

基于云服务的物流园区服务资源共享与配置模式研究*

张浩¹, 洪琼², 赵钢¹, 周凌云^{1,3}

(1. 淮阴工学院 交通工程学院, 江苏 淮安 223003; 2. 淮安信息职业技术学院 商学院, 江苏 淮安 223003; 3. 南京大学 工程管理学院, 南京 210084)

摘要: 为解决物流园区物流资源要素分散和物流服务协同分配的问题, 提出一种新的物流园区物流服务模式——云物流服务。将园区各类客户资源和物流资源抽象成虚拟的云服务资源, 建立了云物流服务平台, 并对其体系架构进行了分析与设计; 同时根据园区供应链作业节点的任务环境引入情境感知计算分析模型, 建立了面向园区任务情境的自适应物流服务资源的动态组合与分配机制。相关研究探索了一条新的基于“推式策略”的物流服务实现路径, 提供个性化和安全高效的多对多的物流服务。

关键词: 物流园区; 云物流服务; 情境感知

中图分类号: TP399

文献标志码: A

文章编号: 1001-3695(2014)02-0476-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2014.02.036

Research of logistics park service resource sharing and configuration mode based on cloud logistics services

ZHANG Hao¹, HONG Qiong², ZHAO Gang¹, ZHOU Ling-yun^{1,3}

(1. Huaiyin Institute of Technology, Huai'an Jiangsu 223003, China; 2. Huai'an Institute of Information Technology, Huai'an Jiangsu 223003, China; 3. School of Management & Engineering, Nanjing University, Nanjing 210084, China)

Abstract: To solve the problems of logistics park logistics resources elements dispersed and logistics services co-allocation, this paper put forward a new logistics park model of logistics services——cloud logistics services. It abstracted all kinds of customer resources and logistics resources of the park into virtual cloud services to establish the cloud service platform, and analysed and designed the system architecture. According to the task environment of the industrial park supply chain operation node to introduce the context-aware analysis model, and set up the dynamic combination and allocation mechanism which faced the park task context adaptive logistics service resources. Related research explored a new path based on the “push strategy” logistics service, which provided personalized and secure and efficient many-to-many logistics service.

Key words: logistics park; cloud logistics services; context aware

物流园区是物流企业在空间聚集的结果,是物流产业协同的一种表现形式,也是区域经济结构的重要组成部分。但物流园区建成以后,园区所享有的政策倾斜和区位优势已基本固定,升值空间已很有限^[1],以现代信息技术为支撑整合园区的供应、仓储、运输、配送、信息处理等环节,优化企业业务流程,合理分配和调度相关物流资源成为了物流园区可持续发展的必然趋势和迫切要求。

物流园区聚集着大量的物流服务要素,为园区及社会物流活动提供类型丰富的物流服务,但由于受制于园区的信息化水平、作业效率及组织结构等因素,物流园区在物流服务资源配置方面,一般采用的是传统的“拉式策略”,这使得园区在物流服务资源的调度与整合方面往往处于被动的境地。尤其是在面对物流服务信息不对称、物流服务组织松散、物流资源动态分配与组合及智能信息服务需求等现实背景下^[2],如何提高物流园区物流供应链服务管理水平,支持园区物流企业依托物流园区开展物流供应链的整合与物流资源的共享与优化配置,

已经成为当前国内外学者关注和研究的热点。

1 物流服务模式创新

1.1 物流服务模式

物流服务是一种无形的产品,其核心要素包括人、财、物、信息等四个方面的内容,其从本质上来是在一定约束条件下(如成本限制、及时响应及个性化等),以寻求和满足客户需要的服务为根本,实现客户满意度的改善和物流运作效率的提升。物流园区的现代物流服务体系包括物流服务功能(仓储、运输、配送、装卸搬运、包装、流通加工、信息处理)、物流服务主体(物流服务的提供方、接收方及第三方)及物流服务支撑环境等,其借助体系关联模式进行有机整合,在具体的物流服务运作机制下进行物流要素的组织与物流活动,为客户提供高质量、低成本、专业化及个性化的物流服务。随着网络技术及信息处理技术的快速发展,现代物流园区物流服务模式已经从过去单一的功能性服务模式逐步转变成协作型和集成型的物

