

嵌入式工控终端机的云计算架构及服务平台

温 泉,李 扬

(广东工业大学 信息工程学院,广东 广州 510006)

摘 要:在工业智能化监控中,针对当今嵌入式工业控制器的计算资源有限,不易实现较为复杂的海量数据的计算任务(如专家系统等)的问题,文中根据云计算的思想,结合Java Web开发框架,设计实现了一种基于嵌入式工业控制终端机的Web云服务平台,对集群构建、Spring MVC与Hibernate整合云服务构建、数据算法加密等进行了研究。该平台能满足工业智能化监控中对计算能力扩展的要求。工业终端机可以产生大量动态数据或实时曲线,Web云服务平台通过自身高性能的计算能力对工业现场数据进行快速的预处理、算法实现、统计分析、数据回传、结果表达等,从而加快了工业终端机的实时操作任务。

关键词:云计算架构;集群;Spring MVC;Hibernate;哈希算法

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)12-0158-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.12.037

Cloud Computing Architecture and Software Platform Based on Industrial Embedded Terminal

WEN Quan, LI Yang

(School of Information Engineering, Guangdong University of Technology,
Guangzhou 510006, China)

Abstract: In the intelligent monitoring of industry, aiming at the problem that computing resources of industry embedded controller is limited, it is hard to achieve more complex computing tasks (such as expert system, etc.) of huge amounts of data, based on the ideas of the cloud computing, and combined with Java Web development framework, design and implement a Web cloud services platform based on embedded industrial control terminal. Cluster, Spring MVC and Hibernate, and data encryption algorithms are studied. The service platform can meet the requirements for expansion of computing power in the industrial intelligent monitoring. Embedded industrial control terminal can generate large amounts of dynamic data or real-time curve, Web cloud services platform can accomplish rapidly preprocessing, algorithm implementation, statistical analysis, data back, result expression for the data of industrial fields through its high performance computing ability, thus speeding up the real-time operating task of the industrial terminal.

Key words: cloud computing architecture; cluster; Spring MVC; Hibernate; Hash algorithm

0 引 言

嵌入式设备广泛使用在诸如机电自动化、采矿、农业、畜牧业、能源行业、医疗器械、消费电子、空气净化装置、交通业、仓储物流、游戏、智能家居等与人们息息相关的领域上。在传统的嵌入式设备的自动化控制中,常以信息孤岛式或小型局域网式的工作模式对工厂设备进行简单智能管理控制。随着工业智能化应用的发展,企业要求实现深度互联,特别是在工控领域,面向嵌入式工业控制器(如PLC)的工厂组网和后

台服务的应用需求日益明显。

实现工业的智能化应用要依托嵌入式工业控制器来实施智能控制算法(如模糊控制、神经网络控制、自适应控制、专家系统等)和工厂组网(工业网络链接、生产调度管理、物流和远程监控等),并且当数据量增大时,其计算任务繁重和耗时大。特别是,由于嵌入式工业控制器的计算资源有限,不易实现较为复杂的海量数据的实时计算任务。如果仅仅依靠不断提升CPU的运算能力来实现,必然导致企业成本大幅增

收稿日期:2014-01-15

修回日期:2014-04-21

网络出版时间:2014-10-23

基金项目:佛山市产学研合作项目(2012HC100195)

作者简介:温 泉(1988-),男,湖南岳阳人,硕士研究生,研究方向为工业组网与数据监控平台;李 扬,博士,教授,研究方向为触摸屏控制器、工业组网与数据监控平台、智能控制算法、感知车间等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141023.1052.013.html>

加,但如果将嵌入式设备接入网络,并将海量数据的复杂计算任务从嵌入式设备转移至远端高性能的计算服务平台,然后把运算结果传回,便能将嵌入式设备从计算任务中解脱。工业智能化应用的实现必须基于更多设备之间的数据传输和共享。云计算架构与云服务模式是实现企业网络互连的重要方法,Java Web 开发技术和框架为实现工业智能化监控提供了有效支持。

云计算架构是在对并行计算、网格计算、分布式处理和分布式数据库等思想的改进基础上萌生出的一种崭新的网络架构模式^[1]。其以网络为核心,利用互联网来实现所需的海量计算的任务处理,计算能力可以根据需要进行分配,且资源的分配可实现完全自动化,无需人工干预。资源的占用也可被实时测量,云端的资源可以被灵活地增加或减少以满足需求。

