

文章编号:1003-6199(2017)01-0128-08

基于高性能 EPC 网络的物流追溯信息系统设计与实现

王 渭¹, 刘子建^{2†}

(1. 兰州理工大学 电气工程与信息工程学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 中南大学 信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘要: 物流行业数据具有访问高并发、大数据处理、数据逆向追踪等特征, 为了实现物流企业物品智能化识别定位、跟踪监控与管理, 本文建立了基于高性能 EPC 网络架构的物流追溯信息系统。首先, 根据 EPC 体系规范, 分析了基于 EPC 体系结构的物流数据流向。其次, 给出了对物流信息系统基础服务进行分层设计、采用分布式部署和集群化处理等设计方法, 提出了基于 EPC 的物流信息系统架构。最后, 对以 EPCIS 为内核的物流追溯信息系统进行详细设计, 运行效果表明了系统设计方法的有效性。

关键词: EPC 网络架构; RFID; EPCIS; ONS; 物流追溯信息系统

中图分类号: TP391

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1003-6199.2017.01.026

Design and Implementation for Logistics Tracing Information System Based on High-performance EPC Network

WANG Wei¹, LIU Zi-jian^{2†}

(1. College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou, Gansu 730000, China; 2. School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China)

Abstract: In order to achieve the intelligent identification, location, tracking, monitoring and management of the product in logistics enterprise, a logistics tracing information system based on high performance EPC network architecture was established. First, the logistics data flow was analyzed based on EPC architecture according to the EPC system specification. Then, some methods of the hierarchical design for the basic services, distributed deployment and clustering of the logistics information system were proposed and the logistics information system architecture based on EPC was presented. Finally, the logistics tracing information system was designed. The system running results have shown the effectiveness of the system design method.

Key words: EPC architecture; RFID; EPCIS; ONS; logistics tracing information system

1 引言

物流信息化是企业借助现代信息技术对物流过程中产生的全部或部分信息进行采集、分类、传递、汇总、识别、跟踪、查询等一系列处理活动, 以实现货物流动过程的控制, 进而达到降低成本、提高效益的目的^[1-2]。EPC (Electronic Product Code) 网络是以 EPCglobal 提出的 EPC 系统架构规范为理论基础, 以互联网平台为支撑, 通过射频

识别 RFID (Radio Frequency Identification) 电子标签识别物理对象的一种物联网系统^[3-5], 其主要功能是实现物品信息数据的非接触式采集、网络传输、存储和跟踪查询管理等。

EPC 电子码的使用, 旨在让每一个产品实现唯一标识, 通过互联网实现信息传递和共享, 达到对单件产品信息的跟踪与追溯目的。随着计算机和互联网技术的发展, 当今网络的数据交互呈现出高并发、大数据、实时传输为特征的复杂性, 建立在互联网基础之上的物流 EPC 网络面临着同样的挑

收稿日期: 2016-05-26

基金项目: 国家自然科学基金资助(61573381)

作者简介: 王 渭(1994—), 男, 河南郑州人, 大学本科, 研究方向: 电气工程与软件工程。

† 通讯联系人, E-mail: liuzj205@csu.edu.cn

战,这对物流 EPC 网络架构的性能提出了较高要求^[6,7]。

欧美一些国家在 EPC 信息服务查询机制的研究方面做了大量的基础工作,并将这项技术应用于供应链的物品追溯环节,主要提出了一些参考模型和应用规范^[8-10]。一些学者在此方面开展了深入研究,取得了一些有价值的研究成果^[11-13]。

近年来,国内一些学者和研究机构对基于 RFID 的 EPC 物联网技术及其应用做了相关研究。颜波等人设计开发了基于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台,实现了对水产品流通过程的全程追溯^[14]。针对物联网技术在农业方面的应用,徐刚和孙彦景等人分别设计了基于传感器物联网的精准灌溉系统和基于物联网关键技术的农业信息化系统,实现了农业智能化管理^[15,16]。赵文等人提出了供应链环境下一种新的分布式 RFID 发现服务,在查询时采用多个查询流以提高查询效率^[17]。在解析物联网两层基本涵义的基础上,钱志鸿等人提出了包括底层网络分布、汇聚网关接入、互联网融合、终端用户应用四部分的物联网系统架构,设计了面向物联网的相关网络协议体系,并从硬件和软件两个层面讨论了物联网的关键技术^[18]。

从上述国内外研究现状可以看出,目前大多数关于 RFID 和 EPC 物联网技术及其相关应用的研究,大都没有考虑系统大规模运行时导致的系统服务性能瓶颈问题,这些瓶颈问题主要由高并发数据访问、大数据处理等因素产生^[19-22],其中某些系统无法提供信息共享服务性能,没有设计统一标准的数据访问接口,只在小范围局域网内使用了基于 EPC 的物联网技术^[23-26]。