收稿日期: 2013-05-06; **修回日期:** 2013-06-23 **基金项目:** 江苏省高校哲学社会科学基金资助项目(2012SJB630004); 江苏省哲学社会科学基金资助项目(10EYD031); 淮阴工学院科研基金资助项目

作者简介: 张浩(1982-),男,安徽五河人,讲师,主要研究方向为智能物流、供应链管理、计算机应用等(andyhao@163.com); 洪琼(1983-),女,讲师,主要研究方向为物流管理、电子商务; 赵钢(1977-),男,博士研究生,主要研究方向为物流工程、交通运输规划; 周凌云(1980-),男,副教授,博士(后),主要研究方向为区域物流、供应链管理。

流服务模式,但其发展过程中仍然存在着一些瓶颈问题,需要对现有的物流服务模式进行重新的认识和探索。

1.2 一种新的物流服务模式——云物流服务

随着在网络计算、并行计算及分布式计算的基础上发展而来的一种新的计算模式——云计算的兴起,给生产制造、网络服务、教育医疗及物流行业在内的诸多领域带来了深刻的变革,其是一种将各种广域异构计算资源整合为一个抽象的、虚拟的、可动态扩展的计算资源池,再通过网络向用户提供计算云、存储云等服务的新模式^[3]。在借鉴云计算思想和技术的基础上,逐渐形成了“云安全”“云教育”“云物流”及“云制造”等新的理念与模式。国内关于云物流、云服务的研究尚处于起步阶段,文献[4]通过对云计算与服务特征的对比提出了一种面向供应链的物流服务新模式,并对其体系结构进行了分析,但对于物流资源的虚拟化及服务资源的匹配过程等核心问题并没有给出详细的解决方案。文献[5]通过建立基于用户需求偏好和服务资源调度的服务选择数学模型,提出一种面向云服务提供商的服务选择方法,但其仅从 QoS 的角度建立了用户面对服务商选择的情况,应用范围受到一定限制。

园区物流服务的云计算应用很好地将物流服务要素的松耦合、自组织与感知管理等特性与云计算特性相互融合,具有高效性、扩展性及自适应性等特征。本文在综合云计算、物联网及情境感知的基础上,提出一种基于云物流服务的物流园区物流服务新模式,将园区各类客户资源和物流资源抽象成虚拟的云服务资源,同时根据园区供应链作业节点的任务环境引入情境感知计算分析模型,建立云物流服务平台,实现面向用户任务情境的物流服务资源的动态组合与分配,提供个性化和安全高效的多对多的物流服务。

2 园区云物流服务系统体系结构

典型的云计算服务体系包含三层结构,即 IaaS 层(基础设施即服务层),将基础设施(计算能力、存储能力、网络等资源)作为服务提供给用户,简单来讲就是提供按需使用的虚拟服务器(如 Amazon EC2);PaaS 层(平台即服务层),提供 API 或开发平台供用户在云中创建自己的应用,用户不需要关注底层的云基础设施(如 Google App Engine);SaaS 层(软件即服务层),提供给用户的服务是服务商运行在云计算基础设施上的应用程序,可以在各种用户端设备上通过用户界面访问,比如浏览器(如 Salesforce、Google Doc)。国内李伯虎等人^[6]在云计算服务研究的基础上,率先提出云制造的理论并建立了云制造系统的体系架构,之后一些学者也提出了不同的云制造体系架构^[7-9],但其本质核心与李伯虎等人提出的体系架构大体相似。

在深入分析物流园区物流服务资源的特征、园区作业任务情境及相关支撑技术的基础上,构建了一种基于云物流服务的物流园区物流服务系统的逻辑模型,如图 1 所示。系统逻辑模型主要由云服务提供端、云服务管理平台及云服务接收端组成。云服务提供端主要提供物流园区基础物流服务内容,如车辆、配送、报关等,是云服务管理平台管理和组织各类异构物流资源和服务资源的载体;云服务管理平台负责将园区物流服务资源抽象、整合、调度与匹配,为云服务接收端提供实时及个性化的物流服务;云服务接收端主要是云物流服务的使用者,面对的是园区作业实体及相应的客户。

