

基于质量评价及需求匹配的 制造设备云服务选择*

赵秋云, 魏 乐, 舒红平

(成都信息工程大学 计算机学院, 成都 610225)

摘要: 针对云制造环境下的云服务优选问题, 提出一种基于质量评价及制造需求匹配的制造设备云服务选择方法。在功能匹配的基础上, 根据用户的价格和时间需求对制造设备云服务进行筛选, 形成候选服务集, 并将物流云服务纳入筛选的依据; 随后采用主观评价和云制造平台客观评价相结合的方法评估云服务的质量, 并根据综合评价结果从候选服务集中选择合适的制造设备云服务及其对应的物流云服务。实例分析表明, 该方法能够提高制造设备云服务选择的有效性, 并实现对云服务价格的动态管理。

关键词: 制造设备云服务; 物流云服务; 质量评价; 需求匹配; 服务选择; 动态价格管理

中图分类号: TP393.09 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2015)11-3387-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-3695.2015.11.044

Selection of manufacturing equipment cloud service based on quality evaluation and requirement matching

Zhao Qiuyun, Wei Le, Shu Hongping

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

Abstract: To optimize the cloud service selection in the cloud manufacturing environment, this paper proposed a selection method of the services based on the quality evaluation and the manufacturing requirement matching. First based on the function matching, it screened manufacturing equipment cloud services according to the cost and time requirement from users and then formed the optional service collection, introduced logistics cloud services into the service selection. Then it evaluated the cloud service quality in two ways of the subjective evaluation of users and the objective one of the cloud manufacturing platform. Finally with the evaluation, it selected out the suitable manufacturing equipment cloud services and the corresponding logistics services from the service collection. Example analysis shows that manufacturing equipment cloud services could be selected more effectively with the method and the service cost could be managed dynamically.

Key words: manufacturing equipment cloud service; logistics cloud services; quality evaluation; requirement matching; service selection; dynamic cost management

0 引言

云制造是一种利用网络和云制造服务平台, 按用户需求组织网上制造资源, 为用户提供各类按需制造服务的一种网络化制造新模式^[1]。它是一种面向服务的制造^[2], 服务提供者将自身剩余的各类制造资源和制造能力通过服务化封装, 以云服务的形式发布到云制造平台中, 供服务使用者使用, 从而支持使用者制造活动的开展。云制造环境下存在大量的制造云服务, 这些服务由不同的企业提供, 其质量也参差不齐, 因此如何选择合适的制造云服务, 成为云制造模式落地的关键。

目前, 云制造成为业界研究的热点, 除了对云制造的概念、关键技术和体系架构等内容进行阐述^[3-6]之外, 人们也从多个方面对制造云服务的选择进行了研究。李慧芳等人^[7]提出一种智能化的制造云服务搜索与匹配方法, 该方法首先根据服务的类型和状态信息, 进行服务的快速过滤, 之后通过对服务进

行功能属性和非功能属性的匹配来实现进一步筛选; 最后利用计算综合相似度实现制造云服务的选择。该方法更多关注于匹配度的计算, 对一些更为具体的问题没有涉及, 如在实现QoS匹配时, 并未说明服务的QoS值是如何形成的。杨琛等人^[8]提出了一个基于本体的云制造服务发现模型, 该模型在云服务请求语义扩展的基础上, 通过目标匹配、质量匹配和过程匹配, 来实现云服务的选择, 其研究的重点在于制造资源的本体描述上, 并未就选择过程中如何实现目标匹配、质量匹配和过程匹配展开叙述。朱李楠等人^[9]提出了一个基于RVCS的云制造资源封装、发布和发现模型, 该模型由云代理通过匹配云服务属性、资源云属性和提供者属性来实现资源云的发现与匹配, 但并未说明匹配的细节, 同时也没有考虑服务的非功能属性。尹超等人^[10, 11]对基于OWL-S的云制造服务语义匹配方法和面向新产品开发的云制造服务资源组合优选模型进行了研究, 探讨了服务与需求之间功能匹配和非功能需求匹配

收稿日期: 2014-08-10; 修回日期: 2014-10-23 基金项目: 四川省应用基础研究计划资助项目(2012JY0112); 四川省软科学研究计划资助项目(2012ZR0116); 四川省教育厅青年基金资助项目(12ZB199, 13ZB0081); 成都市高校院所应用成果转化资助项目(12DXYB100JH-002); 成都信息工程大学中青年学术带头人科研项目(J201510)