1 系统平台架构与功能模块

嵌入式工控终端与互联网的融合,促进了物联网的发展^[2],解决嵌入式工控终端在智能化控制中计算资源不足的问题,管理和监控这些嵌入式工业控制平台中的软件和硬件,成为了研究与应用的重点。文中基于位于工业现场的分布式嵌入式工控终端的服务需求,设计并实现了一个基于云架构的监控与数据处理平台,该云平台架构如图 1 所示。

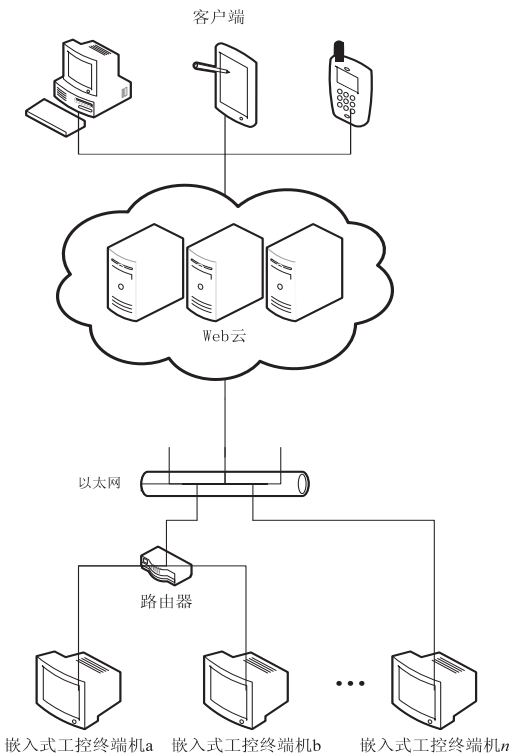


图 1 Web 云计算平台架构

该平台根据架构功能可以分为三个模块:服务器集群模块、云服务模块、嵌入式工控终端模块。

(1)服务器集群模块:为 Web 云平台提供硬件支

撑,实现复杂运算的并行处理,保证 Web 应用系统正常稳定的运行,提高系统运行效率。

(2)云服务模块:包括显示层、业务逻辑层、持久层。显示层提供界面展示给用户,接收用户应用请求;业务逻辑层操作持久层数据,根据业务逻辑要求实现对数据的处理^[3];持久层负责对数据库中数据操作的实现,即查找、修改、删除、增添等。

(3)嵌入式工控终端模块:位于工厂车间现场,为云端 Web 提供一个位于现场的通信终端与工业数据来源,实现对本地设备(环境)的监控。该终端机诸如基于 ARM 的工控触摸屏等。

文中基于架构中嵌入式工控终端模块的计算任务需求,来构建服务器集群模块与云服务模块,从而实现 Web 云系统平台。

2 服务器集群构建

2.1 集群机制

随着工控机的增加,面对海量数据的复杂分析处理需求,传统的单一服务器显然力不从心,然而采用集群技术能解决单一服务器负载问题。Apache 是一个很好的 Web 服务器环境程序,而 Tomcat 能提供对 Java Web 框架与集群的良好支持^[4],所以文中采用一台 Apache 服务器与三台 Tomcat 服务器实现集群。Apache 每接收到 HTTP 请求,便通过 AJP 协议与集群中各个 Tomcat 服务器的连接器的连接来进行通信,同时负载均衡器为各个 Tomcat 分配工作负荷,以实现负载均衡。每个 Tomcat 服务器都通过自身的集群管理器与集群中其他服务器建立 TCP 连接来进行通信,如图 2 所示。

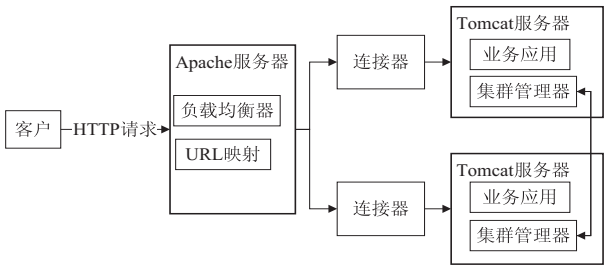


图 2 集群机制

2.2 集群方法

集群步骤如下:

- (1)安装 apache http server 服务器;
- (2)安装 apache - tomcat - 8. 0. 0 - RC5. exe , 三个 Tomcat 分别命名为 tomcat8 , tomcat8. 1 和 tomcat8. 2 ;
- (3)在各 tomcat 的 server. xml 中分别设置相应的 http 监听端口, AJP 监听端口, 服务器标识(与服务器名对应), 并在 Engine 节点启用集群配置:

<Cluster className = " org. apache. catalina. ha. tcp.

