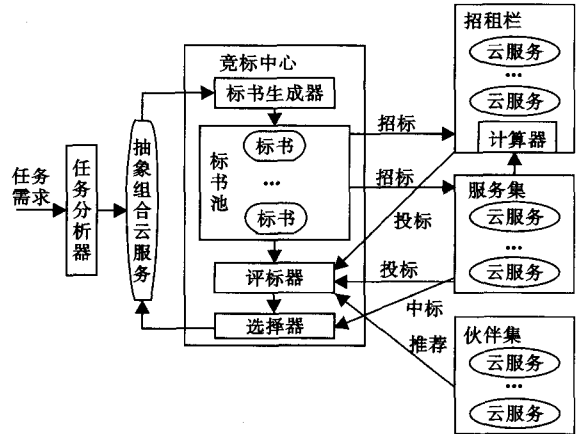


图1 基于竞标机制的云服务主动寻租模型

称之为一个子任务,送往竞标中心,由标书生成器生成标书 BDocument,存入标书池 BPool;若 $BPool \neq \Phi$,则根据 BDocument. Priority 对标书进行排队,进入步骤3.

步骤3: BPool 中刚加入一个标书或定时时间到,则执行下面操作:若 $BPool = \Phi$,进入步骤8;否则从 BPool 中选择优先级最高的标书 BDocument_i;将 BDocument_i 发送至 RColumn,置候选服务集 $WS = \Phi$,对 RCSS 中的每个云服务 CS_j ,若 BDocument_i. fun $\subseteq$ CS_j . fun, 且 BDocument_i. specification $\subseteq$ CS_j . attribute, 则 $CS_j \rightarrow WS$;若 $WS \neq \Phi$,进入步骤4;若 $WS = \Phi$,转步骤6.

步骤4:对 $WS = \{CS_1, CS_2, \dots, CS_n\}$ 中的每个服务 CS_k , calculator 判断 BDocument_i. number / CS_k . ability + CS_k . startTime $\leq$ BDocument_i. deadline 和 BDocument_i. number * CS_k . price $\leq$ BDocument_i. price 是否成立,若不成立 CS_k 从 WS 中删除,记为 $WS \rightarrow CS_k$;若 $WS \neq \Phi$,进入步骤5;若 $WS = \Phi$,且 $CS_k \in RColumn$,转步骤6;若 $WS = \Phi$,且 $CS_k \notin RColumn$,流标转步骤7.

步骤5:对 $WS = \{CS_1, CS_2, \dots, CS_n\}$ 中的每个服务 CS_i ,向招标中心的评标器发送投标书 tender_i,确定 CS_i 的伙伴集 partner(CS_i);根据式(1)~(3)对 CS_i 进行评标,选择综合评价最高的云服务 CS_m ,将 CS_m . ID 送选择器;选择器从服务中心选中 CS_m 进行组合,转步骤8.

步骤6:标书 BDocument_i 送服务集,对服务集中的每个云服务 CS_i ,若 BDocument_i. fun $\subseteq$ CS_i . fun, 且 BDocument_i. specification $\subseteq$ CS_i . attribute, 则 $CS_i \rightarrow WS$;若 $WS = \Phi$,流标进入步骤7;否则转步骤4.

步骤 7: 若 $BDocument_i$ 流标, 将其优先级置为最低, 否则将 $BDocument_i$ 从 $BPool$ 中删除; 转步骤 3.

步骤 8: 算法结束.

3.3 仿真实验

为了评价基于竞标机制的云服务主动寻租方法对云服务选择的影响, 设计了仿真实验. 实验比较随机云服务选择、基于评价的云服务选择和基于竞标机制的云服务选择三种方法的效果, 并对结果进行分析和评价. 三种选择方法为: ①随机云服务选择: 在满足功能需求的服务列表中随意选取并访问, 不借鉴任何信息; ②基于评价的云服务选择: 在满足功能的服务列表中, 选择时间、价格满足要求, 且综合评价价值最大的云服务; ③基于竞标机制的云服务选择: 云服务根据需要可加入招租栏和普通服务集, 先在招租栏中选择功能、时间、价格满足要求, 且综合评价价值最大的云服务, 若没有则在普通服务集中寻找.

