

物联网和服务架构的食品安全信息平台模型^①

蒋文贤, 许晓璐, 赖超, 林翠萍, 曾鹏远

(华侨大学 计算机科学与技术学院, 厦门 361021)

摘要: 针对食品供应链管理 and 质量安全的跟踪和追溯需求, 利用物联网技术, 参照 EPC 标准, 提出了一种基于物联网和服务架构的食品安全信息平台模型, 描述了 RFID 技术在 Internet 基础上实现食品的全程跟踪管理的 E-R 模型、网络架构、技术框架和功能模块, 可通过 Web Service 和智能手机等多种方式查询追溯详细的电子信息。

关键词: 物联网; 无线射频识别; 产品电子代码; 面向服务架构; 食品安全

Information Platform Model for Food Security Based on Internet of Things and Service Architecture

JIANG Wen-Xian, XU Xiao-Lu, LAI Chao, LIN Cui-Ping, ZENG Peng-Yuan

(College of Computer Science and Technology, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: According to the tracking and tracing requirements of food supply chain management and quality and safety, using Internet of Things technologies, referring to the EPC standards, a food security information system platform model that based on Internet of Things and service oriented architecture has been put forward. The design describes E-R model, network architecture, technology framework and functional modules of achieving food tracking management by RFID technologies on the basis of Internet. Detailed electronic trace information about food could be inquired through Web Service or intelligent mobile phones or other devices.

Key words: internet of things (IOT); radio frequency identification (RFID); electronic product code (EPC); service oriented architecture (SOA); food safety

1 引言

物联网 IOT(Internet of Things)顾名思义就是“物物连接的互联网”,是在互联网(Internet)基础上延伸和扩展的网络。具体是指依托无线射频识别 RFID(Radio Frequency Identification)技术和各类信息传感设备(如传感器、红外感应器、激光扫描器、气体感应器等),按约定的通信协议把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通讯,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[1]。RFID 食品安全可追溯系统通过在食品生产中使用 RFID 电子标签(每一个产品置入带有唯一识别的信息),利用读写器,这个食品的信息就会通过物联网传输到指定的计算机内,实现产品的生产、加工、运输、销售等各环节的流动监控,是一个全自动的食品流动监测网络,具有极大的优势和便利。

面向服务架构 SOA(Service Oriented Architecture)是近年来发展迅速的一种新的分布式计算模式^[2],其中 Web service 技术以其平台独立性、松散耦合、自包含、粗粒度服务等优点,为信息系统应用提供了一种新的设计思路。将 SOA 模式应用到复杂的、多步骤的食品安全追溯系统中,可从各企业生产协作需求和供应链流程导向的角度对生产资源、生产任务、生产服务和生产销售环节进行有效集成,促进产业链上每一环节的企业间协作,更加及时、有效地共享资源。

因此,本文利用物联网技术,参照产品电子代码 EPC (Electronic Product Code)标准,对食品来源、加工信息、物流信息以及企业基本信息进行统一 EPC 编码,采用 UML 语言定义需求规格并利用 XML 语言进行数据接口统一,结合有效的 RFID 技术,采用 SOA 模式,

^① 基金项目:福建省泉州市科技计划(2011Z6);福建省自然科学基金(2011J05151)

收稿时间:2012-10-26;收到修改稿时间:2012-11-28

依据 SCOR(Supply-Chain Operations Reference-model) 核心流程, 分析出物联网技术在食品供应链中的需求模型, 研发了食品安全信息平台, 并对其进行监督、分析和过滤, 可以帮助实现食品从生产源头到最终消费者的监控, 为企业、政府和公众进行全方位、多角度的服务。

2 食品供应链过程及需求分析

2.1 流通过程

SCOR 是美国供应链协会开发设计的一套用于帮助供应链协作与设计运作参考模型^[3]。本文用它作为建立服务于供应链流程的模型。目前食品供应链主要分为四个环节^[4]: 生产环节、加工环节、运输环节和销售环节。食品的属性、参与者、位置等标识是进行食品安全跟踪的重要信息。由于食品供应链中跨环节之间的联系比较脆弱, 建立有效信息的获取、管理与交换机制是成功实施食品安全跟踪与追溯的关键。EPC 电子标签就是通过在食品供应链中的每一节点, 不仅要求对自己加工成的产品进行标识, 而且还采集所加工的原料上已有的标识信息, 并将其全部信息标识于加工成的产品上, 以备下一个环节使用, 从而形成环环相扣的链条。消费者只需通过信息查询检索工具就可随时了解食品的整个生产、加工、运输与销售情况。如图 1 所示。