SimpleTcpCluster"/>

(4) 在 apache 的 httpd.conf 里面,把集群所需的模块打开^[5],并加上代理端口配置;

(5) 重新启动所有服务器,在浏览器中输入 http://localhost/index.jsp,若出现 Tomcat 欢迎界面,表示集群成功。

3 云服务构建

在服务器集群上,需要软件系统来完成 Web 云构建。随着 Java 技术的发展,基于 J2EE 的 Web 应用系统,得到了越来越广泛的应用。Spring MVC 和 Hibernate 作为 J2EE 的典型框架,不仅功能强大,而且能实现相互的友好集成与接口支持。所以文中采用 Spring MVC 和 Hibernate 来完成云服务模块中显示层、业务逻辑层、持久层的设计。

3.1 显示层与业务逻辑层设计

Spring MVC 是一个非入侵式框架,由其开发的类资源不依赖 Spring 的自身类,无需容器支持^[6]。其优秀的分层架构能实现显示层、业务逻辑层与持久层的彻底的分层操作^[7]。在使用某一个组件或者对象时,能不受管理环境的限制,与应用开发共享集成框架。Spring MVC 有效地实现了控制器、分发器、模型对象与服务处理程序的分离,从而更有利于实现对这些对象的定制。Spring MVC 框架主要包括 DispatcherServlet、HandlerMapping、Controller、ViewResolver、View 成员。其运行结构图如图 3 所示。

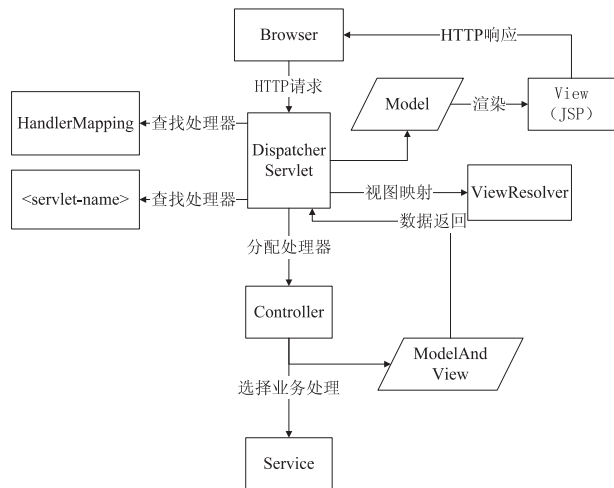


图 3 Spring MVC 运行结构

在显示层,客户通过浏览器向 DispatcherServlet 控制器提交 HTTP 请求,DispatcherServlet 通过 URL 查找一个或者多个 HandlerMapping 映射,然后找到处理请求的 Controller 控制器,并将请求分发给相应的 Controller 控制器^[8]。Controller 控制器接收请求,在业务逻辑层调用相关业务逻辑进行处理,接着返回 ModelAndView 对象给 DispatcherServlet 控制器^[9],该对象包

含 HTTP 请求中返回的模型和视图。紧接着,由 ViewResolver 解析器实现对返回的视图的解析,并将结果渲染到对应的 JSP 页面(即显示层)上进行显示。在添加 Spring MVC 处理的 URL 请求类型与初始化 Servlet 容器时,需在 web.xml 中加载以下代码,让 DispatcherServlet 控制器指定 applicationContext.xml 文件来初始化上下文。

```
<servlet>
<servlet-name>web</servlet-name>
<servlet-class>org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet</servlet-class>
<init-param>
<param-name>contextConfigLocation</param-name>
<param-value>classpath:applicationContext.xml</param-value>
</init-param>
<load-on-startup>1</load-on-startup>
</servlet>
<servlet-mapping>
<servlet-name>web</servlet-name>
<url-pattern>*.do</url-pattern>
</servlet-mapping>
```

