

基于组件库的生鲜农产品冷链物流云服务系统设计与实现

张 驰^{1,2}, 张晓东^{1*}, 王登位^{2,3}, 王亚辉²

(1. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097;
3. 农业部农业信息技术重点实验室, 北京 100097)

摘 要: 为解决中国农产品冷链物流行业中信息化应用系统由于研发成本、个性化需求响应速度以及与第三方系统集成度低等因素造成的推广应用难等问题, 该文对 12 家从事生鲜农产品冷链物流相关业务的企业信息化需求进行深入调研分析, 基于云服务及组件集成技术设计了生鲜农产品冷链物流云服务系统。通过设计标准的数据通讯协议实现异构物联网监测设备的统一接入; 采用组件库为系统提供独立的功能单元, 复用软件资源; 通过云服务的方式对组件进行组装集成, 快速响应用户需求。系统在北京、上海、新疆 3 个地区开展应用示范, 涵盖生鲜果品、蔬菜、冷鲜肉等农产品生产加工、配送企业。应用结果表明, 组件的按需定制与自由组合能够快速满足不同企业的个性化需求, 云服务的应用模式能够有效减少研发投入, 降低企业负担, 系统的设计与服务模式为农业信息化应用系统的推广提供了很好的借鉴经验, 具有良好的推广前景。

关键词: 农产品; 物流; 管理; 云服务; 组件库; 个性化服务; 模型库

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.12.039

中图分类号: S2; N945

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2016)-12-0273-07

张 驰, 张晓东, 王登位, 王亚辉. 基于组件库的生鲜农产品冷链物流云服务系统设计与实现[J]. 农业工程学报, 2016, 32(12): 273—279. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.12.039 http://www.tcsae.org

Zhang Chi, Zhang Xiaodong, Wang Dengwei, Wang Yahui. Design and implementation of cloud service system for cold chain logistics of fresh agricultural products based on component integration[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2016, 32(12): 273—279. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2016.12.039 http://www.tcsae.org

0 引 言

生鲜农产品冷链物流是指从农产品采收开始经过产品加工、储藏、运输、配送、销售, 直至消费者手中, 其各个环节始终处于低温环境下的特殊供应链体系^[1]。中国生鲜农产品冷链物流起步较晚, 由于体系不完整、基础设施和技术落后、组织化和信息化程度低, 缺乏有效的第三方监管手段, 导致大量生鲜农产品由于储运不当腐烂^[2]。据国家发改委数据显示, 每年仅生鲜果蔬损失就达 1 000 亿元以上, 占果蔬总量的 20%~30%, 损失总金额高居世界榜首^[3-4]。

近年来, 已有很多学者致力于生鲜农产品冷链物流领域的研究, 基于云计算及物联网技术提出了很多有效的监控溯源方法并积累了一系列研究成果。孙旭, 杨印生等通过集成近场通信、北斗定位、全球移动通信等技术, 设计了生鲜农产品供应链数据采集终端, 实现了生鲜农产品供应链各环节数据的自动智能采集, 保证节点

企业间信息连续度^[5]; 陈勇等基于云计算提出一种农产品冷链物流监测系统, 对冷链车辆运行状态实现实时、无缝的远程控制和管理, 运用云计算的数据处理技术, 提高运算分析效率, 降低冷链物流的运营成本^[6]; 郭斌等以冷藏车辆厢体环境监控为研究对象, 从信息的角度构建了一个基于 Zigbee 的果蔬冷链配送环境信息采集系统, 对冷藏车辆厢体环境远程采集技术进行了探讨^[7]; 颜波等设计了基于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台, 可以实现水产品从养殖、加工、冷链配送到销售的全程跟踪与追溯^[8]; 另外还有一系列针对生鲜肉、水产品等其他相关领域的研究成果^[9-13]。

但是, 上述系统都以特定的研究对象为基础建立, 采用统一的模式服务于所有用户, 未充分考虑到在实际应用过程中由于用户信息化水平差异所带来的需求差异以及对个性化需求的响应, 因此大部分成果在面向行业推广应用上面临很大困难, 大多都是特定范围内使用或者停留在试验研究阶段。随着云计算、大数据时代的来临, 差异化服务, 资源的高效复用, 低成本快速个性化定制已成为农业信息技术发展的必然方向。为此, 本文提出了基于组件式开发、私有云共享, 多租户数据隔离等技术的生鲜农产品冷链物流云服务系统, 以期对不同企业的差异化冷链物流监管公共服务提供参考。