本文针对物流行业数据访问高并发、大数据处理、数据逆向追踪等特征,就物流企业内部和跨企业间高性能 EPC 网络架构的设计进行分析研究,并对 EPC 核心平台:产品电子代码信息服务 EPCIS 系统(EPC Information Services)进行详细设计和开发实现。

2 EPC 体系结构分析

2.1 EPC 体系结构标准

EPC 系统结构框架标准是由一系列提供基于 EPC 核心服务的包括相关硬件、软件和数据接口等基本协议标准所组成的集合。根据其在 EPC 网络活动中的位置,这些基本标准可分为三层:

第一层为 EPC 物理对象交换层,第二层为 EPC 数据采集基础设施层,第三层为 EPC 数据共享层,如图 1 所示。

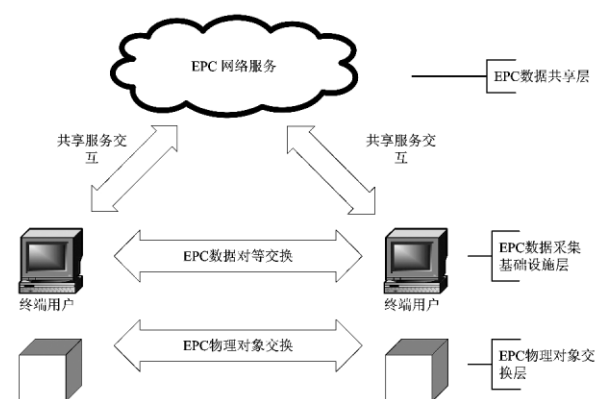


图 1 EPC 网络活动图

2.2 EPC 体系结构组成

EPC 体系结构主要由三部分组成: EPC 网络数据标准、识别系统部分和网络信息系统部分。EPC 网络数据标准部分即为 EPC 编码体系,识别系统部分即为 EPC 射频识别系统,而网络信息系统部分则包括 Savant 组件、ONS (Object Name Service) 系统和 EPCIS 系统。

EPC 编码与 GTIN、SSCC、GLN 等编码体系兼容,是建立全球统一标识系统的重要组成部分。EPC 编码分为四个组成部分: Header 为版本号,不同版本的编码位数不同; EPC Manager Number 为产品的厂商识别代码; Object Class 为产品的分类代码; Serial Number 为产品序列号,用于唯一标示一件物品。考虑到物流行业需要标识的物理对象数量庞大的特点,物流 EPC 网络架构可以采用 EPC-96 或者 EPC-256 进行编码,因为编码位数越多意味着可以标识的产品数越多。

EPC 射频识别系统主要由 RFID 标签和 RFID 读写器组成,实现 EPC 数据识别和采集功能。在 EPC 网络中,RFID 标签是物品 EPC 数据的物理载体,可外附或内嵌在物品上,主要由天线和芯片组成; RFID 读写器与 Savant 组件相连,识别并读取 RFID 标签信息并将其传送给 Savant 组件; RFID 标签和 RFID 读写器之间采用无线感应的方式进行通信,它们之间的接口遵循相应的 EPC 协议标准。考虑到 RFID 标签的成本和性能问题,在物流 EPC 网络中可采用高频和超高频 RFID 标签混用的方式,对列运车箱、集装箱、货运托盘、大型包装箱等大型货运包装工具使用超高频

RFID 标签进行 EPC 标识,对小型包装箱和货物单品使用高频 RFID 标签进行 EPC 标识。

Savant 组件在 EPC 网络系统中起到承接作用,相当于一组中间件服务系统,由用户定制集成。Savant 组件将 EPC 射频识别系统传送过来的标签数据进行过滤、整理、收集并传输给 EPCIS 或第三方企业级应用,主要是完成对错误数据进行校对、屏蔽重复读取数据、实时存储数据、数据压缩传输、任务事件管理等操作。考虑 Savant 组件分布在整个供应链多层次节点上的特点,物流 Savant 组件的设计在屏蔽内部实现技术细节的基础上,应该保证与其它 Savant 节点的可互操作性,并且保持良好的可扩展性。

ONS 系统是 EPC 网络搜索服务的一个重要组成部分,主要用来为 EPC 查询请求指明存储了产品相关信息的服务器地址,它的设计与架构都以因特网域名解析服务 DNS 为基础。ONS 系统将 Savant 组件传送的 EPC 信息转化为存储产品相关信息的服务器的位置信息,该位置信息由一个或者一组互联网统一资源定位符 URLs(Uniform Resource Locators)组成,Savant 组件通过 ONS 系统返回的 URLs 即可访问相关 EPCIS 服务器或相关 Web 站点获取产品信息。