3.2 持久层设计

持久层的设计采用基于数据访问层的 Hibernate 框架,Hibernate 是一个开源的专注于数据访问层的对象关系映射框架^[10],它实现了对 JDBC 轻量级的封装,它将对象模型的数据映射到 SQL 表示的关系型数据库中^[11],使得 Java 程序员可以使用面向对象的编程思维来操纵数据库。Hibernate 可以应用在任何使用 JDBC 的场合,完成数据持久化的重任^[12]。其运行流程图如图 4 所示。

JDBC 是一种支持多种关系型数据库访问的 Java API,由一组基础的接口和类组成。为了实现数据访问,需加载数据库驱动,文中采用 mysql-connector-java-5.1.6-bin.jar,并在 applicationContext.xml 中加载嵌入式工控终端机数据库。其部分代码如下:

```
<bean id="dataSource" class="org.apache.commons.dbcp.BasicDataSource"
destroy-method="close">
<property name="driverClassName" value="com.mysql.jdbc.Driver"/>
<property name="url" value="jdbc:mysql://127.0.0.1:3306/information"/>
<property name="username" value="root"/>
<property name="password" value="wenquan"/></property>
</bean>
```

3.3 Spring MVC 与 Hibernate 整合

Spring 可管理 Hibernate 事务,Spring 中有两种管

理事务的方式,即程式事务管理和声明式事务管理^[13]。在这里采用更加灵活的面向切面编程的声明式管理方式。在 applicationContext.xml 中加载添加事务管理代码:

```
<bean id="myHibTransactionManager"
class="org.springframework.orm.hibernate3.HibernateTransactionManager">
<property name="sessionFactory" ref="sessionFactory"></property>
</bean>
<tx:annotation-driven transaction-manager="myHibTransactionManager"/>
```

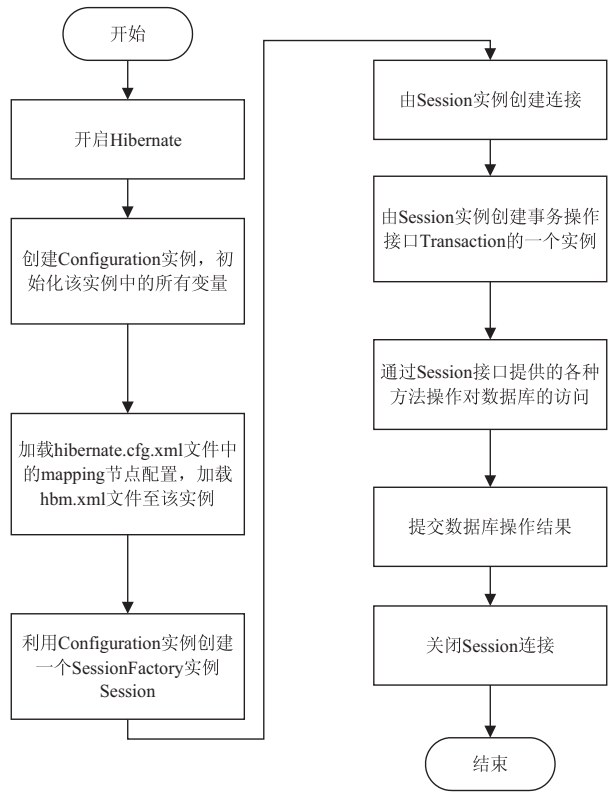


图 4 持久层运行流程

之后, Spring 容器统一管理数据操作的实现类 DAO 和业务逻辑的实现类 service, 实现类 service 调用实现类 DAO, 实现类 DAO 调用 SessionFactory, SessionFactory 调用数据源。实现类 DAO 封装了实现对数据库操作的各种方法, 文中以对工控机中温度数据的查询为例, 方法如下:

```
public List exeQueryPage(String hql,int start,int end)
{
List list = null;
Transaction transaction = null;
Session session = null;
try
{
session = getSession();
Query query = session.createQuery(hql);
```

```
query.setFirstResult(start);
query.setMaxResults(end);
list = query.list();
}
Catch()...异常语句
return list;
}
```