1 冷链物流云服务系统需求分析

生鲜农产品冷链物流云服务系统需要在零负担的模

收稿日期: 2016-03-02 修订日期: 2016-04-25

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目 (2013BAD15B05); 北京市自然科学基金 (重点项目) (4151001)

作者简介: 张 驰, 博士生, 主要从事农业信息化系统应用研究。北京 中国农业大学信息与电气工程学院, 100097。Email: zhangc@nrcita.org.cn

*通信作者: 张晓东, 教授, 博士生导师, 中国农业大学信息与电气工程学院副院长, 主要从事农业空间信息技术研究。北京 中国农业大学信息与电气工程学院, 100083。Email: zhangxd@cau.edu.cn

式下同时服务于信息化程度不同、对冷链物流过程监控具有差异化需求的企业,需要建立一套能够大范围应用推广的生鲜农产品冷链监控云服务体系,因此在用户需求、系统结构及功能设计等方面具有如下需求:

1.1 用户现状与需求分析

中国农业企业信息化水平参差不齐,一些知名企业已建立完善的企业信息化体系,能够流程化管理企业生产线,相反,大多数中小型企业都处于谋生存、求发展阶段,其普遍存在信息资源少、业务流程不清晰等问题^[14-15]。在这种情况下,对于信息化程度高的大型企业,系统需为其开放必要的数据接口,通过集成定制相应功能模块,最大程度使用其已有资源,在不增加额外使用负担的前提下满足企业需求;相反,对于信息化程度较弱的中小型企业,系统需要分析提炼其共性需求,以通用组件的形式供企业选择,以云服务的方式进行发布,让多家企业共同分摊研发成本,最大限度降低一次性投入,减轻企业负担。

1.2 系统构架及功能分析

要实现差异化的服务,系统需要同时响应不同用户的个性化需求,并且不能给用户带来额外的使用负担,因此系统不同组件与其功能和结构之间必须采用开放的松耦合模式,通过建立统一的数据交互总线与接口协议将各组件按需进行自由组合^[16-18],快速形成定制化系统。

在系统功能方面,由于不同用户实际使用的功能有差异且相互独立,因此系统除了要提供生鲜农产品冷链物流公共服务方面的业务服务外,还需提供多租户数据隔离,组件选择,组件定制等服务,在保证系统数据交互安全的前提下,为不同用户提供差异化服务。

2 系统设计

2.1 服务流程设计

冷链物流云服务要实现快速响应企业用户业务要求不同的相似需求,提供差异化的应用服务,资源的积累、共享与重组是关键环节^[19-20],本文对 12 家从事生鲜农产品冷链物流相关业务的企业进行了日常业务、功能需求以及信息化基础等方面的深入调研,调研对象涵盖了企业员工 500 以上,拥有 20 辆配送车辆的大型生鲜电商企业,以及 50 人以下,只有 1~2 辆或者完全依靠第三方物流完成冷链配送的中小型企业。通过对企业共性需求及个性化需求的分析提炼,设计了冷链物流公共服务流程,如图 1 所示:用于定义企业用户从身份授权开始到定制化系统发布执行过程,组件库为服务流程的核心部分,其包含了生鲜农产品冷链物流业务中的共性需求组件及企业个性化需求组件,组件库随服务对象的增加不断积累,所有组件遵循统一的数据接入标准,对用户界面及业务功能进行封装,可根据实际需求快速组装为个性化的系统。用户首先需要通过注册服务获得唯一身份标识码,该标识码用于个性化设置及识别用户组件;授权用户可在云端查看现有组件描述,根据组件功能选择适合自己的组件,如组件库中没有满足要求的组件,通过定制服务提交组件定制需求,新组件定制完成后加入组件