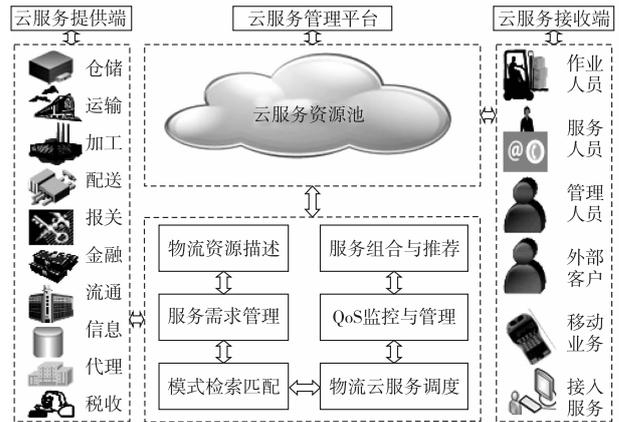


图 1 物流园区云物流服务系统逻辑模型

在物流园区云物流服务系统逻辑模型的基础上,进一步深入和细化系统平台的结构和应用形成了物流园区云物流服务系统平台的体系架构,如图 2 所示。平台架构主要包含 IaaS 层、PaaS 层、SaaS 层及 client 层,采用面向服务的体系结构(SOA)设计,利用 Web 服务描述语言(Web services definition language, WSDL)来描述服务接口。以 IaaS 模式提供物流园区基础物流资源的云接入与共享,以 PaaS 模式为物流园区用户提供便捷的 Web 服务,以 SaaS 模式为物流园区内各类物流服务主体提供软件服务,client 层接入面向物流园区作业任务情境的云服务感知接口,提供按需定制的服务请求,最终建立起基于云物流服务的物流园区物流服务共享与资源配置平台,实现新型的云物流服务模式,优化配置相关的物流服务资源。

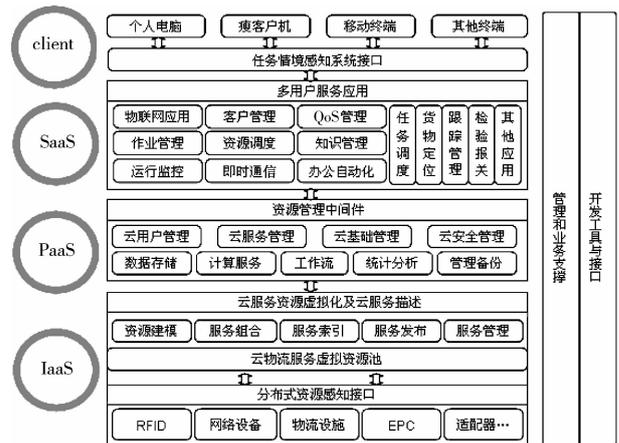


图 2 物流园区云物流服务系统平台架构

3 关键支撑技术

3.1 物流资源及云服务的形式化描述

物流资源的形式化描述是云服务管理的前提,由于物流资源的类型丰富、状态变化不定及管理难度大等特征,需要对物流资源属性及形式化语义进行描述。

定义 1 物流资源构成了物流园区云服务组合所需的多种有形和附加资源,其包括了静态属性和动态属性两部分,因此,将物流资源 r 表示为 $r(r_{id}, r_{name}, r_{type}, r_{state}, r_{agent})$ 的五元组。其中, r_{id} 表示资源的标志符,便于资源的索引; r_{name} 是资源的名称; r_{type} 代表资源的类型; r_{state} 标志资源的状态; r_{agent} 表示资源的主体描述,包括资源能力、调试方式、资源定位、资源提供主体及约束关系等动态属性。

定义 2 物流资源粒度及资源池。物流资源粒度表示提

供某一物流服务所需的相应的物流资源,物流资源粒度用集合 $RG = rg(r)$ 表示,多种类型的物流资源构成了物流资源空间即物流资源池(用集合 $RP = RG(i)$ 表示),即由满足物流服务需求的各种资源粒度组成,提供一定数量和约束条件的可用目标资源集合。即

$$RP = RG(i) = \begin{bmatrix} RG_1 \\ RG_2 \\ \vdots \\ RG_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} rg_{11} & rg_{12} & \cdots & rg_{1m-1} & rg_{1m} \\ rg_{21} & rg_{22} & \cdots & rg_{2m-1} & rg_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ rg_{n1} & rg_{n2} & \cdots & rg_{nm-1} & rg_{nm} \end{bmatrix}$$