该方法实现分页查询功能, 返回 List 集合, start 表示当前页, end 表示每页显示记录数。

完成所有层次代码实现后, 就可将程序包部署到 Apache 与 Tomcat 服务器集群上, 在浏览器中直接输入 http://localhost/test/main.jsp, 网页如图 5 所示。

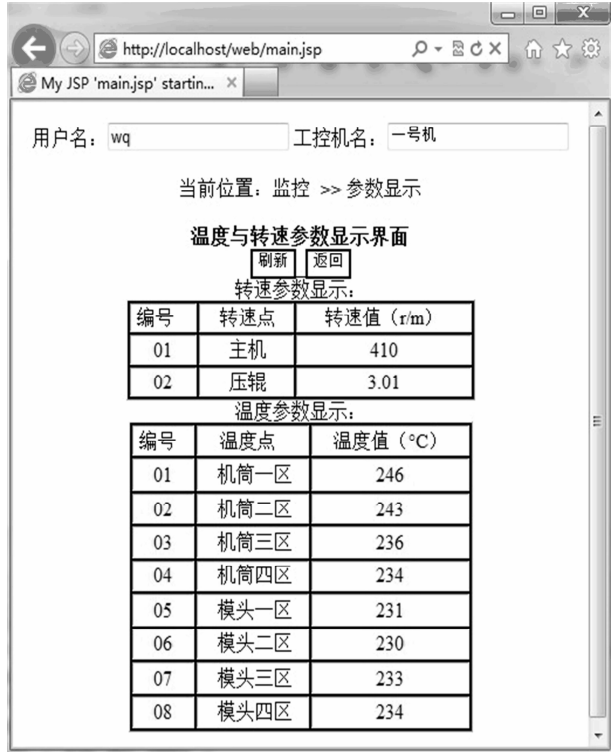


图 5 业务参数查询网页

3.4 数据算法加密

基于工控终端机的云服务软件平台, 一般会涉及到一些重要信息, 例如企业用户管理员信息, 如果泄露会造成非常严重的后果。文中采用数据库加密的方式对重要信息进行加密处理。由于文中使用的 MySQL 数据库能对哈希算法加密方式提供良好的支持, 而该平台的用户登录密码是非常重要的, 所以采用哈希算法对用户登录密码进行加密。

哈希算法加密是一种单向的数据加密方式, 经过其加密的数据资源是不可逆的^[14], 数据以密文的方式呈现, 出于安全性考虑, 当然不希望用户密码在数据库中以明文形式来保存。当用户填写登录信息时, 加密后的密码数据并不是进行解密操作与输入信息进行匹配, 而是将输入信息采用同样的方式进行加密形成密文, 然后查找数据库中的密文信息, 进行验证登录。为

方便跟踪,将数据库中密码数据用哈希 MD5 方法进行加密,然后编写用户输入端密码加密函数 EncoderByMd5()。

```
public String EncoderByMd5 (String password) throws NoSuchAlgorithmException
{
    //MD5 方法
    MessageDigest m=MessageDigest. getInstance ( " MD5" );
    BASE64Encoder base = new BASE64Encoder();
    //对密码加密
    String newstr=base. encode(m. digest( password. getBytes ( " utf
-8" )));
    return newstr;
}
```

4 结束语

随着硬件性能的提升、网络带宽的增加、软件技术的成熟以及人们对生活品质要求的提高,今后嵌入式工控终端将会与云架构融合得越来越深。文中针对工业生产智能化监控中嵌入式工控终端计算能力受限的问题,采用云架构的思想,结合了 Java Web 主流开发框架 Spring MVC 和 Hibernate,实现了一个工业监控云服务平台。

参考文献:

- [1] Vaquero L, Rodero-Merino L, Caceres J, et al. A break in the clouds: towards a cloud definition[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, 39(1): 50-55.