库供用户进行选择,用户选择完成后系统自动对组件间的数据关系进行配置,配置完成后形成个性化冷链物流监控服务系统,通过用户身份标识码进行区分,以便后续维护升级。

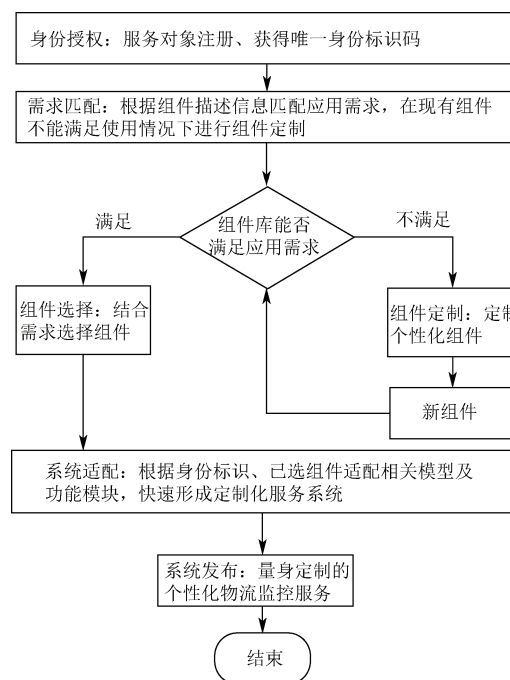


图 1 冷链物流公共服务流程图

Fig.1 Public service process of cold chain logistic

2.2 结构设计

本文以生鲜农产品储运环节信息化业务需求为核心开展研究工作。从生鲜农产品仓储、运输过程在线监测与预警,企业物流订单管理,人员与车辆管理,司机配送优化,消费者订单跟踪及追溯等不同业务角度出发设计了由数据层、业务层和应用层组成的生鲜农产品冷链物流云服务系统^[21],如图 2 所示:

1) 农产品冷链物流数据中心是数据层的核心部分,它一方面面向各类环境感知设备提供标准的数据接口,实时接入包括冷库环境、车辆行驶状态及厢体环境监测数据,结合农产品安全储运知识库提供实时分析预警服务;另一方面,数据中心通过把握数据的方向性和交互性特征,形成以数据订阅分发为主线的组件间数据网络结构,为第三方系统或内部组件间提供双向业务数据交换通道,实现对订单信息、车辆配送信息、交通路网信息等数据的综合管理。数据中心以用户身份标识码及订单编号建立数据索引,为业务层组件的数据请求提供快速响应。

2) 业务层为实现系统各项功能的组件中心,它包含实时预警、车辆定位、订单追溯、配送优化等通用组件和特殊气体预警、车辆偏离预警等企业个性化定制组件,所有组件在开发完成后加入组件库,通过组件标识及描述与应用层进行交互,供用户选择集成,组件通过 JSON、XML 等标准数据交换方式与数据中心进行双向数据交互。

3) 应用层是系统的集成发布中心,通过用户身份标识码完成对业务组件的加载和卸载,运用拼装和组合方

式在最大程度上利用功能组件快速按照不同用户需求实现软件系统的组装，充分利用已有的资源，避免了在软件系统研发过程中包括分析、设计、编码和测试等许多重复劳动。

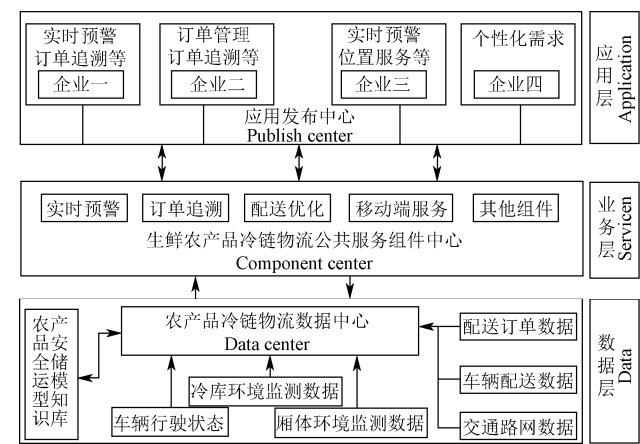


图 2 冷链物流云服务系统架构图

Fig.2 System structure of cloud service system for cold chain logistics

2.3 通用组件设计

本文对从事生鲜蔬菜、水果、肉类以及综合性农产品冷链物流业务的 12 家企业业务进行分析，提炼共性需求，设计了设备适配、订单管理、冷库监测、车辆跟踪、订单回放、配送优化等核心通用组件。在没有特殊需求前提下，企业用户通过对通用组件的选择与适配可以快速定制适用于自身业务的应用系统，各组件功能如下：

设备适配：为用户提供标准的环境感知设备接入通道，用户可以接入遵循系统数据通讯协议的环境感知设备，完成对冷库和运输车辆厢体环境信息的采集与传输。

订单管理：为没有订单信息化管理系统的企业提供内部物流订单管理服务，实现订单、车辆、驾驶员等信息的智能匹配调度，替代企业原有纸质订单档案管理手段，提高内部管理工作效率。

