

物联网 RFID 中间件技术及其在电力通信标识管理中的应用研究

梁 柯¹ 李秉毅¹ 胡 音² 邓雪波¹ 温永怡¹

(国网重庆市电力公司 重庆 400017)¹ (国网重庆垫江县供电有限责任公司 重庆 408300)²

摘 要 RFID 技术是物联网建设中的核心技术之一,首先讨论了物联网系统结构,然后对 RFID 中间件平台在嵌入式系统应用的需求和问题做了分析。在考虑能耗、存储、效率的情况下,设计了包括设备管理层、数据管理层和应用接口层在内的 3 层中间件平台,并对各个层的主要功能模块和技术实现做了详细分析。最后,就 RFID 中间件技术在标识管理中进行的具体应用进行了说明。

关键词 物联网,RFID,中间件

中图法分类号 TP393.02 文献标识码 A

Internet of Things RFID Middleware Technology and its Applied Research in Electric Power Communication Identity Management

LIANG Ke¹ LI Bing-yi¹ HU Yin² DENG Xue-bo¹ WEN Yong-yi¹

(Chongqing Electric Power Company, State Grid, Chongqing 400017, China)¹

(Chongqing Dianjiang County Limited Liability Company, State Grid, Chongqing 408300, China)²

Abstract RFID technology is one of the core technology in construction of the Internet of things. This paper discussed the system structure of Internet of things, then analyzed the demand and problems for RFID middleware platform for embedded systems applications. In consideration of energy consumption and storage efficiency, we designed three middleware platform including equipment management, data management and application interface layer and analyzed the main function modules and the realization of techniques of the respective layers detailedly. At last, the article introduced how to use the RFID middleware in identity management system.

Keywords Internet of things, RFID, Middleware

1 物联网简述

1.1 定义

物联网(Internet of Things, IOT)是基于互联网技术、信息传输和通信技术的互通网络,在这个网络中,所有的对象都具有唯一 ID,可以进行寻址、互联、控制。物联网一般以无线网的形式存在,用电子标签将现实中的物体进行网络连接。一般存在一个后台应用系统,对机器、人、设备进行管理和数据传输控制操作。物联网技术是未来科技发展的新方向。

1.2 RFID 技术与物联网

在物联网大的体系下面,RFID 作为核心技术,为系统提供了编码、射频识别和信息网络等方面的功能。RFID 标签采用的是一种叫做 EPC 的编码技术,该技术保证了处于物联网环境中的物体都具有一物一码的特性。该特性保证了对物体的长久管理,并且通过编码可以和不同场景需求集成,实现实时追踪。对于物联网中的最小个体,该编码还可以对设备进行分类、属性记录、查询等功能。RFID 在物联网中的组成如图 1 所示。

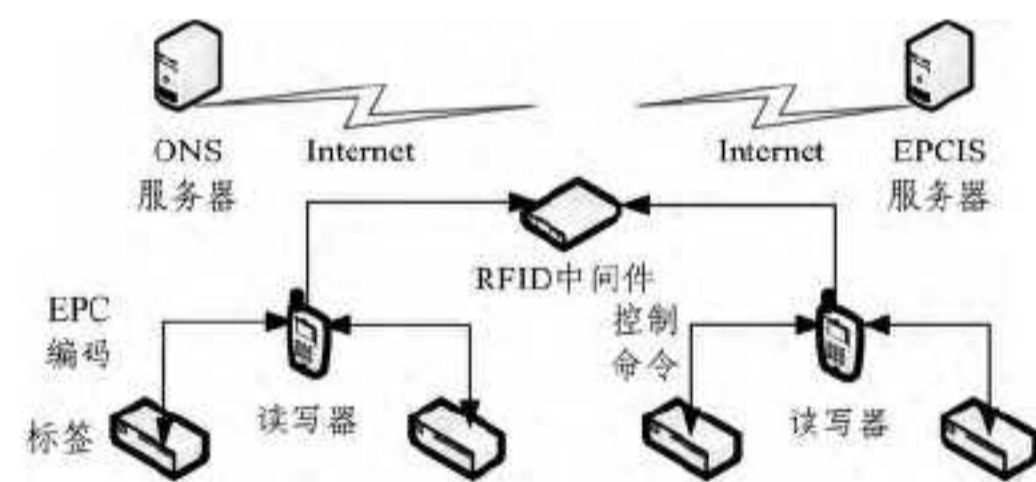


图 1 物联网中的 RFID

2 通信标识管理

通信标识是通信基础资料尤其是现场设备和配线资料的重要组成部分,对指导现场工作人员安全作业起到了重要作用。通信标识的准确性,以及现场资料与运维资料的一致性举足轻重,是顺利开展通信网络运行维护工作的基础。