EPCIS 系统是实现 EPC 网络数据在企业内部或者企业之间共享的数据源头,它提供了一个模块化、可扩展的数据和服务接口。EPCIS 系统由捕获应用程序、存储库、访问应用程序和相应上下行接口组成,在录入和存储产品信息的过程中,程序以产品类型作为存储单位进行存储。在物流 EPC 网络中,产品信息包括静态信息和动态信息。例如:产品厂商介绍、产品特性介绍等描述性信息为静态信息,可以为同类产品所共有,而产品位置、交易类型、交易时间等信息为动态信息,必须以单品形式分开存储。同时,存在某些特殊产品需要对产品信息进行扩展。因此,物流 EPCIS 系统应该采用可扩展数据模型和多种存储方式。

2.3 物流 EPC 系统数据流向解析

在整个供应链中,物流过程由多个企业参与完成,因此物流 EPC 网络架构服务中数据流分别在企业内部和企业间产生,如图 2 所示。

在物流企业内部,数据流从 RFID 读写器对物品 EPC 标签进行识别开始产生,当 RFID 读写器进行写操作时,EPC 写入应用程序通过读写器接口对 EPC 标签进行信息写入,然后通过 EPCIS 捕获应用程序将相关物品信息保存到 EPCIS 存储

库,并通过 Savant 中间件将 EPCIS 地址注册到本地 ONS 和云端 ONS。当 RFID 读写器进行读操作时,Savant 中间件通过读写器接口对采集的 EPC 数据进行校验和过滤,然后将 EPC 数据传送给 EPCIS 捕获应用程序,EPCIS 捕获应用程序再将其传送给 EPCIS 访问应用程序或其它企业应用,EPCIS 访问应用程序或其他企业应用根据得到的 EPC 数据在 EPCIS 存储库中查询并得到相应的物品信息结果。

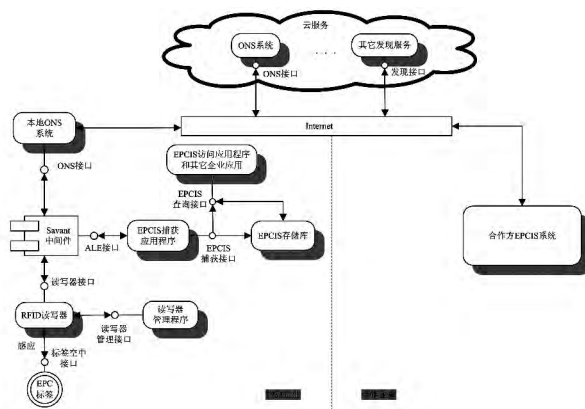


图 2 物流 EPC 系统数据流图

在物流企业和合作企业之间,数据流主要存在于 RFID 读写器对物品 EPC 标签进行识别和读取的过程中,Savant 中间件通过读写器接口对采集的 EPC 数据进行校验和过滤,并将其传送至本地 ONS 系统映射查找相关的 EPCIS 服务地址。若未能在本地 ONS 实现映射寻址,则将 EPC 数据进一步通过 Internet 传送到云端 ONS 系统映射查找相关的 EPCIS 服务地址。最终 Savant 中间件将返回的 URLs 传送给 EPCIS 捕获应用程序,EPCIS 捕获应用程序再将 URLs 传送给 EPCIS 访问应用程序或其他企业应用,EPCIS 访问应用程序或其他企业应用根据得到的 URLs 通过 Internet 对合作企业的 EPCIS 系统进行查询访问,最终查询出相应的物品信息结果。

3 高性能物流 EPC 系统架构设计

为实现对物流行业数据访问高并发、数据同步、大数据处理、数据逆向追踪,物流 EPC 系统架构服务性能设计可利用互联网领域相关的技术方法,并结合自身特点加以改进。

3.1 使用二分法对系统切分

二分法则即分层和分割。计算机世界中,分层

结构普遍使用,网络 7 层通信协议是一种分层结构,计算机硬件、操作系统和应用软件也可以看做是一种分层。物流 EPC 网络架构依然可以采用分层结构,将其划分为横向维度上递进的几个部分,每个部分负责相对比较单一的职责。分割就是将系统从纵向方面进行切分,高内聚低耦合的包装成独立模块单元,分布式部署,提高并发处理能力和功能扩展能力,并有利于开发和维护。根据这两个原则,物流 EPC 网络系统架构设计如图 3 所示。

在物流 EPC 系统架构中,最基本的层级为基础服务层,主要提供数据库、缓存、消息服务、数据过滤校验和发现服务等基础技术服务,这些服务可以支持整个物流 EPC 网络的海量数据和高并发访问,是整个系统的技术基础。中间层是平台服务和应用服务层,物流 EPC 网络的核心是 EPCIS 信息服务,企业应用是建立在信息服务平台的基础上的衍生服务,这些服务被分割为独立的服务模块,通过依赖调用和共享数据构成 EPC 网络的业务基础。最外层为 API 接口层,为其它系统和应用提供接口服务,并为 EPC 网络系统的扩展提供预留接口。