冷库监测：为有冷库温湿度环境信息监测需求的企业提供冷库环境 24 h 在线监测功能，配合安全阈值实现远程报警。

车辆跟踪：结合实时感知数据提供在途车辆的行驶状态在线跟踪及厢体环境监测服务，结合农产品安全储运模型实现运输过程监测预警。

订单回放：以订单为单位，结合电子地图实现生鲜农产品配送全程追溯，为用户提供配送起始地，行驶路线、时长，配送过程全程厢体温湿度曲线与极值信息。

配送优化：以配送线路及订单分布为基础，结合实时交通路网数据，以最短时间、最短路径、最低费用等多种优化方式为驾驶员提供配送优化服务，提高配送效率。

3 核心功能实现

3.1 感知设备接入

所有接入系统的车载及冷库环境信息感知设备根据实际监测需求定时向服务器推送感知数据，设备与服务

器之间采用 TCP/IP 通讯方式，服务器端通过监听特定 Socket 端口接收感知数据包；数据包参考 GPS 数据帧（定位数据帧）方式进行编码，并在此基础上进行了改进，融入了环境监测信息，每个数据包共 34 字节大小，由 10 部分组成，各部分内容用十六进制数字表示，各部分说明及内容大小如表 1 所示。

表 1 感知数据包结构

Table 1 Structure in data package of sensor

序号 NO.	内容 Content	大小 Size/Byte
01	记录头	1
02	网关编号	4
03	时间	3
04	日期	3
05	纬度值	4
06	经度值	5
07	速度方向	3
08	感知节点编号	2
09	监测值	8
10	保留段	1

以 2015 年 9 月 02 日 13 点 3 分 16 秒 1 号网关监测数据为例，数据包详细信息如下：
\$1030000105031622090239942113116

290717C0140280001048702BE012C00DD00，服务器端接收到数据包，按位解析得到如下信息：

“\$”（0x24）：记录头，用于中心识别记录起始位置；
时间：0x050316，标准时间 5 点 3 分 16 秒，相当于北京时间 13 点 3 分 16 秒；

日期：0x220902，2015 年 9 月 02 日；
纬度值：0x39942113，39°94'21.13"
经度值：0x116290717C，116°29'07.17"，东经、北纬，有效，最后字节含义：C-bit1110

bit3，1：东经，0：西经
bit2，1：北纬，0：南纬
bit1，1：A-有效，0：V-无效
bit0，未定义

速度、方向：0x014028：速度 014 节，方向 028
感知节点编号：0x0001，1 号节点

监测值：每两字节表示一个参数，依次为：温度 0x0487-6.8℃，湿度 0x02BE-42%，乙烯 0x012C-15×10⁻⁶，二氧化碳 0x00DD-108×10⁻⁶，当监测值为 0xFFFF 时表示无该参数监测。

保留段：监测内容扩充使用
解析完成后的监测数据存入数据中心，通过数据库视图与其他业务数据关联后以实体对象 MonitorInfo 为其他组件提供数据支撑。

3.2 组件间数据交换

在把握数据的流动性、方向性和交互性基础之上，通过对系统内组件间数据信息的产生、处理和传输等特征进行分析，设计了点对点组件实例间数据通信总线，为组件实例间的数据传输提供支撑。在数据总线中，汇

集了组件运转所需要的各类实体对象,通过这些对象描述信息可以全面反映组件所完成的业务功能及流程,组件在实例化数据对象后采用 JSON 规范的数据编码格式与其他业务组件进行交互。以车辆跟踪组件为例,其 JSON 数据格式如下:

```
{
  "OrderNumber": "N201503070126", "Warehouse": "玉
  泉营仓库", "Destination": "北京市石景山区海特饭店",
  "ProductInfo": "鲜果", "Recipient": "周志军", "RecipientTel":
  "156656566532", "StatusId": 0, "CompanyID": 1, "CarInfo":
  [
    {
      "CarNum": "京 NW8Z80", "CarType": "小型货车",
      "CarWeight": "1.0",
      "DriverName": "张师傅", "DriverTel": "15655665565",
      "SensorInfoList":
      [
        {
          "track_PntID": "1131230194", "track_SensorID": "18",
          "track_InfoTime": "2015-03-26T19:49:13", "track_Longitude":
          "85.88700", "track_Latitude": "44.28349", "track_Speed": "56.00",
          "track_Angle": "41.00", "track_Temperature": "11.40", "track_Hu
          midity": "73.00", "track_C2h4": "0.006", "Power": "0.94"
        }
      ]
    }
  ]
}
```