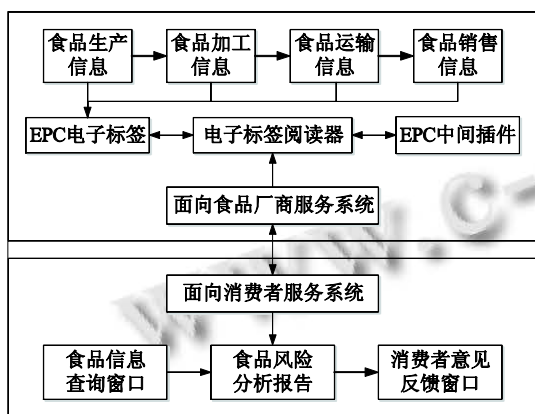


图 1 食品供应链流通过程

2.2 需求分析

由于食品信息在流通过程会添加相应的信息, 因此, 将食品信息分为固定信息和可变信息 2 类。固定信息为食品的基本特征信息, 如食品的名称、生产日期、原材料及成品的生产厂家、名称、许可证号等。可

变信息为流通过程中随具体对象不同而变化的信息, 如食品的第三方物流配送中心、分销商、零售商等相关信息, 及食品在加工过程中的添加剂数据、检测检验数据等。

EPC 电子标签根据食品种类的不同, 能储存从 512bit 到 32Kbit 不等的的数据, 标签中储存的数据是由系统的应用和相应的标准决定的。可将 EPC 电子标签设计为不同的储存区, 如 EPC 区、用户区等。EPC 区的数据只能读出不能被修改, 而用户区的数据不仅能读出也能被修改并设置相应权限, 这可以对应食品的固定信息和可变信息。例如, 电子标签能够提供食品生产、运输、销售情况, 也可以辨别企业、个体和消费者的身份等, 这些类似于条形码中存储的信息。但电子标签还可以连接到数据库, 存储食品库存编号, 当前位置, 状态, 售价, 批号的信息等。相应地, 标签在读取数据时不用参照数据库也可以直接确定代码的含义。EPC 固定信息结构定义可如表 1 所示。

表 1 EPC 固定信息结构定义

| 字段名 | 字段大小 | 字段定义 |
|--------|------|--|
| 食品编码 | 60 | 区域; 厂商编码; 管理者编码; 监督者编码; 食品大类; 食品子类; 包装编码; 序号 |
| 厂商名 | 50 | 厂商名称 |
| 厂商联系电话 | 18 | 区号+电话 |
| 原料来源编码 | 15 | 原料来源商家编码 |
| 生产日期 | 12 | 日期+时间 |
| 有效期至 | 12 | 日期+时间 |
| 生产许可证号 | 20 | 生产许可证号 |

2.3 用例模型

根据需求分析, 采用 UML 对需求进行统一建模并绘制数据模型 E-R 图, 具体如图 2 所示。

3 网络系统设计

3.1 物联网网络架构

物联网系统主要包括 EPC 编码、电子标签、读写器、神经网络软件(Savant)、对象名解析服务(Object Naming Service:ONS)、物理标记语言(Physical Mark-up Language:PML)等 6 方面^[5]。在整个 EPC 物联网上, 系统采用物联网技术作为前台数据采集, 实时记录食品全流程监控环节的主要操作信息, 设计食品信息流动的过程: 读写器扫描到电子标签后, 将读取的电子标签信息通过通信模块传递给 Savant 服务器, 经 Savant 过

滤冗余信息后通过 ONS 服务器送到 EPC 信息服务器, 应用软件可通过 ONS 访问 EPC 信息服务器获取到此食品的相应信息, 也可通过 Savant 经过安全认证后访问

物联网上其他相关食品的信息. 系统还可结合 Internet、3G 等多种现代通信网络技术将食品供应链关键质量点的控制数据信息实时上传到数据中心. 如图 3 所示.

