

基于 RFID 和 Agent 技术的物品跟踪系统

李 锋

(华南理工大学工商管理学院, 广州 510640)

摘要: 货物的实时状态信息是物流信息系统中管理与决策的主要信息源。文章研究如何获得运输途中货物的状态信息并回传给相应的信息需求方。所提出的解决方案利用无线射频技术自动获取货物的实时状态信息。通过将系统构建在移动 Agent 平台之上, 降低运输途中前方子系统与后方服务器之间的数据传输量, 减轻通信网络的工作负荷。原型系统在仿真平台上的测试验证了方案的技术可信性。

关键词: 无线射频技术; 物品跟踪; 物流信息系统

Goods Tracing System Based on RFID and Agent Technology

LI Feng

(School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640)

【Abstract】 Real-time information of goods is major information source for decision-making in logistic information system. This paper addresses how to trace real-time goods information, and transfer to back-end enterprise application quickly and cheaply. The solution is based on Radio Frequency Identification(RFID) technology and mobile agent technology. RFID technology provides the capability of the system to retrieve information of goods in automatic fashion. And by embedded mobile agent technology, the raw data collected from the goods will be pretreated locally before feedback, which reduces the load of data transfer over narrow-band network. The solution on simulation platform is experimented and verified.

【Key words】 Radio Frequency Identification(RFID); goods tracing; logistic information system

物流系统中物品信息的采集和共享是物流信息系统建设的核心要素。高效的、实时的物品信息采集能够使得企业跟踪并监视运输途中物品的位置信息和状态信息, 为企业运营决策提供详尽的数据支持。而该数据信息在整个供应链企业中的共享与交换, 能够实现供应链资源的优化配置。并且, 通过最大限度减少供应链信息的严重不对称和放大(例如牛鞭效应), 途中物品的实时信息采集和共享实现减少库存、降低成本, 进而提升整条供应链的运营效率。目前日益成熟的无线射频技术(Radio Frequency Identification, RFID)能够在一定的有效距离范围内完成无接触式的数据读写, 为实时物品信息的采集提供了有力的技术支持。本文正是探索如何应用 RFID 技术实现实时信息的采集与共享, 在市场牵引和技术推动双重努力下, 促进 RFID 技术的发展和推广基于 RFID 技术的应用系统建设。

1 研究现状

RFID是一种非接触的自动识别技术, 它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关的数据信息。RFID系统主要包括3个部分: 天线, 读写器和射频标签。将射频标签贴在目标物体上, 读写器通过天线以电磁波的形式读写射频标签上的存储器, 能够实现对象射频标签所附着的物品的跟踪定位^[1]。

当前将 RFID 技术应用于物品跟踪系统受到尚未成熟的 RFID 技术影响而主要集中在以下几个方面:

(1)RFID技术标准的集成。由于没有统一的技术标准, 因此TagCentric RFID系统架构主要考虑对多种RFID读写器的支持^[2]。Dialog系统尝试通过集中管理各种RFID标准(建立一个域名服务器管理各个厂商的RFID标准)来解决RFID数据的结息和映射^[3]。

(2)RFID数据的处理。ETRI RFID系统采用事件驱动的模式针对采集上来的各种RFID数据设计处理逻辑^[4]。类似的工作还有建立在Agent平台的CoS.MA系统, 设计并服务于供应链事件管理(supply chain event management)^[5]。

(3)RFID数据的共享。代表性工作包括: Volvo公司通过GRPS无线网络回传RFID数据^[6]。WinRFID系统建立在微软.NET开发环境下, 利用Windows服务和Web服务传递并共享数据^[7]。

除此之外, 许多著名软件公司也将 RFID 集成到它们的软件系统或者平台上, 以此提供对 RFID 数据的共享服务。例如: 微软公司集成 RFID 技术于 BizTalk Server 2006, IBM 集成到 Websphere 服务器, BEA 集成到 WebLogic。

与前人的工作相比, 本文所提出的基于 RFID 技术的物品跟踪系统建立在移动 Agent(智能体)平台上, 更强调系统的开放性、灵活性。

2 物品实时信息跟踪系统

RFID 系统提供的自动识别技术支持, 使得物品实时信息跟踪成为可能。但是, 物流领域物品实时信息跟踪还有其行业的特点和需求, 因此, 还必须结合其他先进的信息技术共同实现高效的信息跟踪, 为运营决策提供有力的支持。