JSON 对象对异构信息进行融合后向其他组件提供订单、车辆、厢体环境等实时数据,结合储运模型提供对在途车辆的位置、路线、厢体环境预警的服务。

3.3 组件封装与集成

系统在微软 Visual Studio 2012 环境下开发,所有组件在 .Net Framework 4.0 框架下通过 Dynamic Link Library (动态链接库) 技术封装成为 DLL 组件;系统需要按照用户需要加载不同的组件,因此采用运行时动态链接方法完成对 DLL 组件的调用,组件库与用户前台通过 Proxy 代理进行连接,所有 dll 组件和 Proxy 代理都需要实现 IBaseInterface 接口,Proxy 代理主要实现代码如下:

```
namespace Proxy
{
  public class Proxy : BaseInterface.IBaseInterface
  {
    AssemblyCore _assemblyCore;
    AppDomainCore _appDomainCore;
    ...
    public Proxy(string assemblyName, string typeName,
    string appDomainName)
    {
      _assemblyCore = new AssemblyCore(assemblyName,
      typeName);
      _appDomainCore = new AppDomainCore
      (appDomainName);
    }
    public void UnLoad()
    {
      _appDomainCore.ClearAppDomain();
    }
    public string GetString()
    { if (_proxy == null)
```

```
_proxy = _appDomainCore.DefaultAppDomain.
CreateInstanceFromAndUnwrap(
  _assemblyCore.ActivedAssemblyName,
  _assemblyCore.CurrentType)
as BaseInterface.IBaseInterface;
return _proxy.GetString();
}
```

在 Proxy 代理中, AppDomainCore 根据传递的参数生成新的 AppDomain,

AssemblyCore 则根据传递的参数生成新的 FileInfo。在 Proxy 类里面,同时定义一个 AssemblyCore 和 AppDomainCore,根据方法: CreateInstanceFromAndUnwrap() 动态的生成实例,最后用 as 转换成接口 IBaseInterface,通过调用接口的 GetString 方法来调用 dll 组件。

4 系统实际应用效果

自 2013 年起,系统陆续在北京、上海、新疆等 3 个地区开展应用推广,共为 12 家企业提供生鲜农产品冷链物流解决方案,服务范围涵盖生鲜果品、蔬菜、冷鲜肉等农产品生产加工及配送。系统数据中心与组件中心以云服务的方式部署在国家农业信息化工程技术研究中心机房,利用虚拟机为各应用企业分配独立的数据空间,企业通过冷链物流 Web 插件或者移动 App 即可完成对冷库、车辆、订单、人员等信息的管理;通过标准的第三方数据接口,系统与企业已有相关软件系统实现无缝对接,在不增加企业一线技术人员额外工作负担的前提下弥补了企业冷链物流在线监控相关业务的空白,典型的应用案例如下:

4.1 北京新发地绿色物流港

入住新发地绿色物流港的企业大多为中小型企业,主要经营高端果品批发业务,果品运输主要通过第三方物流方从广东、深圳进行长途运输,由于企业信息化水平较低,订单还采用纸质管理方式,另外整个运输过程也无法监管,第三方物流司机私自搭货和不按标准制冷情况时有发生。园区管委会收集整理企业共性需求,依托冷链物流云服务系统将订单管理、冷库监控、车辆跟踪、订单回放等组件集成,为入驻企业提供信息化提升增值服务(图 3、图 4)。



冷链物流车辆监管服务系统

国家现代农业科技城

用户配置 × 订单管理 ×

订单列表

添加订单 × 修改订单 ×

订单号	仓库位置	货品信息	发货人	目的地	收货人	收货人联系方式
1	N71440257818876	火龙果300千 克,葡萄320千 克	丁亮	北京市海淀区北农理 工大学院内(建工餐行 旁)	王长明	18856552121
2	N71440257665439	橙子300千克, 柚子200千克	张旭	北京市西四环北路117 号金四合院购物中心1 楼	刘婉宇	15135689955
3	N71440257486394	西瓜500千克, 柚子200千克	刘长功	北京市丰台区莲花桥 欣悦居生鲜超市广 场(南)	王森	15812513256
4	N71440257315402	西瓜400千克, 葡萄200千克	项坤	北京市海淀区远大路 金源时代购物中心地 下一层	周小冬	15215862254
5	N71440257164802	荔枝320千 克,柚子20千 克	周卫东	北京市通州区广源大 厦(绿岛北边)	李明	15685865523
6	N71440257000295	香蕉201千克, 苹果212千克	唐小亮	北京市万寿路福海商 厦21号楼1层底商	王美玲	15525216658
7	N71440256809255	芒果329千克	王前	北京市六里桥南里街 源一里小区一单元(东 丁里路口)中恒书 局对面	李学明	18801562562
8	N71440256653631	苹果390千克	张小柱	北京市新街口南大街 甲51号	谢明亮	13584582356