RP 是由资源粒度 RG 构成的资源空间(即资源池), rg_{ij} 表示第 i 个资源粒度的第 j 个资源颗粒。

定义 3 为提供云服务必须要对物流资源进行虚拟化抽象即封装,通过分布式感知资源接口层,如各种适配器、物联网传感设备等,进行接口转换、封装为各类云服务进行云节点布置、索引和检索,对云服务进行有效管理。因此,将物流服务表示为 $s(s_{id}, s_{name}, s_{type}, s_{state}, s_{call}, s_{agent}, f_{r \rightarrow s})$ 。其中: s_{id} 为服务标志; s_{name} 为服务名称; s_{type} 表示服务类型; s_{state} 标志服务状态,如正常、等待、挂起等; s_{call} 代表服务调用方式; s_{agent} 是指服务本体描述,如服务定位、服务能力、服务成本等; $f_{r \rightarrow s}$ 表示物流资源到服务过程的映射。类似地定义服务粒度及服务资源池也分别为 $SG = sg(s)$ 和 $SP = SG(i)$ 。

物流资源及云服务的形式化描述模型定义了资源的类型、资源状态、服务功能等信息,为物流园区云物流服务管理平台提供了云物流服务管理的载体,是进行云物流服务推送的前提和基础。

3.2 基于情境感知的云物流服务推送

情境感知(context aware)是指在用户需要时利用情境管理模型向用户提供适合于当前情形(如任务、地点、时间及人物等)的信息或服务,通过感知用户情境自动地获取和发现用户需求,实现服务与用户的自适应,并提高服务的准确性和可靠性,是协助服务系统提高性能和质量的重要支持手段和方法^[10,11]。

在物流园区智能云物流服务推送服务中,情境是用来刻画用户特征信息的集合,包括角色、环境、事件。其中,角色包括园区物流服务链的节点及其岗位角色;环境信息包括园区资源分布、资源状况、资源用途等;事件包括交互业务、其他事件、历史交易及客户档案等^[12]。园区多维分层用户情境元模型如图 3 所示。

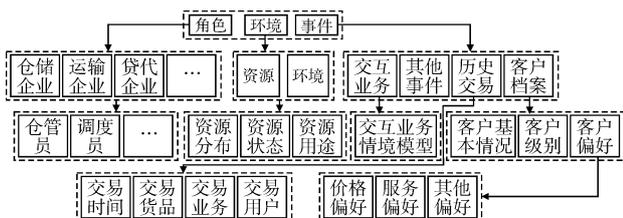


图 3 园区多维分层用户情境元模型

为实现园区基于任务情境的云物流服务推送,采用情境感知建模研究中的 Context Toolkit 模型。它采用分层和模块化的结构设计,其包括了传感器、部件、翻译、汇聚中心等核心组成部分,通过采用情境部件和情境翻译模块对环境情境信息进行抽象,可以有效地分离情境信息的获取和情境信息的使用,有效降低情境感知系统的设计复杂度^[12]。对情境感知建模中的核心实现进行分析与设计如下:

1) 两阶段情境上下文推理方法

由于传感网监测对象的状态具有模糊性和复杂性,给采集信息带来较大的鲁棒性,因此可采用分阶段的情境上下文推理方法来降低数据噪声^[13]。首先利用模糊逻辑方法来处理底层情境数据,监测对象状态集合为 $T(t_1, t_2, \dots, t_{n-1}, t_n)$,目标传感器集合为 $S(s_1, s_2, \dots, s_{m-1}, s_m)$, r_{ij} 为传感器 $S_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 对 $T_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 的隶属程度,构造模糊关系矩阵 $R = (r_{ij})_{mn}$;其次,考虑到各传感器对设备状态决策支持程度,设 $\partial_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 为传感器权重系数,则模糊向量 $A = (\partial_1, \partial_2, \dots, \partial_m)$ 表示各种传感器判断的置信度,然后进行模糊变换得到 B (监测对象所处状态的可能性)。

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_{n-1}, b_n) = A \times R =$$

$$(\partial_1, \partial_2, \dots, \partial_{m-1}, \partial_m) \times \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n-1} & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n-1} & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn-1} & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

