

# 基于物联网技术的电梯公共服务平台的设计与实现\*

徐守辉<sup>1</sup>, 杨律青<sup>2</sup>

(1. 厦门信达物联科技有限公司; 2 厦门大学软件学院, 厦门 361005)

**摘要:** 将物联网安全监控应用于电梯, 为人们日常生活带来极大便利和安全保障。本论文通过运用软件工程的基本理论, 分析和设计了基于物联网技术的电梯公共服务平台的功能与模块。在阐述平台建设意义的基础上, 分析了平台的功能性和非功能性需求, 并以此为依据建立平台架构、划分平台功能模块并简要论述平台建设所运用到到的关键技术。

**关键词:** 物联网, 电梯, 公共服务平台

**中图分类号:** TP311

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1003-6970.2014.07.005

**本文著录格式:** [1] 徐守辉, 杨律青. 基于物联网技术的电梯公共服务平台的设计与实现 [J]. 软件, 2014, 35 (7) : 23-27, 33

## Design and Implementation for the Elevator Public Service Platform Base on Internet of Things

Xu Shou-hui<sup>1</sup>, Yang Lv-qing<sup>2</sup>

(Xiamen Xindeco IOT Technology LTD.1, Software School of Xiamen University2, Xiamen 361005, China)

**【Abstract】** Security Monitoring based on IOT was applied to the elevator-equipment, it provides great convenience and security for People's Daily life. By using the basic theory of Software Engineering, it mainly analyzes and designs functions and modules for the Elevator Public Service Platform Base on IOT in the paper. On the basis of stating the importance of platform construction, it focuses on expounding the function and the non-function requirements. Then the platform structure is established and different functional modules are divided. And it makes simple description about related development technologies in the end of the paper.

**【Keywords】** Internet of Things, the Elevator, Public Service Platform

## 0 引言

随着国家确立物联网作为国家新型战略产业, 围绕物联网开展的基础研究、应用研发也蓬勃开展起来。电梯物联网正是在这样的背景下逐渐走入人们的视线。

电梯物联网是为了解决目前电梯安全问题而提出的概念, 数据采集部分、数据传输部分、中心处理部分以及应用软件共同构成了完整的电梯物联网监控系统。近年来电梯安全事故频发, 电梯如何做到有效监管维护的问题越来越受到公众的关注。随着物联网技术的兴起, 电梯物联网产品的开发运用将有效解决目前面临的监管维护难题。如今, 电梯物联网已成为电梯行业未来发展最具潜力的领域之一, 正在吸引更多的物联网公司和电梯企业参与进来<sup>[1]</sup>。

据不完全统计, 截至 2013 年底, 我国在用电梯数量已高达 300 万台, 可以预见未来五年内我国房屋建设的规模依然巨大, 电梯的保有量将保持每年 20% 的高速增长, 电梯安全已经逐渐成为城市安全管理的重要组成部分<sup>[2]</sup>。不论是肩负管理监督职责的监检机关、承担电梯维修保养任务的电梯生产厂家、负责电梯使用管理的物业单位, 还是对电梯的直接使用者 - 社会公众和业主, 都急需一个能将城市范围内的电梯运行数据进行监管、汇总和推送的公共中心, 以促进各方的交流、沟通, 提升电梯安全管理水平, 保障人民生命财产安全<sup>[3]</sup>。

近年来重大电梯事故频发, 电梯安全运行在吸引公众广泛关注的同时, 更引起国务院及有关部门高度重视。可以看出, 电梯公共安全问题已急需解决、刻不容缓。

基金项目: 国家物联网重大应用示范区厦门市物联网示范应用项目

作者简介: 徐守辉 (1967-), 男, 福建寿宁人, 毕业于浙江大学机电控制工程专业, 现为高级工程师, 拥有十年以上通讯、电子标签行业管理、研发、生产经验, 主持并参与了二十多款电子标签及 RFID 读写器产品的开发, 发表了多篇与 RFID 行业有关的专业论文并入选 IEEE 文献, 拥有 4 项 RFID 产品实用新型专利和 1 项发明专利; 杨律青 (1969-), 男, 福建上杭人, 博士, 毕业于华中科技大学管理科学与工程专业 (研究方向为信息技术与信息管理), 高级工程师, 现任厦门大学软件学院副教授、厦门大学工商管理博士后流动站博士后, 主要研究方向为软件工程、IT 项目管理、信息管理系统、.NET 技术平台、RFID 技术与物联网等;