这些被分层和分割后的业务模块与基础技术模块分布式部署,每个模块部署在一组独立的服务器集群上,通过远程调用的方式进行依赖访问。

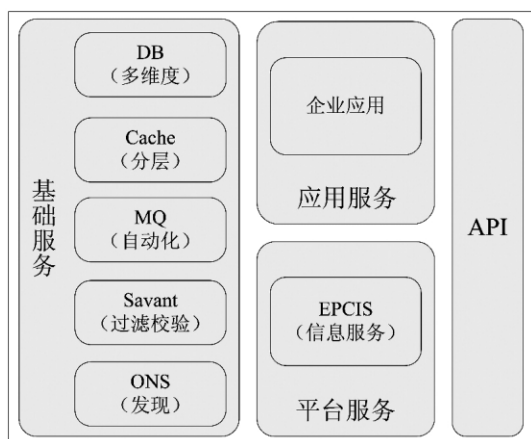


图 3 物流 EPC 系统架构

3.2 分布式部署

对物流 EPC 网络系统架构进行分层分割,其主要目的就是为便于将切分后的模块进行分布式部署,将不同模块部署在不同的服务器上,通过远程调用协同工作。常见分布式方案包括:分布式应用和服务、分布式静态资源、分布式数据和存储、

分布式缓存和分布式计算等。

在对物流 EPC 网络系统各个模块进行分布式设计时,为了应对海量数据存储,包括 EPC 地址映射数据和商品信息,ONS 系统 DB 和 EPCIS 系统 DB 分别采用分布式存储。为了实现物流 EPC 网络对信息查询的快速响应,可遵循数据访问的二八定律,设计 ONS 系统缓存和 EPCIS 系统缓存,将高频次读取操作的 20% 数据缓存起来并分布式部署。为了降低各个模块之间的耦合和解决异构系统的通信,物流 EPC 网络系统采用分布式消息队列,利用这一发布-订阅模式,实现事件驱动架构,并对整个 EPC 网络系统扩展新的模块提供帮助。对于静态商品信息,比如商品图片、静态页面等资源,采用独立服务器分布式部署,以减轻物流 EPCIS 系统的负载压力。此外,Savant 中间件服务也是一种采用分布式结构的系统,它被部署在商店、分销中心、地区办公室、工厂,甚至有可能在卡车或货运飞机上。

3.3 使用链路层负载均衡的集群

在使用分布式部署之后,虽然将物流 EPC 网络系统的各个模块独立部署,但是对于业务集中的模块,比如 ONS 发现服务和 EPCIS 查询系统,还需要将其独立部署的服务器集群化,即使用多台服务器部署同一应用构成集群,通过负载均衡设备共同对外提供服务,这将大大的提高物流 EPC 网络并发访问特性。

物流 EPC 网络中集群的负载均衡设计,采用数据链路层负载均衡,这种负载均衡方式通过在数据链路层修改 Mac 地址来进行负载均衡,如图 4 所示。

在这一负载均衡数据分发过程中,只修改目的 Mac 地址,集群所有服务器通过虚拟 IP 与负载均衡器保持 IP 一致,负载均衡服务器根据负载均衡算法,将请求数据的目的 Mac 地址修改为真实物理服务器的 Mac 地址,待真实物理服务器将请求处理完毕,由于其 IP 地址与数据请求目的 IP 一致,响应数据包可以不需要通过负载均衡服务器进行地址转换直接返回给客户端,这样可以有效避免负载均衡服务器成为物流 EPC 网络服务器集群性能的瓶颈。

4 EPCIS 系统设计与实现

在整个 EPC 网络系统中,EPCIS 系统处于核心地位,负责对数据进行捕获、存储、查询并返回,也可

以根据具体业务逻辑对数据进行订阅查询。相对于RFID识读模块和数据处理模块应用层事件ALE, EPCIS系统更靠近EPC网络系统结构上层位置,可以直接与其它企业级应用进行信息交互。

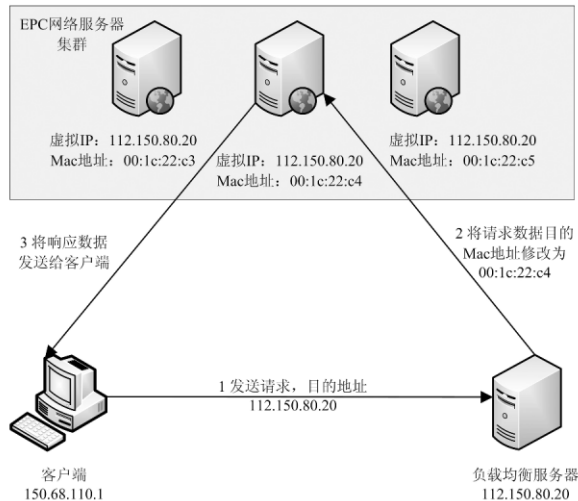


图4 数据链路层负载均衡模式

4.1 系统功能模块划分

依据EPCIS规范,EPCIS系统主要针对四种事件数据进行处理,分别是对象事件、聚合事件、数量事件和交易事件。在物流活动过程中,交易事件伴随发生对象事件、聚合事件和数量事件,而这四种事件数据又是由ALE(Application Level Event)事件和EPCIS访问应用查询事件产生。物流EPCIS系统功能模块划分如图5所示。