图 3 订单在线管理

Fig.3 Online order management



图 4 订单追溯

Fig.4 Traceability of order

以电子化订单替代了原有纸质订单管理方式, 通过冷库与车辆监测组件, 为企业提供 24 h 果品保鲜库与在途车辆监测预警, 当储运环境异常时及时通过短信远程告警, 避免损失的发生; 利用订单回放组件, 重现第三方物流车辆运输过程, 客观监管, 有源可溯。

4.2 上海菜管家

菜管家是优质农产品电子商务商对客 (business to customer, B2C) 订购平台, 企业拥有较高的信息化管理水平, 已建立完善的内部企业资源计划 (enterprise resource planning, ERP) 系统及办公自动化 (office automation, OA) 系统, 企业希望在不进行重复工作的前提下加强对自有配送车辆配送过程管理, 同时为配送司机提供信息支撑以提高其配送效率。企业使用过专业物流车辆管理软件, 虽能满足配送监管需求, 但由于固化的软件功能导致使用时需要在软件中进行车辆及订单配置操作, 与原有 OA 系统重复, 严重增加了管理技术人员的工作负担。为满足企业需求, 冷链物流云服务系统实现了与企业内部 OA 系统的数据对接, 配送管理人员在使用 OA 系统指派订单的同时即调用数据接口将车辆、订单相关信息提交到冷链物流数据中心, 将定制的车辆围栏组件与车辆跟踪组件集成后面面向企业发布, 对行驶状态异常的车辆进行告警, 无功能捆绑, 针对性解决了企业对配送车辆的在线监管的需求 (图 5)。

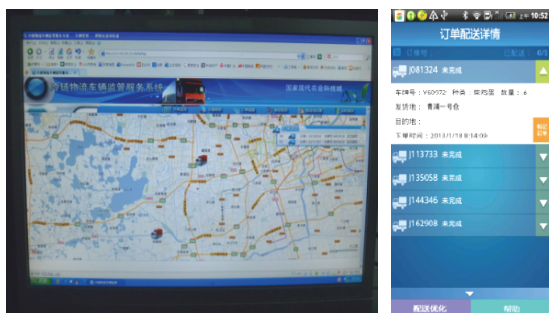


图 5 车辆跟踪及配送管理

Fig.5 Vehicle tracking and delivery management

5 结 论

为了解决农业信息化系统软件在应用推广过程中由于应用对象信息化水平差异, 本文以云服务、组件集成

的思想设计实现了冷链物流云服务系统, 系统在北京、上海、新疆 3 个地区 12 家企业开展应用, 应用示范结果表明:

1) 对于信息化程度相对落后的中小型企业, 通用组件能够基本满足企业日常业务流程中对于订单管理、车辆管理、冷库监测、配送监测相关需求, 明显提升了企业信息化管理水平。

2) 对于信息化程度较高的企业, 定制组件服务+标准 Web 数据接口能够实现与企业内部信息化系统的无缝对接, 在不增加额外使用负担的前提下很好的弥补企业在冷链物流配送过程监管方面的缺陷。

3) 在应用模式上, 云服务、资源共享的低成本解决方案也最大程度的降低了企业一次性研发投入, 降低了使用门槛, 具有很好的应用推广前景。

[参 考 文 献]