## 1 平台开发的需求分析

平台的建设按照软件工程理论进行, 首先对系统进行需求分析。所谓“需求分析”, 是指对要解决的问题进行详细的分析, 弄清楚问题的要求或平台要实现的功能<sup>[4, 5]</sup>。该平台系统主要拥有以下几个方面特点:

1. 平台能使用阅读器、普通个人电脑甚至手机为终端设备, 读取和录入安装电梯上的感应设备实时数据或相关人员的操作数据并与服务器计算机系统进行信息实时交互。
2. 基于云计算的监管平台是业主、物业、维保单位、企业的主要操作平台, 可对接入的每部电梯进行实时监控。重要数据通过电梯监测终端和项目平台两种方式上传质监部门, 与维保单位的进行充分沟通并实现系统数据交换。
3. 具备灵活性和开放性特点, 采用外加传感器监控电梯运行状态, 不会对电梯运行造成任何安全隐患。
4. 具备高扩展性, 即使是已安装好电梯的楼宇, 也可通过安装外置传感器来进行监控, 因此实用性、推广性较强。

### 2.1 平台用例分析

本系统为多用户参与平台提供条件, 系统为质量监督检验单位、电梯维保单位、电梯使用单位以及电梯生产单位等相关单位和企业提供多功能的公共服务。

同时, 平台需具备实时、自动、智能的特点, 实时采集传输电梯运行状态, 兼具集中/分布式同步显示功能; 能智能分析运行数据, 判断电梯运行状态, 自动对安全隐患梯、事故临界梯和故障梯报警; 能提供音视频和其他形式运行数据的记录、传输、保存和回放; 为政府机关和社会公众提供管理、查询、统计等综合服务。

将平台日常运维业务进行梳理和归纳, 可得到相应的用例图, 如图 1 所示。

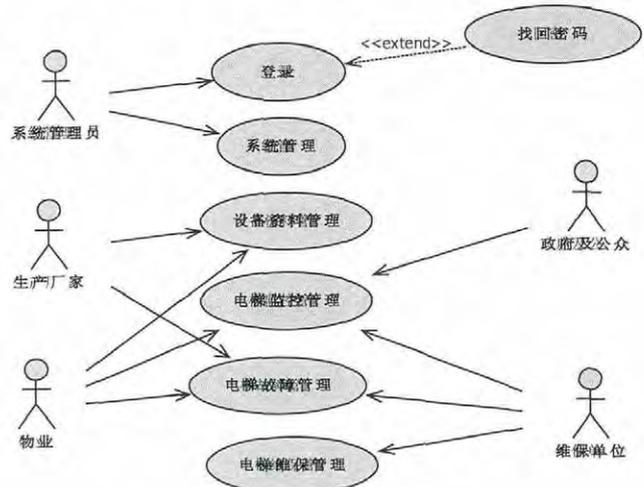


图 1 电梯公共服务平台用例图

### 2.2 平台非功能性分析

电梯公共服务平台作为一个开放的支持和服务系统, 它的非功能性需求包括系统性能、系统安全性、可靠性、可互操作性、易用性、可维护性、可移植性等多个方面<sup>[6]</sup>。系统除了涉及普通计算机以及手机、阅读器移动设备, 需要接入大量且不断增长的电梯传感器设备进行数据搜集。因此, 平台运行时的高效性能以及平台安全性是其两大主要的非功能性需求。

#### 1. 平台性能

该平台作为公共服务平台, 其性能侧重于确保服务器系统能够满足日常工作负载, 并有足够剩余容量应对突发事件引起的峰值而不出现某些应用不响应甚至宕机事件发生。

系统建设初期, 要求该平台视频服务器软件满足 2000 路视频的接入, 250 路并发访问, 64 路并发存储。电梯网关服务器软件满足 2000 路电梯网关设备的接入服务, 可查看电梯实时监控数据, 接收电梯报警数据, 并与视频服务器形成良好互动。

#### 2. 平台安全性

系统安全是指在系统生命周期内应用系统安全工程和系统安全管理方法, 辨识系统中的危险源, 并采取有效的控制措施使其危险性最小, 从而使系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的安全程度。本平台因涉及设备及使用人员较广, 因此着重于数据安全和网络安全两个方面。