上述处理过程可以消除一定的上下文信息冗余,但是还不够精确。由于证据理论在处理不确定性上下文信息方面具有推理精度高和证据推理网络构造不需要大样本训练数据集的优势,可以引入领域知识在底层数据处理的基础上构造扩展的证据推理网络,为高层的情境感知应用设计服务。

设 Θ 是一个识别框架,记为 $\Theta = \{H_1, H_2, \dots, H_n\}$,设置基本概率分配函数 BPA 是一个 $2^\Theta \rightarrow [0, 1]$ 的函数 $m(\text{mass 函数})$,则 BPA (m) 的信任函数为 $Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B)$,似然函数为 $Pl(A) = \sum_{B \cap A \neq \emptyset} m(B)$ 。在引入冲突消解因子 K 的条件下, n 个 mass 函数的 Dempster 合成规则为

$$(m_1 \oplus m_2 \oplus \dots \oplus m_n)(A) =$$

$$\frac{1}{K} \sum_{A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n = A} m_1(A_1) \times m_2(A_2) \times \dots \times m_n(A_n) \quad (2)$$

$$\text{其中: } K = \sum_{A_1 \cap \dots \cap A_n \neq \emptyset} m_1(A_1) \times m_2(A_2) \times \dots \times m_n(A_n) \quad (3)$$

当上述证据合成规则中的冲突消解因子 K 趋近于 1 时,会出现证据合成悖论^[14],其主要原因是没有考虑证据元素之间的支持关系。为此本文提出一种可变权的证据置信区间,利用证据距离函数来反映证据之间的支持关系,解决证据合成中的冲突消解的问题,具体过程如下:

a) 定义识别框架 Θ , Θ 包含 N 个相互独立的元素, m_i, m_j 为 Θ 上的 BPA,则 m_i 和 m_j 的距离函数可表示为

$$d(m_i, m_j) = \sqrt{\frac{1}{2} d(m_i - m_j)^T \times D(m_i - m_j)} \quad (4)$$

其中: D 为 $2^N \times 2^N$ 的矩阵, $D(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}, A, B \in \Theta$,用来衡量焦元 A 和 B 的相似性。

b) 根据式(4)计算 N 个证据元素两两间的置信距离 $d(i, j)$,形成置信距离矩阵 D 为

$$D = \begin{bmatrix} 0 & d(1,2) & \cdots & d(1,n) \\ d(2,1) & 0 & \cdots & d(2,n) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d(n,1) & d(n,2) & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

证据之间的相似度 $S = S(i, j) = 1 - d(i, j)$,类比可得相似

$$\text{度矩阵 } S = \begin{bmatrix} 1 & s(1,2) & \cdots & s(1,n) \\ s(2,1) & 1 & \cdots & s(2,n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s(n,1) & s(n,2) & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \text{则证据 } m_i \text{ 的}$$

总的置信度(即权重系数)可表示为 $\gamma_i = \sum_{j=1}^n S(i, j)$ 。

c) 确定置信度即权重最大的证据作为关键证据,即 $\gamma_{\max} = \max(\gamma_1, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_n)$, 引入可变量置信函数变量 η , 则 $\eta_i = \frac{\gamma_i}{\gamma_{\max}}$, 得到各证据的相对权重;对证据进行归一化处理,得到重新分配的 BPA, 即 $\Delta m_i(A) = \eta_i m_i(A)$, $A \subseteq \Theta, \Delta m_i(\Theta) = 1 - \eta_i + \eta_i m_i(\Theta)$ 。通过对证据源的改进,然后再进行 Dempster 规则合成,较好地解决了冲突证据情况下的证据合成。具体实例验证已另文表述,在此不再详述。

2) 情境模式匹配与服务推送

利用 OWL 本体^[15]对物流园区物流服务领域主体进行语义描述,如五元组的形式 $PersonalContext = (identity, state, workflow, location, time)$, 其中, identity 标志上下文信息的来源, state 代表传感器信息源的状态, workflow 表示当前工作流中的状态, location 和 time 分别是上下文发生的地点和时间;并定义本体语义化的用户情境为带权重的本体概念矩阵 $U_c \in [0, 1]$, 权重代表概念与用户情境的关系紧密程度。通过构建通用本体层次概念结构树^[16,17]建立基于本体的语义相似匹配方法,完成情境模式的匹配与服务推送机制。