2.1 系统需求分析

运输途中物品的信息跟踪必须考虑以下几个要素。

(1)数据的时效性: 物流信息系统必须根据当前的物品数

基金项目: 广州市哲学社会科学“十一五”规划 2006 年度课题

作者简介: 李 锋(1975 -), 男, 讲师、博士, 主研方向: 信息提取, 建模与仿真, 供应链管理

收稿日期: 2007-02-27 **E-mail:** fenglee@scut.edu.cn

据做出正确的决策。因此,采集的数据信息必须详细地标出产生的时间。

(2)数据的地理性:运输途中当前的地理位置也是决策的一个重要因素。并且,不同的时间点上物品的位置可能发生很大的变化。因此,数据信息也必须标注出其生成的地理位置信息。

(3)数据传输的带宽约束:复杂的地理环境不能提供高带宽、稳定的数据传输服务。因此,回传的数据必须经过最大可能的预处理来减少数据的传输量。

另外,考虑自然环境等因素的影响,以及物品的自身特性,系统还必须支持 RFID 数据的主动上传(报警功能)。

2.2 系统总体描述

本文提出的系统主要包括 3 个部分:移动前端系统(RFID 数据采集与通信,运行在智能手机操作系统之上),后端服务器以及信息服务器。整个系统运行在移动 Agent 平台之上,能够实现众多的优点,例如,减少后端服务器的计算负荷,降低移动前端与后端服务器窄带通信的数据流量,灵活定制 RFID 原始数据的处理逻辑等。

系统架构如图 1 所示。

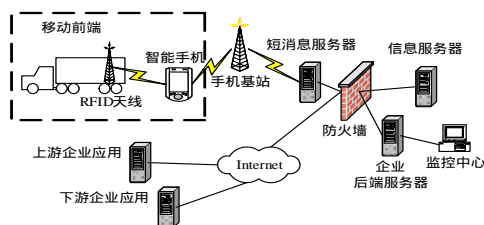


图 1 系统架构

运输途中,嵌入在智能手机(如 PDA 手机)内的 RFID 读写器读取贴附在货物上的 RFID 标签,采集实时的货物数据。随后,运行在智能手机上的 Agent 对采集的数据初步加工,将企业所关注的数据和信息通过移动通信网络传给企业后台服务器。管理人员通过监控中心界面与后端服务器交互,实时观测货物状态,并能够通过监控中心下发控制指令。控制指令通过应用服务器传递到智能手机相应的处理 Agent。当相应的处理 Agent 接收到监控中心传来的控制命令后,启动处理程序,将命令翻译为 RFID 读写命令。嵌入的 RFID 读写器将命令发往对应的 RFID 标签,并由相关的处理系统控制或者更新货物状态。

整个系统具有良好的开放特性。一方面,采集回来的实时货物信息被发布在企业的信息服务器上,以供供应链上下游企业查询。另一方面,有关移动 Agent 的技术规范也同时在信息服务器中发布。供应链上下游企业因此可以根据技术规范,设计并发送移动 Agent 到本系统的后台服务器采集并加工数据信息,甚至是移动到智能手机前端定制自己感兴趣的货物信息。

2.3 系统运行流程

在每次货物运输周期(从装车发货到收货)中,系统的运行可以分为 2 个阶段:初始化阶段和实际运行阶段。

系统运行的第 1 阶段为系统初始化阶段。该阶段运输活动尚未开始,系统中企业的后台服务器将实现 RFID 数据处理逻辑的移动 Agent 发送到移动前端。同时,本次运输路线图也被下载到移动前端。移动 Agent 在移动前端被激活后,立即采集货物的初始信息并回传给后台服务器,并发布在信息服务器上。此时,移动前端与后端服务器数据交换采用宽

带方式,如蓝牙、红外线等。

系统运行的第 2 阶段是指系统运行在货物运输过程中。与第 1 阶段最根本的区别在于运输途中信息交互通道的变化。受到地理位置、网络基础设施因素的影响,第 1 阶段所采用的宽带网络不再有效,系统必须利用不稳定的窄带数据通路完成信息交互。因此,系统的设计与实现必须围绕着如何更经济地实现信息共享这个中心来展开。