在实际开发应用中, 主要采用以下几种方法来确保平台的安全性:

- 1) 数据传输和应用访问中, 用户需有密码才能登陆, 系统会对用户的密码进行加密保存。
- 2) 电梯物联网综合管理公共服务平台提供日志审计服务来记录用户操作以备查询。日志审计可以实时、准确地详细记录对平台所作的各项操作, 保证中心的安全性。确保一旦出现安全性问题, 有史可依, 有据可查。
- 3) 给不同的用户分配不同角色, 对应于不同的授权。通过认证后, 用户才能进入相应平台的界面, 并对其权限范

围内的内容进行浏览或操作。

- 4) 系统云平台配备云级防病毒系统来抵御各种非法入侵。
- 5) 与国内几大电信运营商合作, 建立专业的网络架构来保障网络安全。

## 2 平台架构与整体结构

该平台基于 B/S 架构进行搭建, 主要包括三个部分, 分别为感知层、网络层、应用层<sup>[7]</sup>。其中, 感知层由传感器、电梯数据采集器、电梯监控终端构成, 感知层设备主要采集电梯运行状态和故障状态信息, 并对电梯运行状态和故障状态进行逻辑运算和逻辑判断, 同时向网络层中指定的服务器发送状态和故障报警信息; 网络层由运营商的无线或有线网络及数据中心 (IDC) 服务器构成, 网络层主要承载电梯运行状态信息和故障报警信息传输, 并将其数据存贮于数据中心服务器中; 应用层由部署在数据中心服务器上的软件中间件和电梯监测软件、客户端电脑、移动智能终端等构成, 应用层主要实现对物联网的终端设备的智能计算、监控和管理。平台架构如图 2 所示。

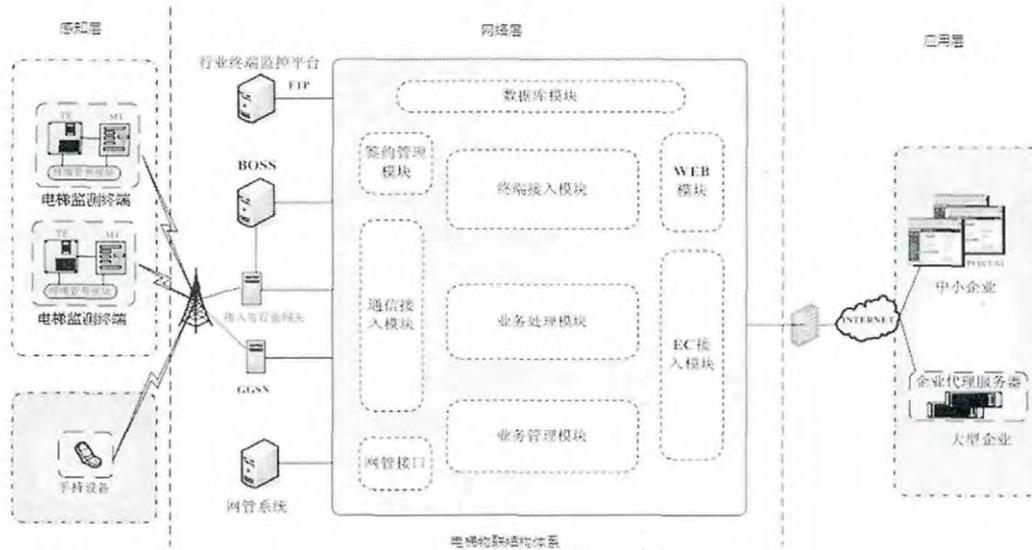


图 2 电梯公共服务平台架构图

平台基于云计算技术, 采用模块式开发, 各个功能模块之间是松耦合关系, 不仅现有模块可以非常方便的修改, 最重要的是对平台的功能扩展和模块增加完全不影响现有平台的运行, 新增模块可以采用热插拔部署的方式添加到现有平台中, 新功能的增加完全是即插即用形式的<sup>[8]</sup>。系统平台划分成日常监控、故障管理、维保管理、呼叫中心、电子看板、运维管理、监控中心、智能终端、综合统计等几大功能模块。