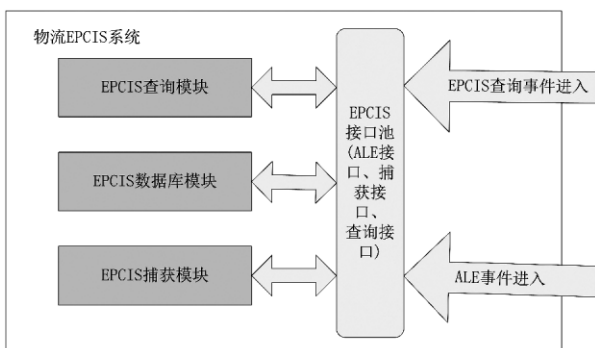


图5 物流EPCIS系统模块划分

图5中物流EPCIS系统分为EPCIS捕获模块、EPCIS数据库模块和EPCIS查询模块,通过接口调用相应模块来处理ALE事件和合作方查询事件。

当有ALE事件进入EPCIS系统时,系统通过

EPCIS捕获接口调用EPCIS捕获模块,判断ALE事件数据处理类型。若是EPC查询操作,则通过EPCIS查询接口调用EPCIS查询模块,查询模块再调用EPCIS数据库模块读取数据;若是EPC写入操作,则直接调用EPCIS数据库模块写入产品相关信息。

当有EPCIS访问应用查询事件进入EPCIS系统时,系统通过EPCIS查询接口调用EPCIS查询模块,查询模块再调用EPCIS数据库模块读取数据返回给合作方查询系统。

4.2 系统功能模块设计与实现

根据EPCIS系统功能模块划分,可以通过UML建模工具进行具体类和接口设计,本文采用Rational Rose工具进行统一建模。在功能模块详细设计阶段主要给出静态类图、部分关键代码和数据模型。

4.2.1 EPCIS捕获模块

在EPCIS系统业务流程中,ALE事件从底层通过ALE接口进入EPCIS捕获模块进行数据处理。本文采用JMS(Java Messaging Service)传输XML文件格式的ALE事件报告。在捕获模块类和接口设计上,根据EPCIS规范标准主要设计有捕获类、报告接收类、事件解析类和事件类等辅助类。具体类图设计如图6所示。

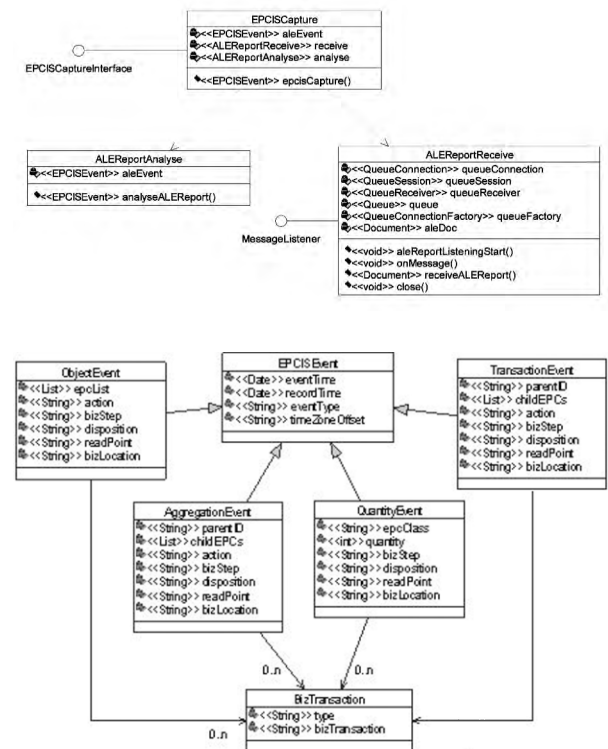


图6 物流EPCIS捕获模块类图

捕获模块核心类分别为 EPCISCaputre、ALEReportReceive 和 ALEReportAnalyse 三个类, BizTransaction、EPCISEvent 及其派生类为辅助类。其中 ALEReportReceive 类继承 javax. jms. MessageListener 类, 监听并接收通过 JMS 传输过来的 ALE 事件报告(JMS 采用 Queue 传输模式)。

ALEReportAnalyse 类负责解析 ALE 事件报告, 并将解析结果封装成对应的事件类对象, 在这个过程中用到 EPCISEvent 及其派生类等辅助类。