作者简介: 赵秋云(1979-), 女, 河南漯河人, 讲师, 硕士, 主要研究方向为云计算、企业信息化(zqyuen@cuit.edu.cn); 魏乐(1979-), 男, 河南郑州人, 副教授, 硕士, 主要研究方向为云计算、可信计算; 舒红平(1974-), 男, 重庆人, 教授, 博士, 主要研究方向为数据挖掘、企业信息化。

的实现,有效地支持了制造云服务的优选,但其在衡量资源云服务时仅依赖于用户的主观评价,无法抑制恶意评价。高一聪等人^[12]对制造资源耦合映射与模糊匹配技术进行了研究,通过基于模糊积分的云制造服务资源匹配方法,计算服务资源对需求的匹配度,该方法侧重于如何实现用户需求与云服务的功能属性匹配,未涉及非功能属性匹配的描述。

上述工作从功能匹配、QoS匹配和组合优选等角度,对制造云服务的选择问题进行了研究,取得了大量成果,但具体到制造设备云服务的选择,依然有一些问题需要解决:a)众多的研究借鉴了Web服务的研究成果,更多地从功能匹配的角度切入问题,而非功能属性的匹配研究不多,对制造业务活动的需求考虑不够全面;b)因为牵涉到服务提供者、消费者和运营者的多方利益,对制造云服务质量的评价必须全面、客观、准确,需要能够发现并抑制恶意评价;c)制造设备云服务不同于一般云服务,对它的选择必须考虑因物理位置而带来的运输成本和时间因素,但现有研究对此考虑不够;d)在云服务价格管理中,现有研究多从服务消费者的角度考虑问题,缺乏有效的价格管理策略。

因此,本文在对问题进行描述、分析的基础上,提出基于质量评价及需求匹配的制造设备云服务选择方法。与传统的选择方法相比,该方法对服务质量的评价采用主观和客观评价相结合的方式,以消除恶意评价和人为提高服务质量;在对用户制造需求进行描述的基础上,结合制造活动的业务特点,将质量评价、时间和价格作为制造设备云服务选择的重要依据;通过在与用户需求匹配的服务中选择质量评价最高的制造设备云服务,最大程度地保障制造活动的顺利开展。

1 问题描述与相关定义

制造设备云服务作为现实世界中制造设备的抽象,是云制造环境下一类非常重要的云服务,也是与传统Web服务区别最大的云服务。与传统Web服务选择不同,制造设备云服务的选择必须要考虑距离、价格、时间、状态、物流等因素,力争“一次到位”,尽量选择既能满足制造需求,又能提供较高质量的云服务。云制造模式建立在多个理性主体形成的供需交易市场的基础上^[13],为保证各方的利益,对服务质量的评价必须全面、客观、准确。为便于描述问题,给出相关定义如下。

定义1 质量评价特征。服务使用者或云制造平台对服务质量的评价指标,称为质量评价特征。根据制造设备云服务的特点,评价特征取可靠性 R 、可用性 A 、可维护性 M 、时间 T 和价格 C 。

a) 可靠性指制造设备云服务在一个完整的时间间隔之内正常运行的能力。假设在 $(0, t)$ 的时间内调用制造设备云服务 S 的次数为 N ,正常响应的次数为 N_r ,则可靠性为

$$R(S) = N_r / N \quad (1)$$

b) 可用性指任一时刻制造设备云服务能正常运行的概率。假设在 $(0, t)$ 的时间内,制造设备云服务 S 正常提供服务的时间为 T_r ,维护和故障修复时间为 T_m ,则可用性为

$$A(S) = T_r / (T_r + T_m) \quad (2)$$

c) 可维护性指制造设备云服务在某一时刻能够得到修复的概率。假设在 $(0, t)$ 的时间内,制造设备云服务 S 共检测出故障 D 次,被修复的次数为 D_r 次,则可维护性为

$$M(S) = D_r / D \quad (3)$$

d) 时间指制造设备云服务完成任务的及时性。假设使用制造设备云服务 S 的等待时间为 T_w , S 提供服务的时间为 T_o ,物流运输时间为 T_t ,则时间可描述为