平台的整体结构图如图 3 所示。

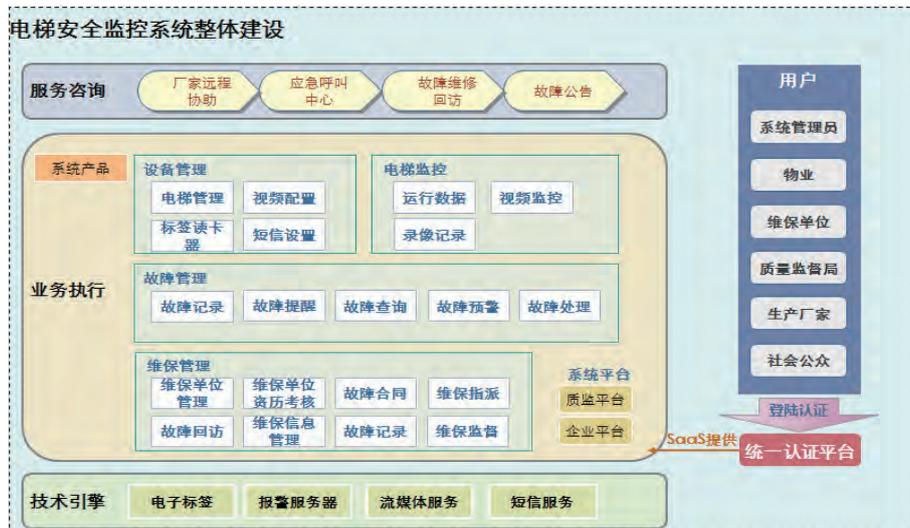


图 3 电梯公共服务平台整体结构图

### 3 平台实现的关键技术与实现效果

本项目是以 RFID (Radio Frequency Identification, 射频识别) 技术、红外传感技术、流媒体技术以及 3G (3rd Generation, 第三代移动通信技术) 无线技术等物联网技术为基础, 采用云计算平台对城市电梯安全运行与维护进行实时监控。系统后台开发则使用 .NET Framework 5.0 框架及开发工具 Visual Studio 2012 和 Eclipse 4.2。

#### 3.1 RFID 技术

RFID 实质上是一种近距离射频通信技术, 工作原理是标签进入磁场后, 如果接收到阅读器发出的特殊射频信号, 就能凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息 (即 Passive Tag, 无源标签或被动标签), 或者主动发送某一频率的信号 (即 Active Tag, 有源标签或主动标签), 阅读器读取信息并解码后, 送至中央信息系统进行有关数据处理<sup>[9, 10]</sup>。

大量的事实证明, 电梯维保执行不到位、不规范是产生电梯安全事故的主要原因之一, 对维保企业及维保人员的有效监管是减少电梯安全隐患的一剂良方。利用 RFID 技术通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据的特点, 本平台采用 RFID 技术将维保行为标准化、流程化, 在电梯关键部位标识 RFID 电子标签, 保障了在对的时间、对的地方、由对的人、检查了对的位置, 杜绝维保不到位行为。

#### 3.2 红外传感技术

红外传感技术, 即利用红外应答器识别和传输物体信息, 从而实现远程监控。

在电梯厢外壁采用外加传感器的方式对电梯运行状态进行全程监测。与其他方式相比, 外加传感器方式可以兼容新旧电梯, 项目推广难度低, 实施简便; 对电梯生产企业无特殊要求; 对电梯运行不会产生影响, 无安全隐患。

#### 3.3 流媒体技术

该平台在电梯内部引入了双向实时流媒体技术。所谓流媒体技术就是把连续的影像和声音信息经过压缩处理后放上传网站服务器, 让用户一边下载一边观看、收听, 而不要等整个压缩文件下载到自己的计算机上才可以观看的网络传输技术<sup>[11]</sup>。

该技术使得在满足轿厢终端传感器采传输的基础上, 实现了同步 H264 视频流媒体播放、H264/MJPEG 双码流视频编码, 在电梯运行过程中对现场画面录像, 并滚动保存。轿厢多媒体终端屏可播放 RSTP、HTTP、H323 等多种协议的实时码流以及本地多媒体文件, 通过场景响应引擎在困梯、正常、通信等不同情况下选择播放内容。为支持城域级超过 2000 台电梯以上规模的同步视频播放, 本平台设计了 P2P 架构的服务器直播系统。能够将实时码流通过直播服务器、转播服务器和 P2P 分发服务器向全部的电梯设备推送视频。