最终, EPCISCaputre 类通过 epcisCapture 方法调用 ALEReportReceive 类和 ALEReportAnalyse 类的相应方法实现 EPCISCaptureInterface 接口, 将解析结果保存到数据库, 完成 EPCIS 捕获模块功能。

4.2.2 EPCIS 查询模块

在 EPCIS 查询模块中, 分别要处理即时请求模式和订阅模式两种查询业务逻辑。即时请求模式由 EPCIS 查询客户端通过 EPC 码等查询条件发起查询并返回查询结果, 订阅模式则是服务端根据客户订阅计划定时查询并返回查询报告。依据 EPCIS 规范, 查询模块主要包括两种接口, 分别是 EPCISQueryControlInterface 查询控制接口和 EPCISQueryCallbackInterface 查询回调接口, 这两个接口统称为 EPCIS 查询接口。具体类图设计如图 7 所示。

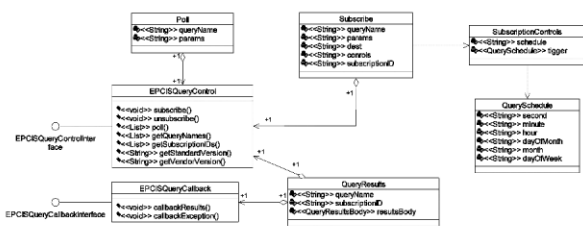


图 7 物流 EPCIS 查询模块类图

查询控制类 EPCISQueryControl 负责处理 EPCIS 应用访问程序发送的即时查询请求并返回结果, 以及对订阅查询的计划进行管理。

查询回调类 EPCISQueryCallback 负责将根据订阅查询计划返回的查询结果, 分发给目标地址的 EPCIS 访问应用程序。在 EPCISQueryControl 类中, subscribe 方法实现根据用户定义的查询名称注册订阅查询, params 参数用来传递查询条件的值, dest 参数用来传递通过查询回调接口分发查询结果的目标地址, controls 参数用来传递控制订

阅处理的值, 比如订阅计划的周期等, subscriptionID 参数是一个订阅的标识字符串。

unsubscribe 方法实现订阅查询退订操作, 通过 subscriptionID 参数清除与之对应的订阅查询计划。poll 方法根据用户定义的 params 参数值, 实现即时查询并返回查询结果。在 EPCISQueryCallback 类中, callbackResults 方法负责将根据订阅查询计划返回的查询结果, 分发给目标地址的 EPCIS 访问应用程序。

4.2.3 EPCIS 数据库模块

EPCIS 数据库模块负责实现 EPCIS 信息服务数据存储功能, 其存储内容包括整个供应链流程产生的所有业务事件数据, 以及描述这些事件的商业主数据。根据四种事件之间存在的内在关系, 可以将它们的公有属性抽取出来建立一个 protoEvent 表, 然后再对四种事件剩下的特有属性分别建表, 通过主外键约束与 Event 表关联起来。事件数据表关系如图 8 所示。

图 8 中 protoEvent 表有 8 个属性, eventId 为主键属性, 用来标识每一个 EPCIS 事件; eventTime、recordTime 分别记录事件发生时间和记录事件至数据库的时间; timeZoneOffset 字段记录事件发生地所属时区; bizStep 表示事件所处的业务步骤; disposition 表示一个业务对象的状态, 比如“召回”; readPoint 表示读取 epc 的具体地点; bizLocation 表示事件发生时所处的地点。

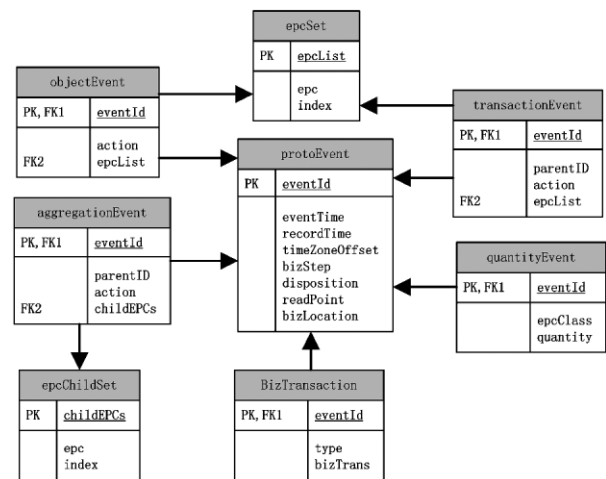


图 8 事件数据数据库表设计图

在其他事件子表中, eventId 为外键属性; action 表示事件的动作种类, 有 ADD、OBSERVE、DELETE 三类取值可能; parentID 表示在聚合事件和交易事件中, 发生事件对象的父级对象的标识