$$T(S) = 1 / (T_w + T_o + T_t) \quad (4)$$

e) 价格指使用制造设备云服务的平均花费。假设使用制造设备云服务 S 的平均单件产品花费为 C_u ,平均单件产品每千米运输费用为 C_t ,则价格描述为

$$C(S) = 1 / (C_u + C_t) \quad (5)$$

定义2 服务质量客观评价。云制造平台自身在 t 时刻对服务 S 所做的评价称为客观评价。记为

$$OE(S, t) = \sum_{k=1}^n \frac{W_k}{F_k \in FS} \times F_k \quad (6)$$

其中: FS 为评价特征集; F_k 为评价特征; n 为评价特征的个数; W_k 为对应评价特征的权重, $\sum_{k=1}^n W_k = 1$ 。一段时间内,若平台对制造设备云服务 S 共评价了 n 次,则对 S 的客观评价 $OE(S)$ 为

$$OE(S) = \sum_{i=1}^n OE(S, t_i) / n \quad (7)$$

定义3 服务质量主观评价。某次服务交易完成后,服务使用者 S_i 可以对所用服务 S_j 的服务质量进行评价,因为其评价具有主观性,故称为主观评价。记为 $SE(S_i, S_j, t) = (Value, t)$, $Value$ 表示 S_i 对 S_j 本次服务质量的评价值,取 $[0 \sim 1]$,其值越大,表示服务质量越好; t 表示本次评价的时间。一段时间内,若 S_i 对 S_j 进行了 n 次评价,则 S_i 对 S_j 的主观评价 $SE(S_i, S_j)$ 为

$$SE(S_i, S_j) = \sum_{k=1}^n SE(S_i, S_j, t_k) \cdot Value / n \quad (8)$$

定义4 主观评价系数。设服务使用者 S_i 对 S_j 的主观评价为 $SE(S_i, S_j)$,平台对 S_j 的客观评价为 $OE(S_j)$,则 S_i 的主观评价系数定义为

$$H(S_i) = \begin{cases} 1 - \frac{SE(S_i, S_j) - OE(S_j)}{OE(S_j)} & OE(S_j) \leq SE(S_i, S_j) < 2OE(S_j) \\ 1 + \frac{OE(S_j) - SE(S_i, S_j)}{OE(S_j)} & SE(S_i, S_j) < OE(S_j) \text{ 且 } \\ & OE(S_j)^2 - OE(S_j)(1 + SE(S_i, S_j)) + SE(S_i, S_j)^2 > 0 \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (9)$$

其中:其他条件包括,当 $SE(S_i, S_j) \geq 2OE(S_j)$ 时意味着主观评价超过客观评价的两倍,此时可以认为存在故意提高服务评价;当 $SE(S_i, S_j) < OE(S_j)$,且 $OE(S_j)^2 - OE(S_j)(1 + SE(S_i, S_j)) + SE(S_i, S_j)^2 \leq 0$ 时,意味着主观评价者恶意降低服务评价;两种情况下评价者的评价系数均按0处理。

定义5 服务质量综合评价。设平台对制造设备云服务 S 的客观评价为 $OE(S)$,共有 n 个服务使用者对 S 进行了主观评价 $SE(S_i, S)$,且主观评价系数均不为0, $1 \leq i \leq n$,则 S 的服务质量综合评价 $CE(S)$ 为

$$CE(S) = (\sum_{i=1}^n H(S_i) \times SE(S_i, S)) / n \quad (10)$$

定义6 制造设备云服务。制造设备云服务 S 可以定义为一个六元组 $S = (ID, Fun, BAttr, DAttr, ESet, TList)$,其中

a) ID是云服务的唯一标志。

b) Fun是云服务的能力描述, $Fun = (\text{生产类型}, \text{生产对象类型}, \text{对象材料特征}, \text{对象形状特征}, \text{对象尺寸特征}, \text{对象重量特征}, \text{对象加工精度}, \dots)$ 。

c) BAttr是云服务的基本属性信息描述, $BAttr = (\text{名称}, \text{用}$

途、提供者、物理位置、联系人、联系方式、型号、购置时间、生产企业、使用寿命、驱动方式)。

d) DAttr 是云服务的动态属性信息描述, $DAttr = (State, Cost, Speed, EC, PTime)$, 分别表示状态、价格、加工速度、评价特征值和预约时间列表; State 有空闲、忙、维修、预约四种状态; Cost 以“元/件”表示; Speed 以单位时间完成的零件数表示; EC 表示评价特征的值, 是计算某一时刻客观评价的依据; PTime 是预约时间列表, $PTime = (SID, PStart, PEnd)$, 分别表示预约服务的 ID、预约开始时间和结束时间。

e) ESet 表示评价结果集, $ESet = (SESet, OESet)$, 包括主观评价集和客观评价集。

f) TList 表示任务处理列表, 其中的每一个列表项 PTask 表示一项处理的任务, $PTask = (ID, TP, Num, \xi_C, \xi_T, State, Remain-Num, ProcessID, ProcessName, ProcessStart, ProcessEnd, Plan-Start, PlanEnd)$, 分别表示任务标志、加工参数、加工数量、价格阈值、时间阈值、任务状态、未加工的数量、工序标志、工序名称、工序开工日期、工序完工日期、计划/实际开工时间和计划/实际完工时间。