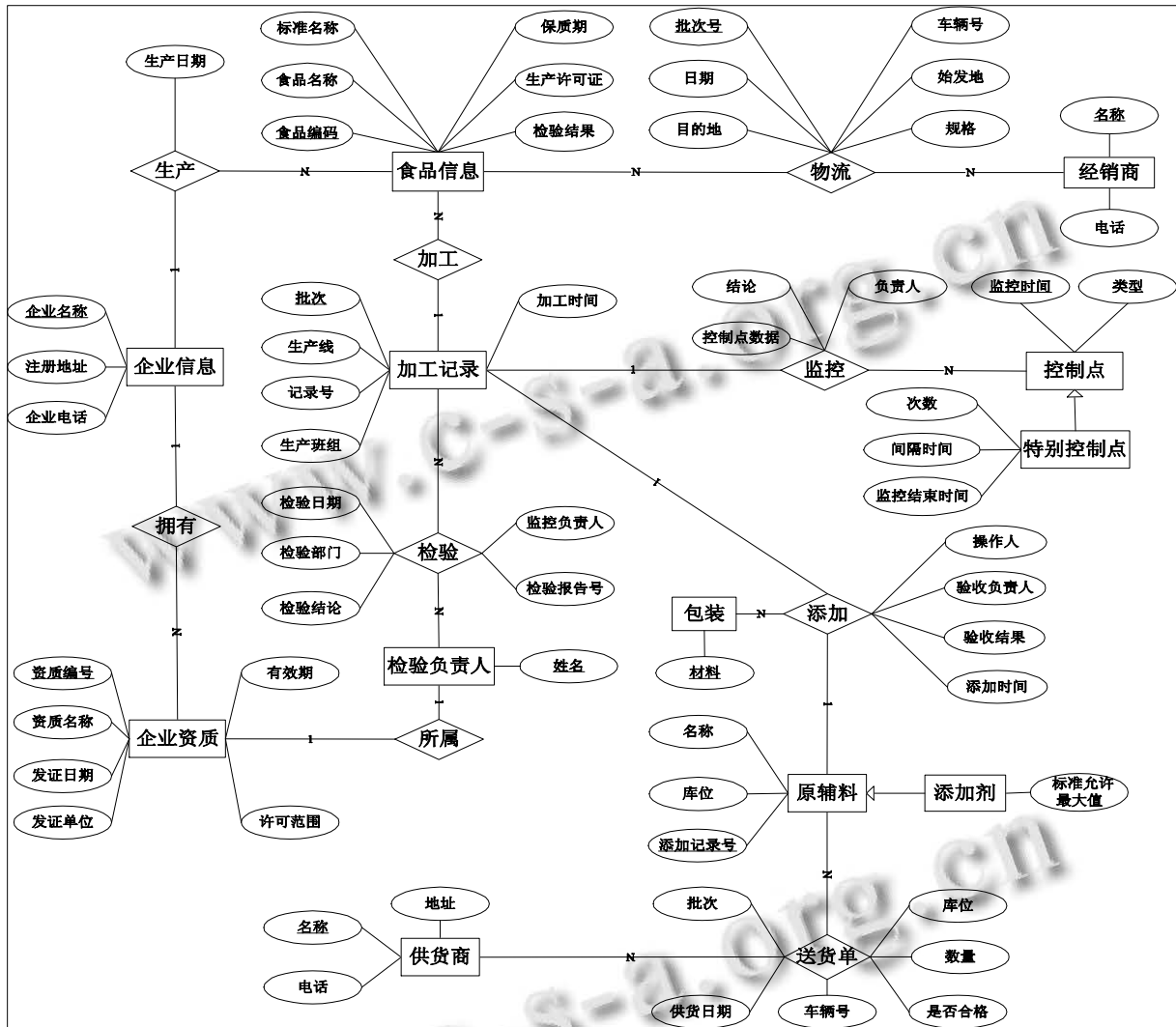


图 2 数据模型 E-R 图

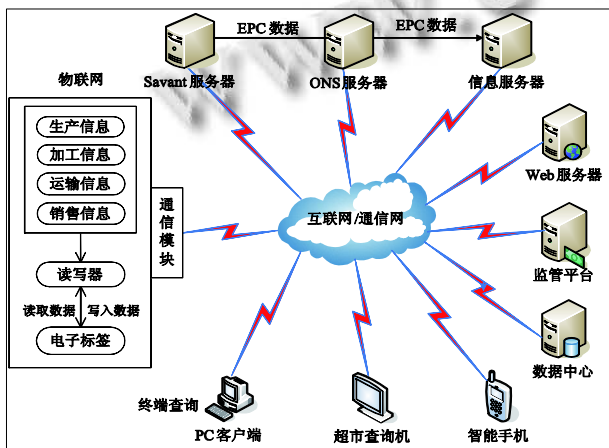


图 3 EPC 物联网网络架构

3.2 技术框架体系

图 4 所示为系统采用支持多层次模式的技术框架体系, 将硬件层、接入层、数据层、功能层、服务层和应用层分开. 具体各层如下:

硬件层是食品流通各环节安装的固定或手持 RFID 读写器以及追溯单元(原材料/添加剂/包装箱等)上粘贴的 RFID 电子标签; 另外, 还可提供智能手机、无线传感器等作为硬件设备^[6].

接入层包括 RFID 数据采集、过滤、加密和数据格式转化处理.

数据层包括业务单据数据库、EPC-IS 数据库、产

品数据库。

服务层包括 RFID 事件处理组件、XML 业务单据解析与转化组件、数据流管理、数据交换服务、Web 服务管理、EPCIS 服务等。

功能层包括食品供应链生产、加工、运输、销售过程跟踪管理。

应用层包括数据仓库、数据挖掘、知识规则和统计分析等。



图 4 技术框架体系

3.3 系统结构

该系统由食品安全信息数据中心、食品安全信息监管平台、食品安全信息应用系统组成。系统结构采用工程化的标准构件和模块化思想进行平台功能设计，便于今后系统的扩展性和开放性，如图 5 所示：

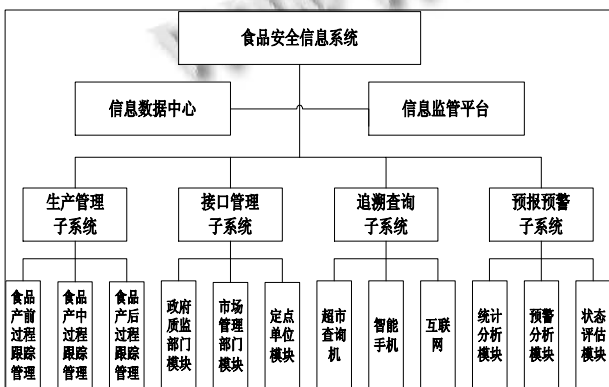


图 5 系统结构

支持消费者通过超市查询机、智能手机、互联网等多种方式，来对自己所购买的食品进行查询。消费者在购买食品后，通过 RFID 电子标签识别终端、智能手机或者扫描输入食品的二维码、条形码等，就可以查询到该食品在各个流通环节的主要信息：该产品的生产厂家是否登记备案，食品是否来自正规渠道，食品添加剂是否超标，并能够查看该产品的生产日期、批次，以及生产厂家是否在工商行政管理部门备案等。如图 6 所示：

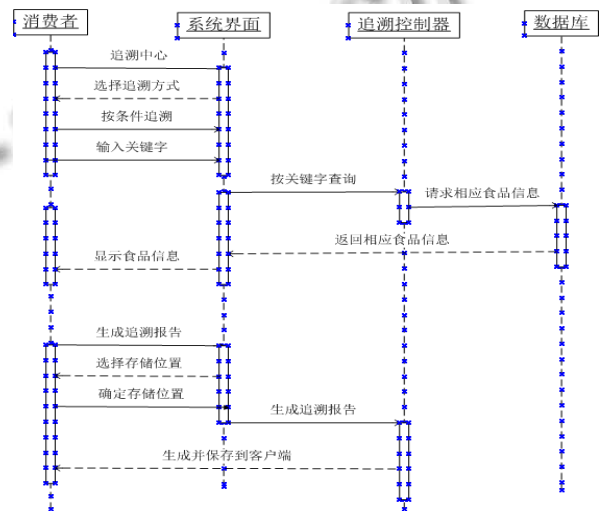


图 6 时序图

4 系统实现

本文结合以上方法实际应用于某食品企业 RFID 综合管理系统，对系列优质糕点应用 RFID 电子标签在生产、加工、运输和销售等环节进行全程监控管理，应用场景包括单品原辅料、添加剂、包装材料 and 包装箱标签贴写、仓库管理 RFID 应用、销售出库的 RFID 物流配送等功能。RFID 综合管理系统可以很好地跟踪管理每箱糕点的批次和生产流通信息查询等。