符,一般为 epc 码;epcClass 描述标识事件对象的类别属性;quantity 表示数量事件所包含的具体数量;epcList 和 childEPCs 都表示一个事件相关对象的集合,集合的每一个对象元素的属性分别保存在 epcSet 和 epcChildset 表中。根据 EPCIS 标准,商业主数据表如图 9 所示,商业主数据表与事件数据表中的相关属性一一对应,是对事件数据属性的详细描述。

bizStepVocab		dispositionVocab		readPointVocab		bizLocationVocab	
PK	bizStep	PK	childEPCs	PK	readPoint	PK	readPoint
	sepValue		dispValue		readPointValue		address city country postalCode
epcClassVocab		bizTransVocab		bizTransTypeVocab			
PK	epcClass	PK	bizTrans	PK	type		
	epcClassValue		bizTransValue		typeValue		

图 9 商业主数据数据库表设计图

本文使用 MySQL 数据库,并采用 Hibernate 框架技术实现数据库模块持久化层。在 com. logistics. epcis. database 包中, HibernateUtils 类通过 Hibernate 技术连接数据库并提供 getSession 方法返回数据库事务操作 Session。数据库中所有的表都在 com. logistics. epcis. beans 包中有一个实体类与之对应,实体类的成员属性即对应表中的属性。这些实体类实现了 set 和 get 方法,并通过 Hibernate 配置文件与对应数据库表进行绑定。

5 系统运行效果

在完成 EPCIS 系统服务功能后,通过客户端程序对 EPCIS 捕获和查询功能进行演示。本文采用运行在浏览器上的 B/S 客户端模式,使用 JSP 技术和 Struts 框架完成开发。主要功能页面有数据捕获页面、数据查询页面、词汇表管理页面等。

物流追溯信息系统 Web 客户端首页如图 10 所示。用户可通过 <http://localhost:8080/EPCIS4Logistics/> 链接对系统进行访问,首次使用需先注册再登陆,登录后即可使用 EPCIS 系统功能。

物流 EPCIS 客户端系统数据捕获页面如图 11 所示。系统用户进入数据捕获页面,对 ALE 数据报告进行预览、解析和加入储存库操作,这些操作可分步进行也可以一键完成。

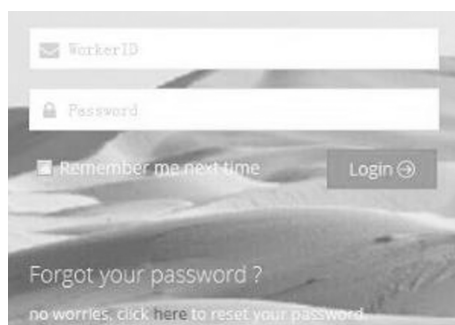


图 10 物流追溯信息系统访问界面



图 11 物流 EPCIS 应用系统数据捕获页面

物流 EPCIS 客户端系统数据查询页面如图 12 所示,系统用户进入数据查询页面,可以选择按条件查询或者查看订阅查询结果,并可以对订阅查询进行设置。

物流 EPCIS 客户端系统词汇表管理页面如图 13 所示,系统用户进入词汇表管理页面,对系统词汇表进行管理,包括查询、添加和删除操作,词汇表即对应商业主数据内容。

6 结语

本文围绕物流追溯信息系统设计与实现开展深入研究,建立了基于高性能 EPC 网络架构的物流追溯信息系统,主要研究工作如下:

(1)在对基于 EPC 体系结构的物流数据流向进行分析的基础上,采用分层和分割模式,实现了对物流 EPC 系统结构的有效切分,降低了系统耦合,提高了系统性能。

(2)针对物流领域大数据处理、高并发数据访问、数据逆向追踪等特征,采用数据缓存、分布式部署和

集群处理的服务器设计方法,设计了高性能 EPC 网络架构,为解决物流 EPC 网络系统访问吞吐量、响应速度等性能瓶颈问题提供了可靠的设计方案。

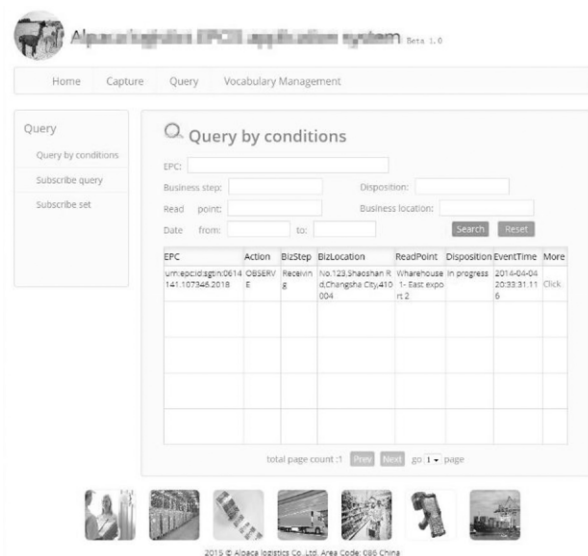


图 12 物流 EPCIS 应用系统数据查询页面



图 13 物流 EPCIS 应用系统词汇管理页面

(3)对以物流 EPCIS 系统为内核的物流追溯信息系统进行详细设计和开发,使用 Java 语言开发物流 EPCIS 系统功能模块,使用物流 EPCIS 可扩展数据模型建立可扩展的物流追溯信息系统数据库表,使用 JSP 技术和 Struts 框架开发物流追溯信息系统 Web 客户端,并对系统运行效果进行了分析,系统界面简便友好,系统运行顺畅,响应速度较快,系统功能有效。