定义 7 制造任务。制造任务 Task 描述为一个六元组, $Task = (TID, TP, Num, \xi_C, \xi_T, Weight)$, 分别表示任务的标志、加工参数、加工数量、价格阈值、时间阈值和单件重量。

定义 8 物流云服务。物流云服务 TS 定义为一个六元组 $TS = (ID, TMode, TCost, TSpeed, TWeight, TObject)$, 分别表示服务标志、运输方式、运输价格、运输速度、运输重量和运输对象类型, 运输价格以“元/千克·千米”表示, 运输速度以“千米/小时”表示。

2 制造设备云服务的选择

2.1 动态价格管理策略

云制造模式下, 服务提供者、消费者和运营者等各方作为智能主体, 以满足自身利益需求并实现利益最大化为目标。因此为了均衡各方的利益, 本文引入动态价格管理策略, 即当某一制造云服务因为价格过高而长期未被使用时, 可以采用降低服务价格的方法以获得收益; 而当某一制造云服务因价格低廉而一直处于满负荷运行状态时, 可以采用提高服务价格的方式以均衡负载。但无论是降低价格还是提高价格, 都应该由服务提供者同意, 云制造平台仅提供建议。

具体实现时, 由平台维护一张服务选择列表 $SList = (SID, LastTime, SCount, MinCost, RCondition, ECondition)$, 分别表示服务 ID、最后一次完成任务的时间、因负载过高未被选择的次数、允许的最低价格、降低价格的条件阈值和提高价格的条件阈值。设当前时间为 Now, 调整系数为 α (由服务提供者设置), 服务价格用 Cost 表示, 则制造设备云服务 S 的动态价格调整可描述为

$$S.DAttr.Cost =$$

$$\begin{cases} (1 + \alpha) * S.DAttr.Cost & SCount \geq ECondition \\ (1 - \alpha) * S.DAttr.Cost & Now - LastTime \geq RCondition \end{cases} \quad (11)$$

如果为降低服务价格, 调整后的价格满足 $S.DAttr.Cost \geq MinCost$ 。

2.2 选择算法

云制造环境下的制造任务通常可以分解为多个子任务, 每个子任务可以选择合适的云服务来完成。被选择的云服务除

了在功能上与任务匹配之外, 还必须考虑时间、价格和服务质量因素。如果制造设备云服务能够在时间上满足制造任务需求, 则称制造设备云服务和制造任务时间匹配; 若制造设备云服务能够在价格上满足制造任务需求, 则称制造设备云服务和制造任务价格匹配。

设某一制造任务为 Task, 与该任务功能匹配的制造设备云服务集合构成候选服务集 WS, 则基于质量评价和需求匹配的制造设备云服务选择算法描述如下:

1) 置集合 $TS = \emptyset$, 对 WS 中的每个云服务 S_i , 假设可用的物流云服务集合为 $TWS(S_i)$ 。

a) 置 $TTS(S_i) = \emptyset$, 对 $TWS(S_i)$ 中的每一个物流云服务 S_j , 如果满足 $S_i.DAttr.Cost \times Task.Num + S_j.TCost \times did(S_i, x) \times (Task.Weight \times Task.Num) \leq Task.\xi_C$, 则 S_j 加入 $TTS(S_i)$, 记为 $S_j \rightarrow TTS(S_i)$; 关系式中 $did(S_i, x)$ 表示运输的距离, 可根据制造流程中下一云服务 x 与 S_i 的物理位置来计算, Task.Weight 表示制造任务单件产品的重量, 可根据工艺文件计算得到。

b) 若 $TTS(S_i) \neq \emptyset$, 遍历完 $TWS(S_i)$ 后, S_i 加入 TS, 且 S_i 从 WS 中删除, 记为 $S_i \rightarrow TS$ 和 $WS \rightarrow S_i$ 。

c) 若 $WS \neq \emptyset$, 对 WS 中的每个云服务 S_k , 访问服务选择列表 SList, 并获取当前时间 Now, 如果 $Now - SList(S_k).LastTime \geq SList(S_k).RCondition$, 且 $(1 - \alpha) \times S_k.DAttr.Cost \geq SList(S_k).MinCost$, 则按照式 (11) 降低服务 S_k 的价格。