#### 3.4 无线技术

平台涉及电梯数量众多且不断增长, 因此为了满足海量数据正常传输要求, 主要采用当下流行且稳定、高速运行的 3G 无线通信技术。该技术可通过光纤 EPON 或者 3G 网络终端将数据实时上传, 其采用小波自适应多模数据压缩算法可实现海量、多节点传感器数据的冗余消除和高效率传输; 采用分布式实时内存数据库在广域网上保存电梯运行状态, 并应用分布式关系数据库实现历史数据保存; 通过呼叫中心的 H.323 协议, 在电梯轿厢嵌入式终端移植并实现支持音视频同步通信的 H323 嵌入式软件, 当发生困梯和故障的时候可以联系呼叫中心、质监局和运营单位、维保单位实现多方通话, 对受困人员进行安抚与解困指导。

#### 3.5 平台开发技术

.NET Framework 5.0 是用于 Windows 的新托管代码编程模型, 其强大功能与新技术结合起来, 用于构建具有视觉上引人注目的用户体验的应用程序, 实现跨技术边界的无缝通信, 同时提供一个将软件部署和编译代码执行环境, 并大幅提高软件运行的并行计算能力<sup>[12]</sup>。Visual Studio 2010 作为基于 .NET Framework 运行环境的开发软件, 目前正拥有庞大的客户群, 其集成开发环境 (IDE) 的界面被重新设计和组织, 不仅适合专业人员进行开发, 对于非专业人员, 简单实用也非常简洁明了, 并且支持开发面向 Windows 7 的应用程序。

在实现高速运转的服务器平台的同时, 系统还需要通过可移动终端将维保操作记录同步到电梯云计算平台, 实现

对维保工作的规范性和准确性进行远程管理。因此借助广泛存在且应用的 Android 手机平台建立维保客户端, 系统采用较新的 Eclipse 4.2 进行开发, 其作为功能完整且较为成熟开源式软件, 允许嵌入 Android 编译环境进行开发, 提升的基于模型的用户接口框架, 为开发者提供更灵活的界面设计; 提供面向服务的编程模型, 使维保客户端与服务器实现无缝连接。

平台具体实现效果如图 4 至图 6 所示。



图 4 电梯公共服务平台城市实时监控



图 5 电梯公共服务平台电梯实时监控

## 4 结论

电梯伴随社会经济发展和城市化建设而快速增长, 是城市垂直运输的最主要交通工具, 电梯与城市百姓的工作、学习、生活息息相关。电梯公共服务平台作为城市化信息化建设的一部分, 对电梯相关数据进行深入的数据挖掘, 并以此为基础提供增值服务, 实现准公益性平台的持续良性发展。

本文以某政府主导的电梯公共服务平台为实例, 收集了实际运行的数据。通过测试数据说明, 该平台实现将维保管理、电梯运行监管、紧急事件响应、故障发现和处理、公众信息服务、音视频电子传媒等业务系统用云计算技术统一集成, 形成了可服务电梯、维保公司、质监部门、物业公司、企业服务平台运营商等多角色多实体的物联网运营体系。构建一个既能体现电梯运行安全监管职能, 又能



图 6 电梯公共服务平台手机维保端主界面

(下转第 32 页)

①在第(1)步中, 确定被试的能力参数初始估计值有两种策略: 一是如测试前对被试的情况一无所知, 则可采用参加过该测试的所有被试的平均水平作为初始估计值; 二是当在测试前对被试的相关背景有所了解时, 可采用同类被试的平均水平作为初始值。此值的选取对测试精度影响极小, 但影响测试的效率。

②在第(2)步中, 项目的选择呈现主要考虑项目的难度参数应接近(略高于)被试的能力参数。实际应用时可利用  $\theta_{\max} = b_j + \frac{1}{1.7a_j} \ln[0.5 + 0.5\sqrt{1+8c_j}] \approx \theta$  (对于三参数模型) 来选择。

③在第(4)步中, 可利用极大似然法对能力参数做出估计。

④在第(8)步中, 决定是否终止测试有三种不同的策略: 第一种是固定测试长度; 第二种是当  $E(\theta) \leq \varepsilon$  时, 即可终止测试, 其中的原因为测试长度很长、效率很低; 第三种策略是能力参数估计值小于预先设定值时就终止测试。