随着 RFID 电子标签成本的不断下降和物流

行业的信息化趋势,基于 EPC 网络的物流信息系统必将迎来蓬勃发展的重大机遇,而随着 EPC 物联网技术的不断发展,必将对物流行业的发展起到重要的促进作用。

参考文献

- [1] 杨波,吴涵.影响我国物流企业信息化水平的关键因子分析[J].数学的实践与认识,2013,43(8):984-1000.
- [2] 姚灿中,郑旭洲.物流基地出库行为动力学的分形特征分析[J].计算机应用研究,2014,31(9):2613-2616.
- [3] 赵会群,樊火生.RFID 物联网中 EPC 数据抽象与解析方法研究[J].计算机应用与软件,2014,31(6):32-36.
- [4] CHEN H M,CUI L,XIE K B A. Comparative study on architectures and implementation methodologies of Internet of things [J]. Chinese Journal of Computers, 2013, 36 (1): 168-188.
- [5] XIAO F,ZHOU Y,ZHOU J,et al. Universal composable secure protocol for EPC system [J]. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 2013, 20 (1): 115-121.
- [6] 赵震,张龙昌,韩汝军.基于物联网的食品安全追溯研究[J].计算机技术与应用,2015,25(12):152-155.
- [7] ZEN J F,LI R,LUO J,et al. SOA-based RFID public services infrastructure: architecture and its core services [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2009, 20 (3): 577-582.
- [8] EPC global Inc. EPC Information Services (EPCIS) Version 1.1 Specification [S]. 2014. <http://www.gs1.org/epcis/epcis/latest>.
- [9] EPC global Inc. <http://www.epcglobalinc.org/>.
- [10] AHN H,KIM K. A policy-driven RFID event management framework [J]. Telecommunication Systems,2014,55(1):1-6.
- [11] CORPORATION H P. Flexible Capturing Application for Enhanced Generation of EPCIS Events [J]. International Journal of Distributed Sensor Networks,2014,11(4):275-288.
- [12] GEERTS G L, O'LEARY D E. A supply chain of things: The EAGLET ontology for highly visible supply chains [J]. Decision Support Systems,2014,63(3):3-22.
- [13] JAKKHUPAN W,ARCH S,LI Y. An RFID-based traceability system [J]. Telecommunication Systems, 2015, 58 (3): 243-258.
- [14] 颜波,石平,黄广文.基于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台开发 [J]. 农业工程学报, 2013, 15: 172-183.
- [15] 徐刚,陈立平,张瑞瑞,等.基于精准灌溉的农业物联网应用研究 [J]. 计算机研究与发展, 2010, S2: 333-337.
- [16] 孙彦景,丁晓慧,于满,等.基于物联网的农业信息化系统研究与设计 [J]. 计算机研究与发展, 2011, S2: 326-331.
- [17] 赵文,李信鹏,刘殿兴,等.供应链环境下一种分布式 RFID 发现服务 [J]. 电子学报, 2010, S1: 99-106.
- [18] 钱志鸿,王义君.物联网技术与应用研究 [J]. 电子学报, 2012, 5: 1023-1029.
- [19] 毛燕琴,沈苏彬.物联网信息模型与能力分析 [J]. 软件学报, 2014, 25 (8): 1685-1695.
- [20] 陈海明,崔莉,谢开斌.物联网体系结构与实现方法的比较研究 [J]. 计算机学报, 2013, 1: 168-188.
- [21] 夏娉娜.关于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台开发 [J]. 电子技术与软件工程, 2015, 24: 75.
- [21] CHENG J,SUNG H. Robust digital receiver for EPC sensor network [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2013, 1: 44-51.
- [23] 赵会群,王同林,石彪.一种基于冗余的容错 EPC 识读系统的设计 and 实现 [J]. 计算机应用与软件, 2014, 31 (2): 106-108.
- [24] 侯瑞春,丁香乾,陶冶,等.制造物联及相关技术架构研究 [J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20 (1): 11-20.
- [25] 沈苏彬,林闯.物联网研究的机遇与挑战 [J]. 软件学报, 2014, 8: 1621-1624.
- [26] 罗元剑,姜建国,王思叶,等.基于有限状态机的 RFID 流数据过滤与清理技术 [J]. 软件学报, 2014, 25 (8): 1713-1728.