2) 若 $TS = \emptyset$, 转步骤 6), 否则, 置 $RS = \emptyset$, 对 TS 中的每一个云服务 S_i , 均存在满足价格需求的物流云服务集合 $TTS(S_i)$ 。

a) 设现在时间为 Now, 判断云服务 S_i 的状态, 对 $TTS(S_i)$ 中的每个物流云服务 S_j 。

(a) 如果 $S_i.State = \text{空闲}$, 若不满足 $Now + Task.Num/S_i.Speed + did(S_i, x)/S_j.TSpeed \leq Task.\xi_T$, 则 S_j 从 $TTS(S_i)$ 中删除, 记为 $TTS(S_i) \rightarrow S_j$ 。

(b) 如果 $S_i.State = \text{忙}$, 若不满足 $\max(S_i.Tlist.PTask_m.PlanEnd) + Task.Num/S_i.Speed + did(S_i, x)/S_j.TSpeed \leq Task.\xi_T$, 则 S_j 从 $TTS(S_i)$ 中删除, 记为 $TTS(S_i) \rightarrow S_j$, $\max(S_i.Tlist.PTask_m.PlanEnd)$ 表示云服务 S_i 的任务处理列表中的最大计划完工时间。

(c) 如果 $S_i.State = \text{维修}$, 若不满足 $MTTR + \max(S_i.Tlist.PTask_m.PlanEnd) + Task.Num/S_i.Speed + did(S_i, x)/S_j.TSpeed \leq Task.\xi_T$, 则 S_j 从 $TTS(S_i)$ 中删除, 记为 $TTS(S_i) \rightarrow S_j$ 。

(d) 置标记 flag = 0, 如果 $S_i.State = \text{预约}$, 若 $\max(S_i.Tlist.PTask_m.PlanEnd) + Task.\xi_T \leq \min(S_i.Dattr.Ptime_n.PStart)$, 则判断 $\max(S_i.Tlist.PTask_m.PlanEnd) + Task.Num/S_i.Speed + did(S_i, x)/S_j.TSpeed \leq Task.\xi_T$ 是否满足, 若满足则置 flag = 1;

若 $\max(S_i.Tlist.PTask_m.PlanEnd) + Task.\xi_T > \min(S_i.Dattr.Ptime_n.PStart)$, 则对预约列表按照 PStart 进行升序排列,

同时计算 $PDis = \sum_{n=1}^m (S_i.Dattr.Ptime_{n+1}.Pend - S_i.Dattr.Ptime_n.PStart)$, 判断 $\min(S_i.Dattr.Ptime_n.PStart) + PDis + Task.Num/S_i.Speed + did(S_i, x)/S_j.TSpeed \leq Task.\xi_T$ 是否满足, 若满足则置 flag = 1;

如果 flag = 0, 则 S_j 从 $TTS(S_i)$ 中删除, 记为 $TTS(S_i) \rightarrow S_j$, PDis 表示预约的时间之和。

b) 若 $TTS(S_i) \neq \emptyset$, S_i 从 TS 中删除, 并加入 RS, 记为 $TS \rightarrow$

$S_i, S_i \rightarrow RS$ 。

c) 若 $TS \neq \emptyset$, 对 TS 中的每个云服务 S_k , 访问服务选择列表 $SList$, 获取 $ECondition$ 和 $SNCount$, $SNCount$ 加 1, 如果 $SNCount \geq ECondition$, 则按照式(11) 提高服务 S_k 的价格。

3) 若 $RS = \emptyset$, 转步骤 6), 否则, 对 RS 中的每一个云服务 S_i , 均存在满足价格和时间需求的物流云服务集合为 $TTS(S_i)$, 对 $TTS(S_i)$ 中的每个云服务 S_k , 若 $\alpha * S_k.TCost + \beta * S_k.TSpeed \neq \min(\alpha * S_j.TCost + \beta * S_j.TSpeed)$, 则将 S_k 从 TTS 中删除 $\min(\alpha * S_j.TCost + \beta * S_j.TSpeed)$ 即成本和时间综合值最小的物流云服务 α 和 β 表示成本和时间在综合衡量中的权重, 且 $\alpha + \beta = 1$ 。