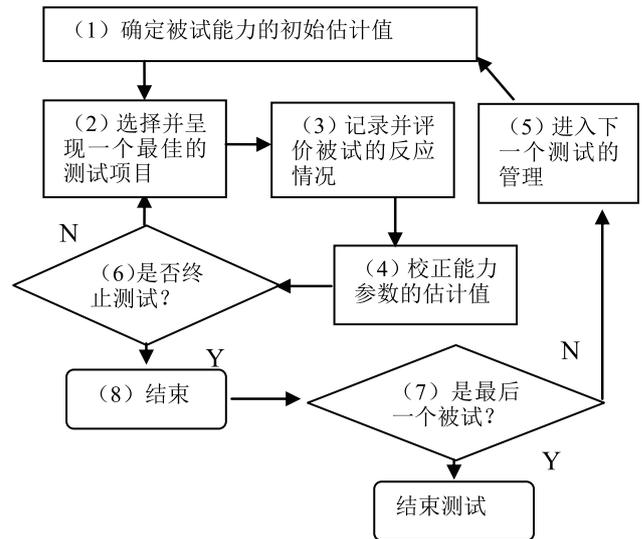


图 8

## 参考文献

- [1] 毕忠勤. 计算机自适应测试系统的算法 [J]. 桂林电子工业学院学报, 2004, (12)
- [2] 周弦. 基于知识空间理论的自适应测试过程 [J]. 计算机应用, 2007, (6)
- [3] 刘艳花. 基于扩展知识空间理论的技能自适应测试过程 [J]. 计算机系统应用, 2010, (7)
- [4] 郝丽娜, 宋金玲. 自适应 OFDM 及其改进算法 [J]. 新型工业化, 2011, 1 (7): 91-99.
- [5] 黄建军, 刘杰. 基于自适应衰减系数的 VB-AKF 滤波算法 [J]. 新型工业化, 2013, 3 (11): 27-31.
- [6] 常志远. 基于自适应 EWMA 算法 t 控制图检测能力的研究 [J]. 新型工业化, 2014, 4 (3): 23-28.
- [7] 刘晓志, 吴永刚. 基于双曲余弦函数的智能天线自适应波束形成算法 [J]. 新型工业化, 2014, 4 (3): 74-78.
- [8] 叶得学. 基于自适应概率统计模型的计算机辅助诊断算法研究 [J]. 软件, 2013, 34(4): 49-51.
- [9] 王佳飞, 张强, 彭向伟. 一种基于 ZSP800 核改进型 LMS 自适应滤波算法的实现 [J]. 软件, 2013, 34 (12): 139-141.

(上接第 32 页)

与城市应急救援指挥中心联动, 且能保障人民群众生命财产安全的公共服务平台。

## 参考文献

- [1] 电梯物联网. <http://baike.baidu.com/view/10926856.htm?fr=aladdin>
- [2] 闫海英; 黄波; 王晓喃. 物联网在电梯行业中的应用研究 [J]. 工业控制计算机, 2013, 8.
- [3] 朱维泳. 电梯安全管理分析 [J]. 中国新技术新产品, 2013, 12.
- [4] Suzanne Robertson, James Robertson, 王海鹏. 掌握需求过程 (第 3 版) [M]. 人民邮电出版社, 2014, 1.
- [5] 牛爱民. 软件工程的开发趋势研究 [J]. 软件, 2012, 33 (10): 154-155
- [6] 王朔韬. 软件是这样“炼”成的——从软件需求分析到软件架构设计 [M]. 清华大学出版社, 2014, 5.
- [7] 任伟. 物联网安全架构与技术路线研究 [J]. 信息安全, 2012, 05.
- [8] 姚宏宇, 田溯宁. 云计算: 大数据时代的系统工程 [M]. 电子工业出版社, 2013, 1.
- [9] Damith C. Ranasinghe. 物联网 RFID 多领域应用解决方案 [M]. 机械工业出版社, 2014, 1.
- [10] 刘志杰. 物联网技术的研究综述 [J]. 软件, 2013, 34 (5): 164-165
- [11] 龙著乾. 流媒体服务器集群的负载均衡研究 [J]. 软件, 2013, 34(4): 62-64
- [12] Jon Galloway, Phil Haack, Brad Wilson, K. Scott Allen. Professional ASP.NET MVC 4 [M]. Wrox Press, 2012, 9.