- [1] 陈磊, 段雅丽, 海峰, 等. 国内外农副产品冷链物流现状分析[J]. 物流技术, 2012, 31(2): 9—12.
Chen Lei, Duan Yali, Hai Feng, et al. Comparison of Development of Farm and Sideline Products Cold Chain Logistics in China and Other Countries[J]. Logistics technology, 2012, 31(2): 9—12. (in Chinese with English abstract)
- [2] 张建军, 杨艳玲. 我国农产品冷链物流发展现状及发展趋势研究[J]. 物流科技, 2013, 36(2): 102—105.
Zhang Jianjun, Yang Yanling. Research of situation and development trend of cold chain logistics concerning China's agricultural products[J]. Logistics SCI-TECH, 2013, 36(2): 102—105. (in Chinese with English abstract)
- [3] 王文生. “十二五”期间我国果蔬冷链物流面临的机遇与挑战[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(3): 1—5
Wang Wensheng. Opportunities and challenges the fruit and vegetable cold-chain logistics faces during the twelfth five-year plan in China[J]. Storage and Process, 2011, 11(3): 1—5. (in Chinese with English abstract)
- [4] 卜梅. 国内外农产品冷链物流发展比较研究[J]. 物流工程与管理, 2011, 33(11): 33—35.
Bu Mei. Comparative study on agricultural cold chain logistics in domestic and overseas[J]. Logistic Engineering and Management, 2011, 33(11): 33—35. (in Chinese with English abstract)
- [5] 孙旭, 杨印生, 刘春霞, 等. 生鲜农产品供应链近场通信智能数据采集终端系统设计与开发[J]. 农业工程学报, 2015(8): 200—206.
Sun Xu, Yang Yinsheng, Liu Chunxia, et al. Design and development of near field communication intelligent data acquisition terminal system in fresh agricultural product supply chain[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(8): 200—206. (in Chinese with English abstract)
- [6] 陈勇, 王伟, 余致春, 等. 基于云计算的冷链物流监测系统. 中国专利: CN102902247[P]. 2012-09-06.
- [7] 郭斌, 钱建平, 张太红, 等. 基于 Zigbee 的果蔬冷链配送环境信息采集系统[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 208—213.
Guo Bin, Qian Jianping, Zhang Taihong, et al. Zigbee-based

- information collection system for the environment of cold-chain logistics of fruits and vegetables [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(6): 208—213. (in Chinese with English abstract)
- [8] 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.
- Yan Bo, Shi Ping, Huang Guangwen. Development of traceability system of aquatic foods supply chain based on RFID and EPC internet of things[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(15): 172—183. (in Chinese with English abstract)
- [9] 王永锋, 杨育, 刘爱军. 基于 RFID 技术的生鲜肉类产品全程可追溯系统设计[J]. 现代科学仪器, 2012, 2(1): 15—17, 21.
- Wang Yongfeng, Yang Yu, Liu Aijun. Design of Traceability System for the Fresh Meat Product Entire Processes Based on RFID Technology[J]. Modern Scientific Instruments, 2012, 2(1): 15—17, 21. (in Chinese with English abstract)
- [10] 顾延涛, 刘成忠, 徐纬芳. 基于 ZigBee 和 GSM 的农产品物流信息采集系统设计[J]. 湖南农业科学, 2012(1): 126—128, 132.
- Gu Yantao, Liu Chengzhong, Xu Weifang. Design of Information Acquisition System for Agricultural Products Logistics Based on ZigBee and GSM[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2012(1): 126—128, 132. (in Chinese with English abstract)
- [11] 王莉, 潘瑜春, 王映龙, 等. 基于 Geo-WebServices 的农田环境动态监测与评价分析系统[J]. 农业工程学报, 2013(5): 109—116.
- Wang Li, Pan Yuchun, Wang Yinglong, et al. System for farmland environment dynamic monitoring and evaluation based on Geo-WebServices[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(5): 109—116. (in Chinese with English abstract)
- [12] 钱建平, 杨信廷, 李明, 等. 以 PDA 为终端的便携式农产品智能配送系统[J]. 农业工程学报, 2009, 25(2): 298—302.
- Qian Jianping, Yang Xinting, Li Ming, et al. Portable intelligent distribution system for agricultural product based on PDA[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2009, 25(Supp.2): 298—302. (in Chinese with English abstract)
- [13] 杨信廷, 钱建平, 范蓓蕾, 等. 农产品物流过程追溯中的智能配送系统[J]. 农业机械学报, 2011, 42(5): 125—130.
- Yang Xinting, Qian Jianping, Fan Beilei, et al. Establishment of Intelligent Distribution system app lying in logistics process traceability for agricultural product[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2011, 42(5): 125—130. (in Chinese with English abstract)
- [14] 焦洪智, 陈定方. 基于 Web Services 的松耦合系统的研究与应用[J]. 湖北工业大学学报, 2006, 21(3): 21—23, 26.
- Jiao Hongzhi, Chen Dingfang. Loose coupling system research and application based on web services[J]. Journal of Hubei University of Technology, 2006, 21(3): 21—23, 26. (in Chinese with English abstract)
- [15] 李萍萍, 陈美镇, 王纪章, 等. 温室物联网测控管理系统开发与数据同步研究[J]. 农业机械学报, 2015, 08.
- Li Pingping, Chen Meizhen, Wang Jizhang, et al. Development of monitoring management system and study on data synchronization for greenhouse IOT[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2015, 08. (in Chinese with English abstract)
- [16] 杨胜平, 谢晶, 高志立, 等. 冷链物流过程中温度和时间对冰鲜带鱼品质的影响[J]. 农业工程学报, 2013, 29(24): 302—310.
- Yang Shengping, Xie Jing, Gao Zhili, et al. Effect of temperature and time fluctuations on quality changes of iced Trichiurus haumela in cold chain logistics process[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(24): 302—310. (in Chinese with English abstract)
- [17] 赵庆展, 靳光才, 周文杰, 等. 基于移动 GIS 的棉田病虫害信息采集系统[J]. 农业工程学报, 2015, 31(4): 183—190.
- Zhao Qingzhan, Jin Guangcai, Zhou Wenjie, et al. Information collection system for diseases and pests in cotton field based on mobile GIS[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(4): 183—190. (in Chinese with English abstract)
- [18] 汤跃, 李晨. 基于无线信号传输的喷头水量分布测试系统[J]. 农业工程学报, 2015, 31(17): 27—34.
- Tang Yue, Li Chen. Water distribution test system of sprinkler based on wireless transmission technology[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(17): 27—34. (in Chinese with English abstract)
- [19] 张波, 罗锡文, 兰玉彬, 等. 基于无线传感器网络的无人机农田信息监测系统[J]. 农业工程学报, 2015, 31(17): 176—182.
- Zhang Bo, Luo Xiwen, Lan Yubin, et al. Agricultural environment monitor system based on UAV and wireless sensor networks[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(17): 176—182. (in Chinese with English abstract)
- [20] 陈瑜, 张铁民, 孙道宗, 等. 基于无线传感器网络的设施农业车辆定位系统设计与试验[J]. 农业工程学报, 2015, 31(10): 190—197.
- Chen Yu, Zhang Tiemin, Sun Daozong, et al. Design and experiment of locating system for facilities agricultural vehicle based on wireless sensor network[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(10): 190—197. (in Chinese with English abstract)
- [21] 刘碧贞, 黄华, 祝诗平, 等. 基于北斗/GPS 的谷物收割机作业综合管理系统[J]. 农业工程学报, 2015, 31(10): 204—210.
- Liu Bizhen, Huang Hua, Zhu Shiping, et al. Integrated management system of grain combine harvester based on Beidou & GPS[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(10): 204—210. (in Chinese with English abstract)