4) 对 RS 中的每一个云服务 S_i , 按照式(6) ~ (10) 计算 S_i 的综合质量评价 $CE(S_i)$, 若 $CE(S_i) \neq \min(CE(S_k))$, $k = 1, 2, \dots, n$, n 表示 RS 中云服务的个数, 则将 S_i 从 RS 中删除, 记为 $RS \rightarrow S_i$ 。

5) RS 中存在的云服务 S 即为选择的制造设备云服务, 对应 $TTS(S)$ 中的云服务即为选中的物流云服务。

6) 找不到合适的云服务, 返回 null。

2.3 实例分析

有一制造活动, 按照业务流程将其分解为若干个子任务, 某一子任务需要选择合适的制造设备云服务来完成, 任务的部分数据如表 1 所示, 为简化计算, 实例中的时间以当前时间为基准, 折合成以小时为单位的整数。

表 1 任务 Task 部分数据

Num	ξ_C	ξ_T	Weight
4000	10000 元	200	0.1 kg

设满足功能匹配的制造设备云服务共有四个, 即 $WS = \{S_1, S_2, S_3, S_4\}$, 每个制造设备云服务可以选择的物流云服务为三个, 共构成四个可选物流云服务集 $TWS(S_1)$ 、 $TWS(S_2)$ 、 $TWS(S_3)$ 和 $TWS(S_4)$, 相关数据如表 2 和 3 所示(为简单起见, 仅给出在服务选择中使用的数据)。

表 2 物流云服务部分数据

服务 ID	TCost	TSpeed	所属集合
TS_1	0.25	70	$TWS(S_1)$
TS_2	0.2	60	
TS_3	0.3	65	
TS_4	0.18	70	$TWS(S_2)$
TS_5	0.2	70	
TS_6	0.25	65	
TS_7	0.1	30	$TWS(S_3)$
TS_8	0.12	30	
TS_9	0.2	50	
TS_{10}	0.25	70	$TWS(S_4)$
TS_{11}	0.2	65	
TS_{12}	0.2	50	

表 3 制造设备云服务部分数据

指标	S_1	S_2	S_3	S_4
State	空闲	忙	维修	预约
Cost	1.31 元/件	1.2 元/件	1.0 元/件	1.15 元/件
Speed	40 件/小时	40 件/小时	45 件/小时	50 件/小时
MTTR	8	8	10	9
PTime	(130, 230); (90, 120)			
ESet	SE: (0.9, 0.7, 0.4); OE: (0.6, 0.7)	SE: (0.8, 0.7, 0.6); OE: (0.7, 0.8)	SE: (0.9, 0.6, 0.6); OE: (0.7, 0.7, 0.8)	SE: (0.8, 0.1); OE: (0.7, 0.6, 0.8)
PlanEnd	0	60	100	80
dis(S_i, x)	60 km	50 km	100 km	55 km

a) 按照表中的数据, 根据 $S_i.DAttr.Cost \times Task.Num + S_j.TCost \times dis(S_i, x) \times (Task.Weight \times Task.Num)$, 可以计算每个制造设备在选择不同物流云服务时的费用, 如表 4 所示。可以看出: 制造设备云服务 S_1 无法满足价格需求; S_2 可以满足价格需求; S_3 选择物流云服务 TS_7 和 TS_8 时可以满足价格需求; S_4 选择物流云服务 TS_{11} 和 TS_{12} 时可以满足价格需求。

表 4 选择不同制造设备云服务和物流云服务时的花费

	S_1	S_2	S_3	S_4
TS_1	11240			
TS_2	10040			
TS_3	12440			
TS_4		8400		
TS_5		8800		
TS_6		9800		
TS_7			8000	
TS_8			8800	
TS_9			12000	
TS_{10}				11000
TS_{11}				9000
TS_{12}				9000

b) 按照算法步骤 2) 中的叙述, 计算各制造设备云服务使用不同物流云服务时所需要花费的时间, 如表 5 所示。可以看出 S_3 无法满足任务的时间条件。

表 5 制造设备云服务使用不同物流云服务时的时间

	S_2	S_3	S_4
TS_4	160.714		
TS_5	160.625		
TS_6	160.769		
TS_7		202.233	
TS_8		202.233	
TS_{11}			180.846
TS_{12}			181.1

c) 假设在选择物流云服务时价格权重为 0.7, 时间权重为 0.3, 则可计算对应物流云服务的综合衡量值, 如表 6 所示。所以, 如果选择制造设备云服务 S_2 , 则应使用物流云服务 TS_4 , 如果选择制造设备云服务 S_4 , 则应使用物流云服务 TS_{11} 。