在欧美等发达国家,已经出现了基于物联网 RFID 技术的通信线缆管理技术,在保留文字标签的同时,内置 RFID 芯片,利用可读写的 RFID 芯片存储多种信息在一个标签当中。该系统通常由远距离电子标签识别系统、线缆铭牌电子标签、

梁 柯(1979—),男,硕士,工程师,主要研究方向为电力通信;李秉毅(1981—),男,硕士,工程师,主要研究方向为电力通信;胡 音(1975—),女,工程师,主要研究方向为电力通信;邓雪波(1975—),男,硕士,高级工程师,主要研究方向为电力通信;温永怡(1963—),女,硕士,高级工程师,主要研究方向为电力通信。

管理软件组成。巡检人员携带读卡器,沿着规定的线缆路线行进,读卡器实时接收线缆铭牌信息,并按预先设定的格式记录于控制器。巡检人员可通过管理软件将控制器中巡视记录上传到 PC。通过分析巡视记录可实现巡检人员的定位和巡视质量管理。管理软件具有自动分析和智能处理能力,由此可实现对线缆巡视工作的科学管理。

在国内,信息产业部于 2000 年组织制定了《建筑与建筑群综合布线工程系统设计规范》和《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》。但是,这两个规范对于标识管理在建筑与建筑群综合布线工程系统中的作用和地位的认识是不足的。两个规范与美国标准、国际标准比较是严重滞后工程实际的,规范的先进性也是不足的。迄今,我国信息产业没有对标识提出标准。

3 RFID 系统构成及工作原理

3.1 系统组成介绍

RFID 又称为无线射频识别技术,是一种应用于现代化设备通信的技术,在物联网建设中,具有重要的作用。该技术使用无线射频信号,对一定距离内的电磁场信息进行空间传送,从而达到信息识别和传输的目的。

RFID 系统由协议、标签、天线、读写器、中间件、软件构成,如图 2 所示。

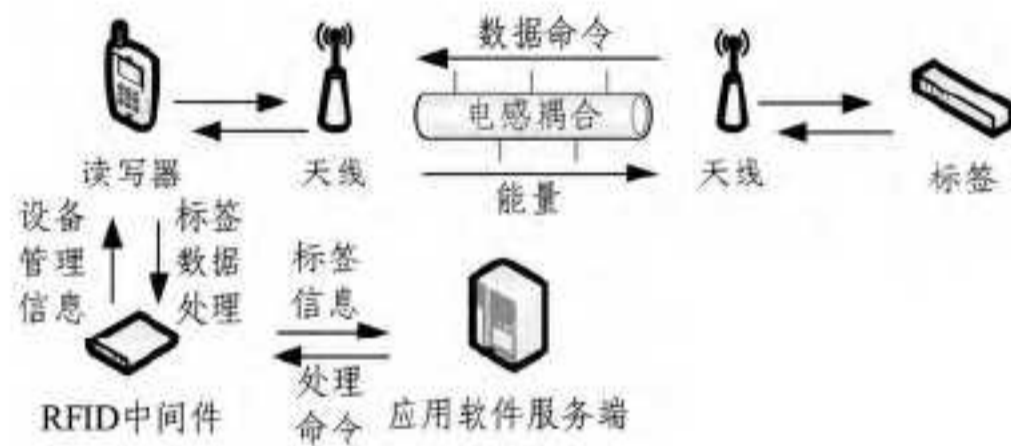


图 2 RFID 系统结构

(1) 读写器:系统应用环境不同时,该部分可以是读设备,也可以是写设备。RFID 系统通过该部分进行信号的扫描,或者处理输出。读写器与标签之间进行无接触半双工信号传输,实现对物体信号的识别。读写器内部构造如图 3 所示。