本体层次概念树中节点距离边权重的加权有向距离和对节点间的相似度进行计算,每个节点标志一个本体中的概念,节点间的边标志概念间的语义关系。

$$\text{定义 } wt(c, p) = \frac{1}{n} \frac{IC(c) - IC(p)}{nIC(c) + IC(p)} \times d(p) \quad (5)$$

其中: $wt(c, p)$ 为概念层次结构树中父节点概念 p 与子节点概念 c 之间连接边的权重; $d(p)$ 是父概念节点 p 所处的概念层次; n 为父概念包含子概念的数目。

假设 A, B 为本体层次概念结构树中的两个概念节点,则将 A, B 表示的两个概念间语义相似度计算公式定义为^[12]

$$\text{sim}(A, B) = \begin{cases} 1 & A = B \\ \frac{a}{\text{dis}(A, B) + a} \frac{\text{dep}(A) + \text{dep}(B)}{|\text{dep}(A) - \text{dep}(B)| + 1} \times \text{den}(A, B) & A \neq B \end{cases} \quad (6)$$

其中: $\text{dis}(A, B)$ 表示概念节点 A 与 B 的语义距离; $\text{dep}(A)$ 表示概念节点 A 在树中的深度; $\text{den}(A, B) = n/m$ (节点的密度), 式中 n 表示概念节点 A, B 两点最近共同祖先的子节点个数, m 表示 A, B 与最近共同祖先所组成的子树的深度。

4 平台应用分析

目前,依托本文提出的系统设计方案开发的原型系统已经在某物流园(江苏省重点物流园区)得到了初步的应用(其平台架构如图4所示),很好地支撑了园区作业任务的协同和有效的资源集成与优化配置。该物流园主要由八个功能区组成: a) 企业基地区,提供物流企业及专业加工企业的自由发展空间,有医药物流中心、机械零部件组装及配送、商品的包装加工等; b) 采购交易区,设立园区供应链企业的采购办事处,为企业提供生产资料及产品的虚拟展示和交易平台; c) 公路货运区,运输及货代企业建立货运配送中心,同时提供车辆服务和公共停车场; d) 专业市场区,建立农贸、小商品、茶叶等物资的批发市场; e) 仓储配送区,为专业市场区及开发区企业提供仓储、分拣、包装、分拨及配送等服务,与专业市场区形成“前店后库”的发展模式; f) 公共仓储区,由一般仓储区和专业仓储区组成,专业仓储区主要有冷链品库、化工固体库等; g) 保税物流区,设有海关及保税监管仓储区,主要为开发区出口企业办

理海关和“三检”服务; h) 综合服务区,有行政办公、商务办公及生活配套中心等。

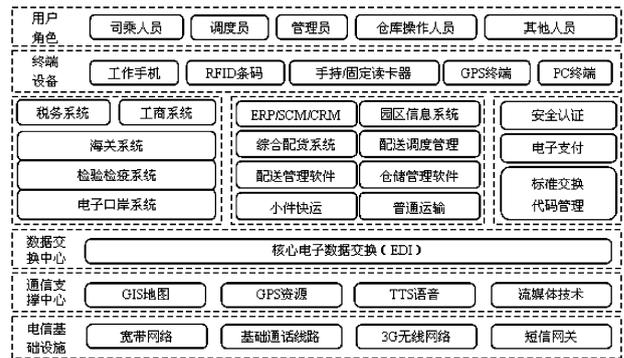


图4 某物流园区云物流服务系统

园区原有的物流服务模式主要呈现分散、缺乏统一的服务标准接口,物流服务要素零散和难以集约化管理,各物流服务主体协调性较差,物流信息化的水平难以满足园区的发展需求。目前通过园区物流信息化改造一期工程,已经建立了较为完善的软/硬件基础设施,本文所做工作就是在一期信息化建设基础上进一步深入分析物流园区节点的业务耦合与协同运作机制,最终建立起面向任务情境的自适应物流服务匹配与协同运作模式,提供个性化和安全高效的多对多的物流服务。