表 6 物流云服务的综合衡量值

TS_4	TS_5	TS_6	TS_{11}	TS_{12}
0.1302	0.1775	0.1796	0.1446	0.146

d) 根据式(7) ~ (10) 计算制造设备云服务 S_2 和 S_4 的综合质量评价如表 7 所示, 因为 $CE(S_4) < CE(S_2)$, 故 S_2 就是最终选中的制造设备云服务, 而 TS_4 为最终选定的物流云服务。

表 7 制造设备云服务的综合衡量值

$CE(S_2)$	$CE(S_4)$
0.737	0.686

3 结束语

云制造环境下, 大量的云服务为各种制造活动的开展提供了便利, 但却增加了服务选择的难度, 因此云服务的选择成为云制造能否落地的关键。以制造设备云服务为研究对象, 从保障制造活动顺利进行的角度出发, 提出一种基于质量评价和需求匹配的制造设备云服务选择方法。本文明确地给出了制造设备云服务质量评价的计算方法, 该方法综合衡量对制造设备云服务的主观质量评价和客观质量评价, 有效地抑制了恶意评价带来的不公平问题; 提出一种动态价格管理策略, 在一定程度上保障了服务提供者的利益, 同时也有利于云服务的负载均衡; 结合制造业务活动的需求, 在选择制造设备云服务时, 将物流与价格、时间、质量和服务状态等因素一并考虑, 明确了物流因素对选择结果的影响。本文的研究工作针对制造设备云服务, 并且在选择时没有考虑物料、功能匹配、工艺保密性等问题, 未来工作中将对这些内容进行探讨。(下转第 3394 页)

由于需要进行比特分配步骤,因此运行时间有所增加,但仍远小于 BPSK;综合以上几种系统性能的比较分析可以看出,采用自适应调制方式可以在保证误码率的情况下,在较低的计算复杂度下获得较好的峰均功率比抑制效果。

图6中分别对比了未采用降低 PAPR 方法的原始信号以及采用自适应调制方式的原始信号的 CCDF 曲线,可明显看出,在原始信号发送时的采用自适应调制方式可以有效降低系统的 PAPR,降低值约为 0.2 dB 左右。对比 PTS 算法降低 PAPR 的性能曲线,如图6所示,采用自适应调制方式的 PTS 算法比未采用自适应调制的 PTS 算法可降低约为 0.6 dB。对比 AFSA-PTS 算法、PSO-PTS 算法以及原始 PTS 算法可以看出,PSO-PTS 算法与 PTS 算法相差约 0.4 dB,而本文算法与 PTS 算法仅相差 0.2 dB,优于 PSO-PTS 算法,然而 PTS 算法采用穷举搜索,随着分割子块数目的增加,PTS 算法的复杂度将呈指数形式上升,而 AFSA-PTS 算法对 PTS 算法中的最优相位序列进行寻优,不需要遍历全部的相位序列,因此该算法可以在仅损失 0.2 dB 性能的情况下,有效地降低系统的计算复杂度。对 AFSA-PTS 算法采用自适应调制后,PAPR 可降低约 0.6 dB,甚至比原始的 PTS 算法的 PAPR 值还低约 0.2 dB,证明了自适应调制的 AFSA-PTS 算法的优越性。

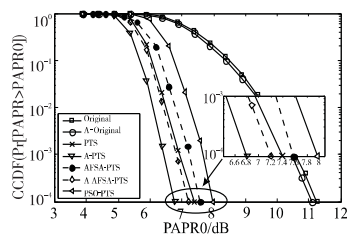


图6 不同方法的PAPR抑制性能

4 结束语

本文研究了 OFDM 系统不同调制方式下的 PAPR 问题,提出采用自适应调制方式下的峰均比抑制方法。在寻找最优相位序列时,将鱼群算法与 PTS 算法相结合,使相位序列能够快速准确地搜索到最优序列,从而有效抑制了 PAPR,实现了低复杂度下的性能优化。仿真结果表明,采用自适应调制的鱼群优化 PTS 算法在降低峰均比的同时可以有效地降低系统的计算复杂度,证明了自适应调制 AFSA-PTS 算法的优越性。