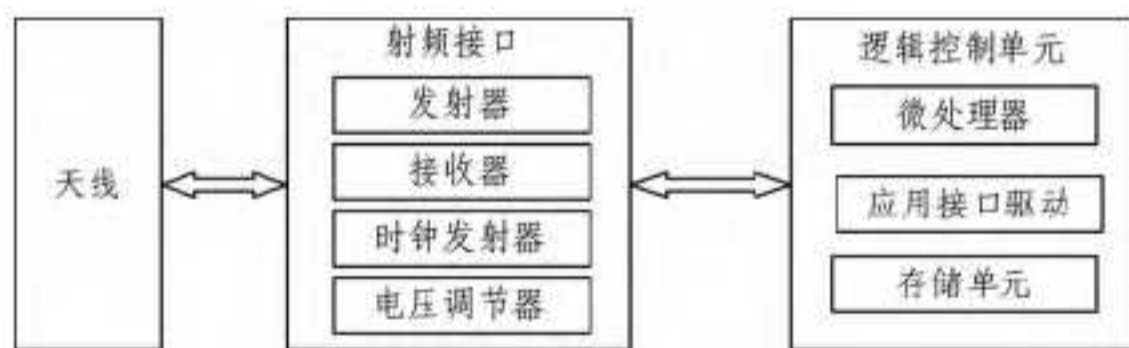


图 3 读写器结构

(2) 标签:通过标签将要识别的物体特征信息进行存储。标签内部的存储器中,存有该标签的全球唯一编码,该编码无法进行修改。同时用户数据单独存放于独立的用户数据区。标签信息可永久保存,同时也易于修改。能够满足对设备或者对象信息的更新需求。其具体结构如图 4 所示。

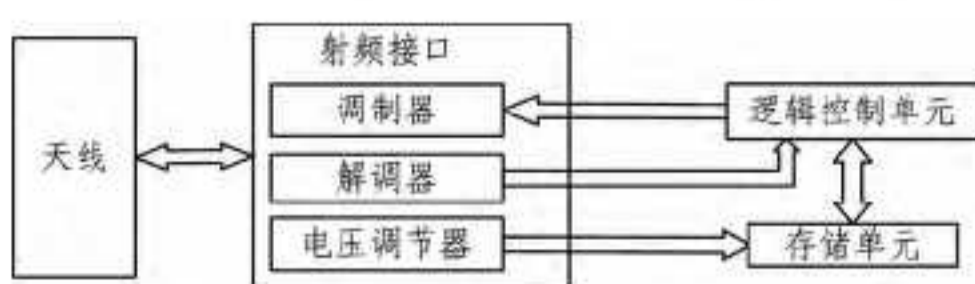


图 4 标签内部结构图

(3) 天线:天线是信息传输中介,同时也是能量传输中介。主要包括标签天线和读写器天线两个部分。

(4) 中间件:主要目的是为提高系统应用软件的处理能力,针对不同的应用场景而设计的。通过中间件将整个系统中的各个设备与项目应用软件进行连接。RFID 中间件把系统读写器和软件直接的数据处理部分独立处理,减轻数据处理压力,同时提升系统执行效率。

(5) 应用软件:该部分根据实际需求,可以独立作为操作软件存在,也可以集成于大的企业软件中。实现对设备的管控、数据的处理、控制信息传输等功能。

3.2 工作原理

RFID 工作原理:读写器作为信号探照设备,发出电磁波对一定波幅范围内的信号进行感应。当感应到标签的磁场信号以后,标签将感应到的电磁能量转换为电能,通过感应电流,向外发送标签芯片中存储的信息。读写器接受信息后,对信息进行解码,然后传输到系统上层进行进一步操作。一般来说,标签可以分为有源和无源两种,有源标签主动发射信息对信息进行传输,无源标签需要首先进行电磁能的转换才可以进行数据传输。

3.3 RFID 中间件

RFID 中间件是有效解决企业软件系统集成、系统迁移过程中,数据转换、数据传输和系统执行效率问题的方案。

RFID 中间件采用的是面向消息的软件设计方式。在信息从一个系统模块传输到下一个系统模块的过程中,消息进行非同步传输的时候,不需要直接等待消息应答,中间件将消息进行传输,同时进行消息解释、消息纠错、消息存储等操作,避免应用层直接与底层进行信息通信造成的各种问题。

中间件可以分为以应用为中心的中间件和以架构为中心的中间件。应用中心设计主要以厂家接口 API 的调用进行主体程序设计,以架构为中心时,更多考虑嵌入企业大型应用系统的兼容性和可用性。