正是为了解决这个实际问题,本系统提出了自己的解决方案:应用移动 Agent 技术,将部分数据处理工作部署在离数据源最近的地方完成(移动前端),降低了数据的传输量;在移动前端存储产品状态信息,只向后端服务器回传发生变化的货物状态信息;采用具有更大网络覆盖率的移动通信网络下成熟、低廉的短消息系统实现运输途中数据的传输。因此图 1 所示的系统架构中,系统安置一台短消息服务器负责处理并发送短消息。

2.4 移动 Agent 平台设计

如图 2 所示,移动前端(智能手机)子系统采用 3 层架构。

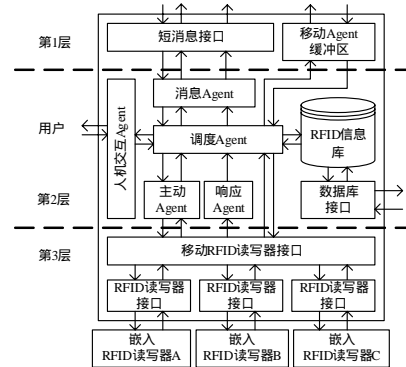


图 2 移动前端子系统结构

第 2 层为移动前端子系统的核心层。该部分系统工作在两种模式下:“拉动(pull)”模式——从消息 Agent 接收监控中心下达的指令,调用相应的响应 Agent 处理请求并回传处理结果;“推动(push)”模式——由货物承运人或者 RFID 标签主动上传当前货物状态信息。

第 3 层为移动 RFID 读写器接口层。考虑到当前 RFID 技术尚未成熟,行业认可的标准还未形成,系统第 3 层主要负责各个 RFID 供应商产品的程序 API 接口。通过这种方式,能够使更高层的应用模块脱离具体 RFID 产品硬件细节,专注于具体应用逻辑设计。

此层系统中还部署了一个简单的 RFID 信息数据库,用于存储了上一阶段货物的状态信息。无论是“拉动”还是“推动”模式下获得的货物信息首先与信息库中存储的信息比较,只有变化了信息记录或者字段才会被回传给后端服务器。同时,调度 Agent 还会更新信息库相应的记录。另外,数据库接口提供信息库数据的输入输出服务,能够方便数据导出。

人机交互 Agent 负责实现与货物承运人交互,主动上传货物状态信息。除此之外,人机交互 Agent 还有一项非常重要的功能:显示本次运输路线图,货物承运人在地图上标出当前地理位置信息。该地理位置信息(地图上的 x,y 座标)、当前时间,连同变化的货物状态信息一起被压缩后上传给后端服务器系统。与采用 GPS 定位相比,本方法更经济简单,更适宜中小企业应用。

第 1 层为移动前端子系统的通信层,主要功能包括发送和接收短消息,以及软件 Agent。

在企业内部，网络带宽已经不是系统的瓶颈，因此后端服务器与企业其他应用服务之间的数据交换建立在高速宽带局域网基础之上。

图 3 为企业后端服务器系统结构。

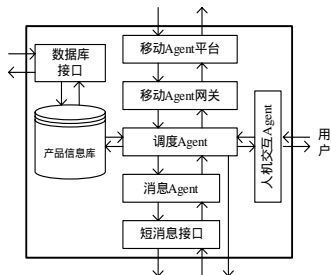


图 3 企业后端服务器系统结构

如前所述，此子系统也是建立在移动 Agent 平台之上。它实现的主要功能包括：人机交互 Agent 实时显示当前货物位置信息和状态信息，接收并下传管理员的命令；审查并重新激活来自第三方的移动 Agent；主动派遣移动 Agent 通知上下游企业应用程序当前货物信息。同时，系统提供数据库接口，供企业内其他应用共享货物实时信息。

相比于移动前端复杂的系统结构，后端服务器子系统比较简单。这主要考虑到移动 Agent 平台的安全限制，后台系统不能与本地其他企业应用紧密结合，因此，后台系统采用产品信息库作为与其他企业应用信息共享的中介，将复杂的应用逻辑交给更适合的软件应用系统来实现。