参考文献:

- [1] 李恩玉,杨世中,吴皓威,等.一种基于 PTS 技术降低 OFDM 系统峰均比的改进算法[J].电子与信息学报,2011,33(10):2511-2515.
- [2] Jiang Tao,Zhu Guangxi. Complement block coding for reduction in peak-to-average power ratio of OFDM signals[J]. IEEE Communications Magazine, 2005, 43(9): 17-22.
- [3] Wang Y,Luo Z. Optimized iterative clipping and filtering for PAPR reduction of OFDM signals [J]. IEEE Trans on Communications, 2011, 50(1): 33-37.
- [4] Heo S J,Noh H S,No J S *et al.* A modified SLM scheme with low complexity for PAPR reduction of OFDM systems [J]. IEEE Trans on Broadcasting, 2007, 53(4): 804-808.
- [5] Jiang Tao,Xiang Weidong,Richardson P C *et al.* PAPR reduction of OFDM signals using partial transmit sequences with low computational complexity [J]. IEEE Trans on Broadcast, 2007, 53(3): 719-724.
- [6] Zhou Yang,Jiang Tao. A novel multi-points square mapping combined with PTS to reduce PAPR of OFDM signals without side information [J]. IEEE Trans on Broadcasting, 2009, 55(4): 831-835.
- [7] Chen J C. Application of quantum-inspired evolutionary algorithm to reduce PAPR of an OFDM signal using partial transmit sequences technique [J]. IEEE Trans on Broadcast, 2010, 56(1): 110-113.
- [8] Kennedy J,Eberhart R C. A discrete binary version of the particle swarm algorithm[C]//Proc of IEEE International Conference on Systems, 1997: 4104-4108.
- [9] 高静,汪晋宽,解志彬.基于改进粒子群优化的部分传输序列峰均比降低研究[J].系统仿真学报,2009,21(19):6091-6094.
- [10] 张帅,杨霖,李少谦. PSO 与相位因子优选对结合降低 OFDM 峰均比的算法[J].系统工程与电子技术,2012,34(7):1479-1483.
- [11] 李晓磊,路飞,田国会,等.组合优化问题的人工鱼群算法应用[J].山东大学学报:工学版,2004,34(5):64-67.
- [12] Ochiai H,Imai H. On the distribution of the peak-to-average power ratio in OFDM signals [J]. IEEE Communications Letters, 2001, 49(2): 185-187.
- [13] 尹长川,罗涛,乐光新.多载波宽带无线通信技术[M].北京:北京邮电大学出版社,2004.
- [14] Chow P S,Cioffi J M,Bingham J A C. A practical discrete multitone transceiver loading algorithm for data transmission over spectrally shaped channels [J]. IEEE Trans on Communications, 1995, 43(2/3/4): 773-775.

(上接第3390页)

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 张霖,罗永亮,陶飞,等.制造云构建关键技术研究[J].计算机集成制造系统,2010,16(11):2510-2520.
- [3] 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.
- [4] 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):104-107,112.
- [5] 顾新建,黄沈权,陈苡熙,等.模具行业需求驱动的云制造服务平台[J].计算机集成制造系统,2012,18(7):1650-1657.
- [6] 台德芝,徐福缘,胡伟.云制造合作思想与实现[J].计算机集成制造系统,2012,18(7):1575-1583.

- [7] 李慧芳,董训,宋长刚.制造云服务智能搜索与匹配方法[J].计算机集成制造系统,2012,18(7):1485-1493.
- [8] 杨琛,王中杰,王世明.基于本体的云制造服务发现模式研究[J].制造业自动化,2012,34(10):56-59.
- [9] 朱李楠,赵燕伟,王万良.基于 RVCS 的云制造资源封装、发布和发现模型[J].计算机集成制造系统,2012,18(8):1829-1838.
- [10] 尹超,夏卿,黎振武.基于 OWL-S 的云制造服务语义匹配方法[J].计算机集成制造系统,2012,18(7):1494-1502.
- [11] 尹超,张云,钟婷.面向新产品开发的云制造服务资源组合优选模型[J].计算机集成制造系统,2012,18(7):1368-1378.
- [12] 高一聪,冯毅雄,谭建荣,等.制造资源耦合映射与模糊匹配技术研究[J].计算机辅助设计与图形学学报,2012,24(3):290-298.
- [13] 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.