4.1 电子标签设计

如图 7 所示为系统中应用电子标签读取操作界面。点击“读卡”按钮即可以把读出来的卡的 ID 号和 EPC 固定信息显示在“数据”栏中。用户可以通过 RFID 固定设备、具有 RFID 读取功能的近距离无线智能手机来读取商品的 RFID 电子标签，通过 Web Service 服务和手机短信访问产品追溯查询平台，将查询内容全部封装在一个查询服务内，用户一次查询就可以获得食品的基本信息。

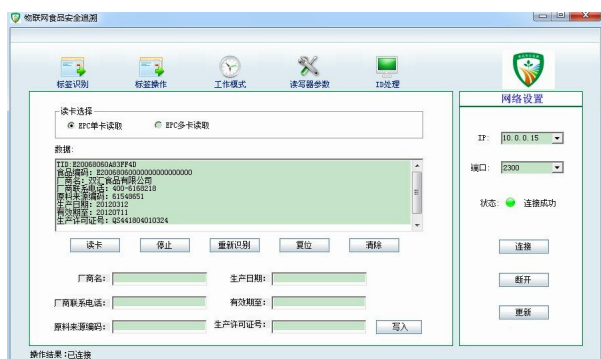


图 7 电子标签操作

4.2 追溯子系统设计

食品的追溯信息包括食品基本信息、食品加工记录和检验报告、企业资质信息、食品所含添加剂和原辅料的添加记录、原料进货记录、销售信息。除食品和生产企业的信息外，其它记录都可由加工批次这个外键直接或间接地获取到(物流信息还需要食品名称)。通过 Hibernate 检索策略可以直接获取到这些记录信息。此外，由于添加剂作为原辅料的一个子类，可把它们设计在同一张表里，在将添加剂和原辅料添加记录取出来之后，还需要对其进行“标准最大允许添加量”的判断，分辨哪些是添加剂，哪些是原辅料。此外在设计查询进货信息时，先获取到该件食品的原辅料和添加剂的添加记录列表，再以此作为查询进货信息方法的参数，返回每一个添加记录里的添加物进货信息。

追溯信息的查询涉及到多个表多层业务逻辑，包括 FoodInfoService、ProRecodService、DeliOrderService 等。具体获取过程如下：

根据食品编号和加工批次，通过 FoodInfoService 获取食品信息(FoodInfoTb)，并用 Hibernate 加载生产食品的企业信息(CompanyTb)；

根据企业编号，通过 QlfService 获取资质信息列表(List<QlfList>)；

根据加工记录，通过 ReportService 获取食品检验报告信息(ReportTb)；

根据加工批次，通过 ProRecordService 获取加工记录，通过 Hibernate 加载添加剂(包括原辅料)添加记录(Set<AddTb>)、物流信息(Set<DistrTb>)和控制点监控记录(Set<CpointTb>)；

根据标准最大允许添加量是否大于零，将添加记录(Set<AddTb>)中的原辅料和添加剂记录信息分开，

分别构成添加剂添加记录列表(additiveList)和原辅料添加记录列表(rawMaterialList)；

根据添加剂和原辅料信息，通过 DeliOrderService 获取添加剂和原辅料的进货信息(List<DeliOrderTb>)；

将物流信息(Set<DistrTb>)和控制点监控记录(Set<CpointTb>)转换为物流信息列表(List<DistrTb>)和控制点监控记录列表(List<CpointTb>)。

如图 8 所示，根据上述食品追溯体系，由生产商维护的食品数据库提供食品原料信息和属性，EPCIS 事件数据库提供食品生产和流通过程的物流信息，以及食品查询过程记录。通过产品追溯可以查询的信息包括产品基本信息、产品名称、生产厂商、生产日期、检验结论、供应链过程列表和销售记录等。



图 8 食品安全追溯查询子系统

4.3 生成追溯信息报告

食品追溯报表功能另一重要部分在于如何将查询得到追溯信息写入 PDF，并提供相应的数据流给浏览器供用户下载。对于前者可以使用 iText 将追溯信息写入 PDF，并绑定到设定的数据流中。通过 Struts 框架将 ByteArrayOutputStream 输出到浏览器中，这时浏览器会提示用户进行下载，这样用户便可下载报表了。