3 系统实现

笔者在 Sun 公司的 J2ME 平台上仿实现了该系统。具体开发运行环境为 Java 平台(J2SE 5.0, J2ME 2.0),MySQL4.1 数据库和 Palm 智能手机仿真器。受到 Palm 仿真器模拟环境的限制，本文只测试了系统的基本功能：后台服务器发送指令请求实时状态信息，移动前端系统响应服务请求，将状态信息以及位置信息、时间信息回传给后台服务器。

系统仿真中，短消息服务器功能由另外一个智能手机仿真器来模拟实现。该仿真器接收来自移动前端发来的短消息，通过 TCP/IP 连接发送给后台服务器；并从 TCP/IP 连接中读取来自后台服务器发送的数据包，以短消息的形式发送给移动前端系统。

图 4 给出了在智能手机仿真器(Palm OS Emulator)上运行的移动前端程序的程序界面。操作员在地图上标注出当前货物的地理位置(见图中红色十字形图案所示)，随后该点 x,y 坐标连同货物当前状态信息被回传给后台服务器。后台服务器从短消息中解析出该点位置的 X,Y 坐标值，然后在监视界面地图的相同位置做出标记。



图 4 智能手机操作界面

4 结束语

本文主要研究如何经济地采集运输途中货物实时信息并回传给企业后端服务器(物流信息系统)。笔者所提出的解决方案主要由移动前端子系统和企业后端服务器两部分组成。移动前端子系统通过应用 RFID 技术实时采集货物信息，并由相应的 Agent 完成数据处理和传输。后端服务器同样建立在移动 Agent 平台之上，不仅能够实现采集信息的定制，而且增强了系统的开放性。在仿真平台上测试并通过了解决方案的可行性验证。

参考文献

- [1] Roberts C M. Radio Frequency Identification (RFID)[J]. Computers & Security, 2006, 25(1): 18-26.
- [2] Hoag J E, Thompson C W. Architecting RFID Middleware[J]. IEEE Internet Computing, 2006, 10(5): 88-92.
- [3] Karkkainen M, Ala-risku T, Framling K. Integrating Material and Information Flows Using a Distributed Peer-to-Peer Information System[C]//Proc. of the 8th International Conference on Advances in Production Management Systems. Eindhoven, Netherlands: [s. n.], 2002: 305-319.
- [4] Cheong T, Kim Y, Lee Y. REMS and RBPTS: ALE-compliant RFID Middleware Software Platform[C]//Proc. of the International Conference on Advanced Communication Technology. ETRI, Korea: [s. n.], 2006: 699-704.
- [5] Teuteberg F, Schreber D. Mobile Computing and Auto-ID Technologies in Supply Chain Event Management—An Agent-based Approach[C]//Proc. of the 13th European Conference on Information Systems. Regensburg, Germany: [s. n.], 2005.
- [6] Holmqvist M, Stefansson G. Mobile RFID—A Case from Volvo on Innovation in SCM[C]//Proc. of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences. Kauai, USA: [s. n.], 2006: 141.
- [7] Prabhu B S, Su Xiaoyong, Ramamurthy H, et al. WinRFID—A Middleware for the Enablement of Radio Frequency Identification (RFID) Based Applications[M]//Mobile, Wireless and Sensor Networks: Technology, Applications and Future Directions. [S. l.]: John-Wiley, 2006: 313-338.

(上接第 276 页)



图 6 序列捕获处理器匹配序列片段

6 结束语

本文在理论研究的基础上，通过软硬件的结合进行了捕获处理器的研制，并对其进行了大量测试，测试表明，序列捕获处理器可以实现有效捕获，产生具有一定相关性的本地匹配序列。

参考文献

- [1] Langley R B. The GPS Observables[J]. GPS World, 1993, 4(4):

52-59.

- [2] Chun Yang. FFT Acquisition of Periodic, Aperiodic, Puncture, and Overlaid Code Sequences in GPS[C]//Proceedings of ION GPS'01. Salt Lake City: Institute of Navigation, 2001.
- [3] Yang C, Vasquez J, Chaffee J. Fast Direct P(Y)-code Acquisition Using XFAST[C]//Proceedings of ION GPS'99. Nashville: [s. n.], 1999.
- [4] Jing Pang. Direct Global Positioning System P-code Acquisition Field Programmable Gate Array Prototyping[D]. [S. l.]: College of Engineering and Technology, Ohio University, 2003.