实验模拟了招租栏中存在 20 个服务、服务集中 50 个服务, 标书池仅存放 1 个标书(标书池有多个标书的处理过程类似, 只需要按照优先级的顺序来处理即可)的情况, 70 个云服务在功能上均能满足标书的要求. 设标书的截至时间阈值 $deadline=80$, 为了计算的方便, 以当前时间为基点, 并将其转换为数值类型; 标书的加工数量 $number=1600$; 标书的价格阈值 $price=200$; $W_t=0.4$, $W_p=0.6$. 用 30~60 之间的随机数模拟云服务的能力 $ability$; 用 10~60 之间的随机数模拟云服务可开始新制造任务的时间 $startTime$; 每个云服务的评价列表 $eList$ 中存放 10 条评价 $evaluation$ (假设每个云服务的伙伴集 $partner$ 均包含 10 个云服务, 这些评价者的可靠度用 0~1 之间的随机数模拟), 评价值为 0~1 之间的随机数. 投标书的 $cost$ 用 150~210 之间的随机数模拟, 直接评价和推荐评价在综合评价中的权重为 $W_d=0.8$ 和 $W_r=0.2$. 实验构造了 20 次应用, 通过对比三种选择方法所选中云服务的评价价值来衡量其有效性. 仿真实验的结果如图 2 所示.

从仿真实验结果可以看出, 采用基于随机选择的方法, 评价值的变动范围较大, 且大多数评价较低; 采用基于评价的云服务选择方法, 评价值可保持在一个较高的水平; 采用基于竞标机制的方法, 评价值大多情况下保持在一个较高的水平, 且与基于评价的方法相同, 但在某些情况下, 其评价值低于基于评价的方法, 出现这种问题的原因在于此时是从招

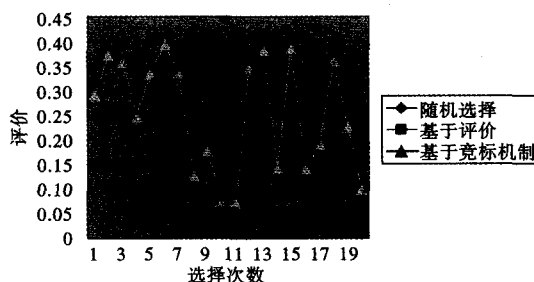


图 2 仿真实验结果

租栏中寻找服务, 使得评价价值不高的云服务也得到了被使用的机会; 采用随机选择方法, 有时选出服务的评价价值可以很高, 甚至大于基于评价的选择方法, 其原因在于随机选择没有考虑任务的时间和价格约束. 经跟踪统计, 在 20 次应用, 基于竞标机制的方法有 6 次从招租栏中选出所需服务(这 6 次评价价值较低, 但也能够满足任务的时间和价格约束); 其余 24 次从服务集中选出服务; 其评价价值与基于评价的方法相同, 这说明基于竞标机制的方法在促使交易双方获利上的有效性.

4 结束语

在云制造环境下存在大量功能相似, 但质量不同的云服务, 因此选择合适的云服务成为云制造必须要解决的一个问题; 整体来看, 对云服务选择的研究尚处于起步阶段. 本文将竞标机制引入云服务的选择中, 招租栏的引入使得质量稍差的云服务也有获益的机会; 竞标使得用户的制造需求能够更好的得到满足; 最终使交易双方获利; 仿真实验也证明了方法的可用性. 下一步任务是将可信计算和智能算法与竞标机制相结合, 以实现云服务的主动、智能和可信寻租.