(上接第 157 页)

- ture for large data visualization; a case study [C]//Proc of IEEE symposium on parallel and large-data visualization and graphics. San Diego: IEEE, 2001: 125-128.
- [2] 李晓梅, 蔡 勋, 汤红波. 并行与分布式科学可视化研究与实现[J]. 自然杂志, 1996, 18(4): 232-236.
- [3] 宁 葵, 严 毅. 分布式计算技术发展研究[J]. 微机发展 (现更名: 计算机技术与发展), 2004, 14(8): 14-16.
- [4] Maple R C, Osterday R. Fluent VTK extractor [C]//IEEE HPCMP user group conference. [s. l.]: [s. n.], 2006: 384-388.
- [5] 周海芳, 杨学军, 刘衡竹, 等. 科学计算可视化并行处理建模及其数据并行技术研究[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(z1): 308-311.
- [6] 黄姗姗, 王博亮, 闵小平. 基于 VTK 的可视化技术的研究[J]. 中国数字医学, 2008(1): 31-34.
- [7] 王延红, 丁 升, 袁 媛, 等. 基于 VTK 的数值模拟结果可视化[J]. 现代电子技术, 2013, 36(6): 15-18.

- [2] 孙利民, 沈 杰, 朱红松. 从云计算到海计算: 论物联网的体系结构[J]. 中兴通讯技术, 2011, 17(1): 3-7.
- [3] 李小平, 肖岳峰, 宿 元, 等. 基于 J2EE 多层架构的 Web 开发框架研究[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(5): 1429-1431.
- [4] 李 坤, 王百杰. 服务器集群负载均衡技术研究及算法比较[J]. 计算机与现代化, 2009(8): 7-10.
- [5] 陈 斌. 基于 Apache 集群负载均衡的研究和实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2010.
- [6] 韩 菲. 基于轻量级框架的企业信息管理系统的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2009.
- [7] 李 婵. 基于 J2EE 的热电厂生产班组管理系统的开发[D]. 西安: 西安石油大学, 2011.
- [8] 张 宇, 王映辉, 张翔南. 基于 Spring 的 MVC 框架设计与实现[J]. 计算机工程, 2010, 36(4): 59-62.
- [9] 高秀慧, 高建华. 基于 J2EE 框架的 Web 应用可靠性研究[J]. 计算机工程与设计, 2013, 34(4): 1270-1275.
- [10] 冯慧灵. 基于开源技术的 Web 应用框架研究与实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2009.
- [11] 王前红, 郝克刚, 葛 玮. 采用轻量级框架实现 Web 访问统计分析系统[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(4): 146-148.
- [12] 刘泮青. Web 持久层的研究与应用[D]. 大连: 大连交通大学, 2008.
- [13] 陈云望. 轻量级框架在 J2EE 开发中的研究及应用[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [14] 李彦秋. 面向数据库外层的安全技术研究[D]. 青岛: 中国石油大学, 2009.

- [8] Dutra M L, Rodrigues P S S, Grialdi G A, et al. Distributed visualization using VTK in grid environments [C]//Proc of IEEE international conference on cluster computing and grid. Washington, DC, USA: IEEE, 2007: 381-388.
- [9] 李 定, 周连第. 计算流体力学的可视化系统[J]. 水动力学研究与进展: A 辑, 1993, 8(3): 332-347.
- [10] Vo H T, Comba J L D, Geveci B, et al. Streaming-enabled parallel data flow framework in the visualization toolkit [J]. IEEE Visualization Corner, 2011, 13(5): 72-81.
- [11] 朱 虎, 杨忠凤, 张 伟. STL 文件的应用与研究进展[J]. 机床与液压, 2009, 37(6): 186-189.
- [12] 潘海鹏, 周天瑞, 胡世飞, 等. STL 数据模型可视化的实现[J]. 塑性工程学报, 2006, 13(6): 94-98.
- [13] 肖涵山, 刘 刚, 陈作斌, 等. 基于 STL 文件的笛卡尔网格生成方法研究[J]. 空气动力学学报, 2006, 24(1): 120-124.
- [14] 尹小刚, 师广山, 黄 佳. 基于 VTK 的有限元计算结果可视化[J]. 西北水电, 2012(5): 91-93.

嵌入式工控终端机的云计算架构及服务平台

作者：[温泉](#)，[李扬](#)，[WEN Quan](#)，[LI Yang](#)
作者单位：[广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州, 510006](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2014(12)

引用本文格式：[温泉](#). [李扬](#). [WEN Quan](#). [LI Yang](#) [嵌入式工控终端机的云计算架构及服务平台](#) [期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(12)