Design and implementation of cloud service system for cold chain logistics of fresh agricultural products based on component integration

Zhang Chi^{1,2}, Zhang Xiaodong^{1*}, Wang Dengwei^{2,3}, Wang Yahui²

(1. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China;

3. Key Laboratory of Agri-informatics, Ministry of Agriculture, Beijing 100097, China)

Abstract: The information service for cold chain logistics of fresh agriculture product can effectively reduce the loss and improve distributing efficiency, and many researchers have been committed to the area and obtained fruitful results. But current related research achievement can't be popularized in large areas due to the research cost and response speed to user's individualized requirements. Referring to the existing research, this study made an in-depth investigation and analysis of information requirement in 12 enterprises which were engaged in the cold chain logistics of fresh agricultural products, and designed a public service system for cold chain logistics of fresh agricultural product based on cloud service and component integration. The public service system was divided into 3 parts, i.e. the data center which managed the business data and established a standard communication protocol for the access of iot (Internet of things) monitoring equipment; the component center made up of multiple web components, each of which was an independent functional unit such as vehicle monitor, real-time warning and order playback, and enterprise users could choose the corresponding components according to their actual needs; the application release center, which published the personalized system for different users by recognizing the authentic identity and integrating the business components, and rapidly responded to user needs through cloud services. Since 2013, the application of public service system for cold chain logistics of fresh agricultural product was displayed in Beijing, Shanghai and Xinjiang. The system provided information solution of cold chain logistics for 12 enterprises and the services covered production, processing and distribution of agricultural products. Through cloud service technology, the data center and component center were deployed in National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, and users managed the vehicles, orders and other types of data by using web plug-ins and applications. The practical application result showed that the customization and combination of components could quickly respond to the individual needs of different enterprises. The way of cloud service made multiple users to share the costs of research and development of the system, so it was possible for small and medium enterprises to get high quality information service for cold chain logistics with a lower cost. Meanwhile, the system cloud flexibly docked with the tripartite system by using standard data communication protocol such as JSON and Http, and it was convenient for enterprise users to complete the integration between customized components and their own system without the unnecessary duplication of efforts. In a word, the research results in this paper provide an available solution for the information service for cold chain logistics and give a good experience for the popularization of agricultural information application system.

Keywords: agriculture products; logistics; management; cloud service; component library; personalized service; model base