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 陶飞, 张霖, 郭华, 等. 云制造特征及云服务组合关键问题研究[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 477-486.
- [3] 李伯虎, 张霖, 王时龙, 等. 云制造——面向服务的网络化制造新模式[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(1): 1-7.
- [4] 李伟平, 林慧苹, 莫同, 等. 云制造中的关键技术分析[J]. 制造业自动化, 2011, 33(1): 7-10.

(下转第 14 页)

类典型且关键的数据,其一方面存在着海量、持续、不确定等特征,另一方面在物联网应用中对其提出了多样化、实时的处理需求.为了满足具有上述特性的感知数据实时处理需求,本文采用云计算典型的分布式无共享集群架构,并对现有批处理方式的 MapReduce 计算模型进行扩展,提出了一种并行化的海量感知数据实时处理模型,同时还给出了相应的编程接口.进一步,在此基础上设计了一种去中心化的分布式感知数据实时处理系统架构以及基于 ZooKeeper 的集群伸缩管理方案,以支撑了感知数据处理系统的实时性及扩展性.

参考文献:

- [1] 王珊,王会举,覃熊派,等. 架构大数据: 挑战、现状与展望[J]. 计算机学报, 海量数据处理专刊, 2011, 34(10): 1741-1752.
- [2] The Stream Group. STREAM: the stanford stream data manager[J]. IEEE Data Engineering Bulletin, 2003, 26(1): 19-26.
- [3] Abadi D J, Ahmad Y, Balazinska M, et al. The design of the borealis stream processing engine[C] // The 2nd Biennial Conf. on Innovative Data Systems Research(CIDR'05). Asilomar, CA, 2005.
- [4] Neumeyer L, Robbins L, Nair A, et al. S4: Distributed stream computing platform[C] // Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW 2010). Sydney, Australia, 2010: 170-177.
- [5] Dean J, Ghemawat S. MapReduce: simplified data processing on large clusters[J]. ACM Communication, 2008, 51(1): 107-113.
- [6] Apache. Hadoop V1.0.0 [EB/OL]. (2011-11-10) [2011-12-15]. <http://hadoop.apache.org/>.
- [7] 倪明选, 罗吴蔓. 数据爆炸时代的技术变革[J]. 中国计算机学会通讯, 数据密集型计算专题, 2011, 7(7): 12-20.
- [8] Apache, ZooKeeper [EB/OL]. (2010-01-15) [2012-02-20]. <http://ZooKeeper.apache.org/>.
- [9] 朱定局. 并行时空模型[M]. 北京: 科学出版社, 2009, 10.
- [10] 亓开元, 赵卓峰, 房俊, 等. 针对高速数据流的大规模数据实时处理方法[J]. 计算机学报, 2012, 35(3): 477-490.

作者简介:



赵卓峰 男, (1977—), 博士, 副研究员. 研究方向为云计算、感知数据处理、服务计算

魏文飞 男, (1975—). 研究方向为数字城市、智慧城市、GIS.

马强 男, (1986—), 硕士研究生. 研究方向为数据流处理、大规模数据处理

(上接第 8 页)

- [5] 尹超, 黄必清, 刘飞, 等. 中小企业云制造服务平台共性关键技术体系[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 495-503.
- [6] 范文慧, 肖田元. 基于联邦模式的云制造集成体系架构[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 469-476.
- [7] 李春泉, 尚玉玲, 胡春杨. 云制造的体系结构及其关键技术研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2011(7): 104-107.
- [8] 任磊, 张霖, 张雅彬, 等. 云制造资源虚拟化研究[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 511-518.
- [9] 赵宏, 杨愚鲁. 基于竞标机制的网格资源管理模型的模拟[J]. 计算机工程, 2007, 33(4): 85-87.
- [10] 杨帆, 刘士荣. 基于竞标机制的多移动机器人实时编队控制[J]. 华东理工大学学报·自然科学版, 2010, 36(1): 113-120.

作者简介:



魏乐 男, (1979—), 硕士, 讲师. 研究方向为企业信息化、服务计算