下面对该物流园区云物流服务系统平台的运行机制进行简要的描述,云服务提供端通过云服务管理平台将其拥有的物流资源 $r(r_{id}, r_{name}, r_{type}, r_{state}, r_{agent})$ 进行注册,形成统一的物流共享资源,通过分布式感知资源接口对物流资源进行虚拟化抽象及封装,构建相应的云服务资源池;云服务管理平台完成对服务资源的部署、索引、发布和统一管理,形成云服务管理知识库,接收云服务的请求。云服务接收端通过任务情境感知系统接口接入云服务管理平台,根据作业情境进行任务的分解和发布;云服务管理平台根据情境感知的服务资源返回给用户,并对物流服务组合进行优化,完成对整个云服务管理过程的监控和质量保证。通过系统平台的应用很好地整合了各类园区物流服务要素资源,并对其进行合理的分配与调度,提升了园区物流服务能力,为园区的可持续发展奠定了良好的基础。

5 结束语

目前我国规模以上的物流园区逼近 1 000 家左右^[18],物流园区建成以后,园区企业所能享有的政策倾斜和区位优势已基本固定,升值空间也很有限,但高质量的物流服务是园区企业提供增值服务的重要途径。本文在综合云计算、物联网及情境感知的基础上,借鉴和综合前人研究成果提出一种基于云服务的物流园区物流服务模式,将园区各类客户资源和物流资源抽象成虚拟的云服务资源,同时针对园区供应链作业节点的任务环境引入情境感知计算分析模型,提供个性化和安全高效的多对多的物流服务模式。

参考文献:

[1] 王之泰. 物流园区发展与创新探讨[J]. 中国流通经济, 2009, 23(5): 4-6.
 [2] 肖亮. 基于物联网技术的物流园区供应链集成管理平台构建[J]. 电信科学, 2011, 27(4): 54-60.
 [3] CHEN Kang, ZHENG Wei-min. Cloud computing: system instance and current research[J]. Journal of Software, 2009, 20(5): 1337-1348.

字签名认证的安全性和快速性。PKI的证书中心(CA)设置在CCC,由CA颁发的PKI SAM卡安装在每台CAFC设备上,用以生成ECC密钥对并安全存放密钥、加密算法、CAFC设备的数字证书和CA证书。CAFC系统的PKI结构如图7所示。

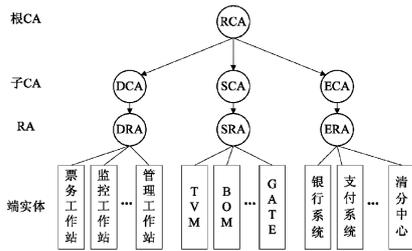


图7 CAFC系统PKI结构图

6) 权限管理 按照实际运营需求,对系统用户进行权限划分,严格控制身份的发放和回收。

5 结束语

本文在分析现有地铁自动售检票系统(AFC系统)的基础上,设计了基于云计算技术的地铁自动售检票系统(CAFC系统),设计了系统的整体架构、物理拓扑结构、软件体系结构和云架构,分析了系统的业务逻辑关系,并给出了系统的安全解决方案。与既有AFC系统相比,CAFC系统具有以下优势:系统总体架构由五层精简为三层,减少了系统容量、节省了能源消耗、降低了系统投资、提高了资源利用率;系统容量的减少和桌面云的使用,有效防止了非系统人员非法操作系统计算机或系统人员误操作系统计算机而造成系统故障或数据的丢失,提高了系统的安全性;数据备份方案、PKI方案、防火墙和入侵检测系统的应用,保障了系统的可靠性。现有的地铁AFC系统已经拥有规模庞大的IT基础设施,只需要进行少量的投资,将现有的资源进行整合升级,就可以拥有云计算带来的灵活和高效,而且符合目前倡导的低碳经济、绿色经济理念。

云计算技术的引入在一定程度上解决了现有AFC系统存在的问题,但也引入了一些新的风险,如何进行风险评估和风险控制,成为进一步研究的方向。

参考文献:

[1] ZHAO Jin-hua, RAHBEE A, WILSON N. Estimating a rail passenger trip origin-destination matrix using automatic data collection systems