4.4 终端结构

如图 9 所示：终端采用 TD-SCDMA/3G 无线通信控制模块和 ARM 微处理器，通过 RFID 阅读器将食品电子标签编码送至 ARM 微处理器，ARM 微处理器在终端内存器的食品安全终端数据库查询该食品并将查询到的食品安全信息传输给终端的显示屏、打印机和语音系统等输出设备。终端与食品安全平台通过数据传输，进行数据交换和实时更新。

(下转第 180 页)

```

If Len(text)>=n then
  A=left(right(text,n),1)
  If A=i then
    Visible=true
  Else
    Visible=false
  End if
Else
  Visible=false
End if
End sub
    
```

4 小结

现代电子装备造价昂贵,无法保证训练使用装备的数量.在虚拟环境中对电子设备综合检测训练和操作维修训练进行仿真分析,可有效地缓解由时间、空间、装备、场地、经费等硬件带来的不便,实现人手一套检测仪器进行电子装备常见故障检测训练.本文利用 OrCAD 软件建立电路仿真模型,3ds max 作为建模工具,Eon Studio 作为实时仿真驱动软件,通过 VB 平

台实现在虚拟维修场景中对电路仿真结果的读取,实现虚拟维修技术在电路维修领域中的应用.

参考文献

- 1 朱东方,苏群星,刘鹏远.电子设备虚拟维修中电路仿真模型的构建与应用.仪表技术,2010,7:17-19.
- 2 韩东,董博,马立元,刘鹏远.复杂电路虚拟维修的建模与仿真技术.计算机工程与设计,2010,31(7):1595-1598.
- 3 董博,马立元,韩东.BOM 技术在复杂电路虚拟维修系统中的应用.装甲兵工程学院学报,2009,23(4):67-71.
- 4 谭阳红.基于 OrCAD16.3 的电子电路分析与设计.北京:国防工业出版社,2011.
- 5 赵金才,王宪成.基于 EON Studio 5.0 的装甲车辆发动机虚拟维修关键技术研究.装甲兵工程学院,2008,22(1):46-48.
- 6 周杰,王小根.基于 Eon Studio 的外部动态行为控制研究.现代计算机,2008,4:121-123.
- 7 EON Studio 7.0 Guide.Copyright EON Reality,Inc,2009.
- 8 周杰.基于 EON Studio 的《电视摄像》虚拟实验研究[硕士学位论文].无锡:江南大学,2009.

(上接第 53 页)

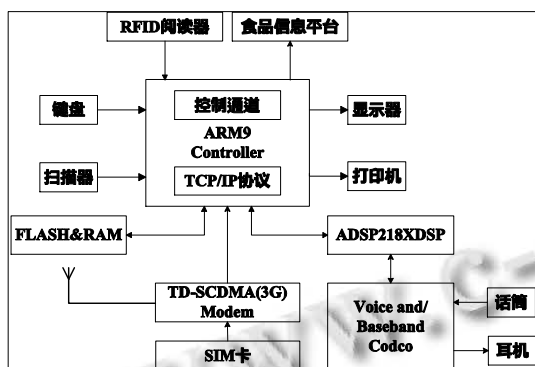


图 9 终端系统框图

5 结语

物联网是目前通信界和信息产业界关注的热点之一,其应用前景十分广阔.本文利用物联网技术,参照 EPC 标准,利用 RFID 技术,采用 SOA 模式,依据 SCOR 核心流程,研发了食品安全信息平台,可以建立起从源头到消费整个过程的追溯信息,迅速向消

费和政府食品安全监管部门提供食品信息,加强食品标识的验证,防止食品标识和信息的错误辨识,为食品安全追溯提供了良好的规范.

参考文献

- 1 朱洪波,杨龙祥,余全.物联网的技术思想与应用策略研究.通信学报,2010,31(11):2-5.
- 2 王景峰,王刚,问晓先.面向服务架构下协同制造服务链构建研究.电子科技大学学报,2009,38(2):282-287.
- 3 吕峻,缪春池,周启海,等.基于 RFID 和 SCOR 的物联网配送中心信息系统模型研究.计算机科学,2011(12):128-130.
- 4 曹江涛,彭亚拉.建设基于供应链的食用农产品安全信息管理系统-全程保障食品安全.食品科学,2007,(5):353-357.
- 5 张丽,余华,马新明.基于物联网的农产品质量安全信息系统平台.中国科学:信息科学,2010,(40):216-223.
- 6 李敏波,金祖旭,陈晨.射频识别在物品跟踪与追溯系统中的应用.计算机集成制造系统,2010,16(1):202-208.