[J]. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2007, 22(5):376-387.
 [2] BARRY J J, FREIMER R, SLAVIN H. Use of entry-only automatic fare collection data to estimate linked transit trips in New York city [J]. Transportation Research Record, 2009, 3(2112):53-61.
 [3] JANG W. Travel time and transfer analysis using transit smart card data [J]. Transportation Research Record, 2010, 2(2144):142-149.
 [4] McMULLAN A, MAJUMDAR A. Assessing the impact of travel path choice on London's rail network using an automatic fare collection system [J]. Transportation Research Record, 2012, 1(2274):154-163.
 [5] FERNANDEZ P J, GUTIERREZ N, CARROZZO G, et al. Metro architectures enabling subwavelengths: rationale and technical challenges [C]//Proc of International Conference on Future Network and Mobile Summit. Washington DC: IEEE Computer Society, 2010:1-8.
 [6] KISS K C. Benefits of optical packet switching for router by-pass in metro networks [C]//Proc of International Conference on Future Network and Mobile Summit. Washington DC: IEEE Computer Society, 2012:1-8.
 [7] ARNAU V G, JORDI C R, M. MAGDALENA P C, et al. An electronic and secure automatic fare collection system with revocable anonymity for users [C] //Proc of the 8th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia. New York: Association for Computing Machinery, 2010:387-392.
 [8] DING Shu-kui. Application research on multiple line center of AFC system for Beijing metro network [C] //Proc of International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. Washington DC: IEEE Computer Society, 2012:22-25.
 [9] 陈楠, 李继铭. 南京地铁AFC系统管理方式的分析和研究 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2011, 8(6):47-50.
 [10] 周晓. 上海轨道交通清分系统架构中应用云计算技术的探讨 [J]. 地下工程与隧道, 2012(2):53-56, 69.
 [11] GREENBERG A, HAMILTON J R, JAIN N, et al. VL2: a scalable and flexible data center network [C]//Proc of ACM SIGCOMM Conference on Data Communication. New York: Association for Computing Machinery, 2009:51-62.
 [12] BASMADJIAN R, MEER H D, LENT R, et al. Cloud computing and its interest in saving energy: the use case of a private cloud [J]. Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Application, 2012, 1(5):1-25.

(上接第479页)

[4] 林云, 田帅辉. 物流云服务——面向供应链的物流服务新模式 [J]. 计算机应用研究, 2012, 29(1):224-228.
 [5] 张云勇, 李素粉, 吴俊, 等. 面向云服务提供商的服务选择方法研究 [J]. 通信学报, 2012, 33(9):66-76.
 [6] 李伯虎, 张霖, 王时龙. 云制造——面向服务的网格化制造新模式 [J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(1):1-7.
 [7] 唐燕, 李健, 张吉辉. 面向再制造的闭环供应链云制造服务平台设计 [J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(7):1554-1562.
 [8] 张建勋, 古志民, 郑超. 云计算研究进展综述 [J]. 计算机应用研究, 2010, 29(2):429-433.
 [9] 罗军舟, 金嘉晖, 宋爱波, 等. 云计算: 体系架构与关键技术 [J]. 通信学报, 2011, 32(7):3-21.
 [10] YANG S, SHAO N. Enhancing pervasive Web accessibility with rule-based adaptation strategy [J]. Expert Systems with Applications, 2007, 32(4):1154-1167.
 [11] 潘旭伟, 李泽彪, 祝锡永, 等. 自适应个性化信息服务: 基于情境

感知和本体的方法 [J]. 中国图书馆学报, 2009, 35(11):41-48.
 [12] 洪琼, 张浩. 基于情境感知的物流园区供应链智能信息推送服务研究 [J]. 现代情报, 2013, 33(5):112-115.
 [13] 王少一, 苏绣, 蒋许锋. 基于上下文感知的地理信息服务发现与匹配技术研究 [J]. 地理信息世界, 2012(1):72-75.
 [14] 林志贵, 徐立中, 周金陵. 给予修改模型的冲突证据组合方法 [J]. 上海交通大学学报, 2006, 40(11):1964-1970.
 [15] 郭树行, 兰雨晴, 金茂忠, 等. 基于情境相似性的知识检索技术 [J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14(12):2473-2482.
 [16] GARLAN D, SIEIORKE D, SMAILAGIC A, et al. Project aura: towards distraction-free pervasive computing [J]. IEEE Pervasive Computing, 2002, 1(2):22-31.
 [17] 周莉, 潘旭伟, 谢玉开. 情境感知的电子商务个性化商品信息服务 [J]. 图书馆情报工作, 2011, 55(10):130-134.
 [18] 中国物流与采购联合会. 中国物流学会第三次全国物流园区(基地)调查报告(节选) [J]. 中国物流与采购, 2012(18):60-65.