4 嵌入式中间件分析和设计

4.1 嵌入式 RFID 中间件

该中间件是 RFID 中间件的一个类型,通常应用于嵌入式系统。嵌入式系统通常存储空间有限,基于硬件平台,对数据的处理能力有限,因此在基于嵌入式系统进行 RFID 中间件设计时,需要考虑环境资源的利用问题,尽可能提高系统性能。主要考虑的问题包括以下几种:

(1) 功耗,在设计的过程中,需要考虑到产品的功耗,可以采用的方法有内存释放、模块根据是否在使用状态进行休眠和激活设计、数据处理算法优化。

(2) 响应速度,通过对多任务接口进行设计,并设置有效参数来调整响应速度。

(3) 内存管理,需要进行内存优化算法设计,考虑碎片整合以及防止内存泄露。

4.2 中间件需求分析

目前 RFID 在国际上还没有形成一个统一的标准,不同公司生产的设备在通信协议、编码、通信接口,以及数据存储方面都不相同,兼容性也比较差。同时,随着物联网接入设备不断增加,设备数量和设备类型的差异也对 RFID 中间件的处理能力提出挑战。另外还需要考虑到一个具体的问题,在 RFID 读写设备获取的大量数据中,很多数据具有冗余性,还有一部分数据不是企业需要的,这时对数据进行压缩和清洗

也需要中间件进行相关操作。

基于上述分析,我们设计的 RFID 中间件主要需求有读写器操作管理、数据存储以及数据清理功能、数据传输一致性管理,以及应用层操作接口。

4.3 中间件系统架构设计

架构分为应用层、数据管理层和设备管理层 3 个层面,如图 5 所示。各层分别进行功能模块划分,应用层包含了基础管理接口和远程客户端接口。数据管理层对系统数据进行了包括解析、过滤、存储和调度在内的 4 个大功能设计。设备层通过读写器接口管理、网络管理和读写器监控模块对读写器进行全面管理。

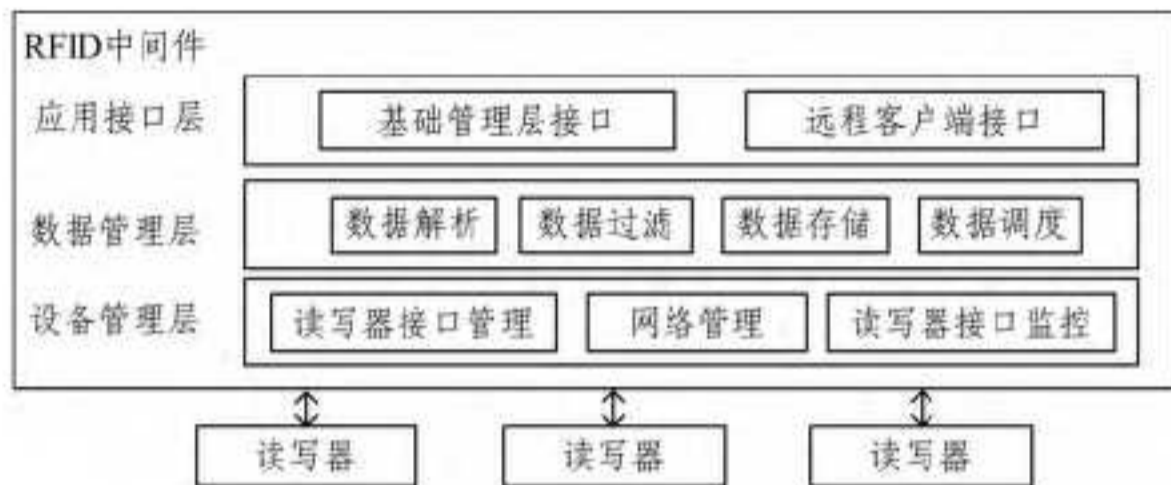


图 5 RFID 中间件结构

4.4 各功能模块设计方案

4.4.1 应用层接口设计

该层的主要功能是对用户应用系统提出的请求进行响应,起到桥梁作用。接收到用户操作命令后,开始对 RFID 读写器进行配对,并将中间件读取采集处理后的数据信息返回给应用系统。由于系统的调用和数据存储访问都可能涉及到本地和远程的情况,我们将应用层接口设计为基础管理模块和远程管理模块。

基础管理模块主要执行配置请求命令,同时也对数据管理层中,本地数据管理操作进行相关的响应。响应流程如图 6 所示。

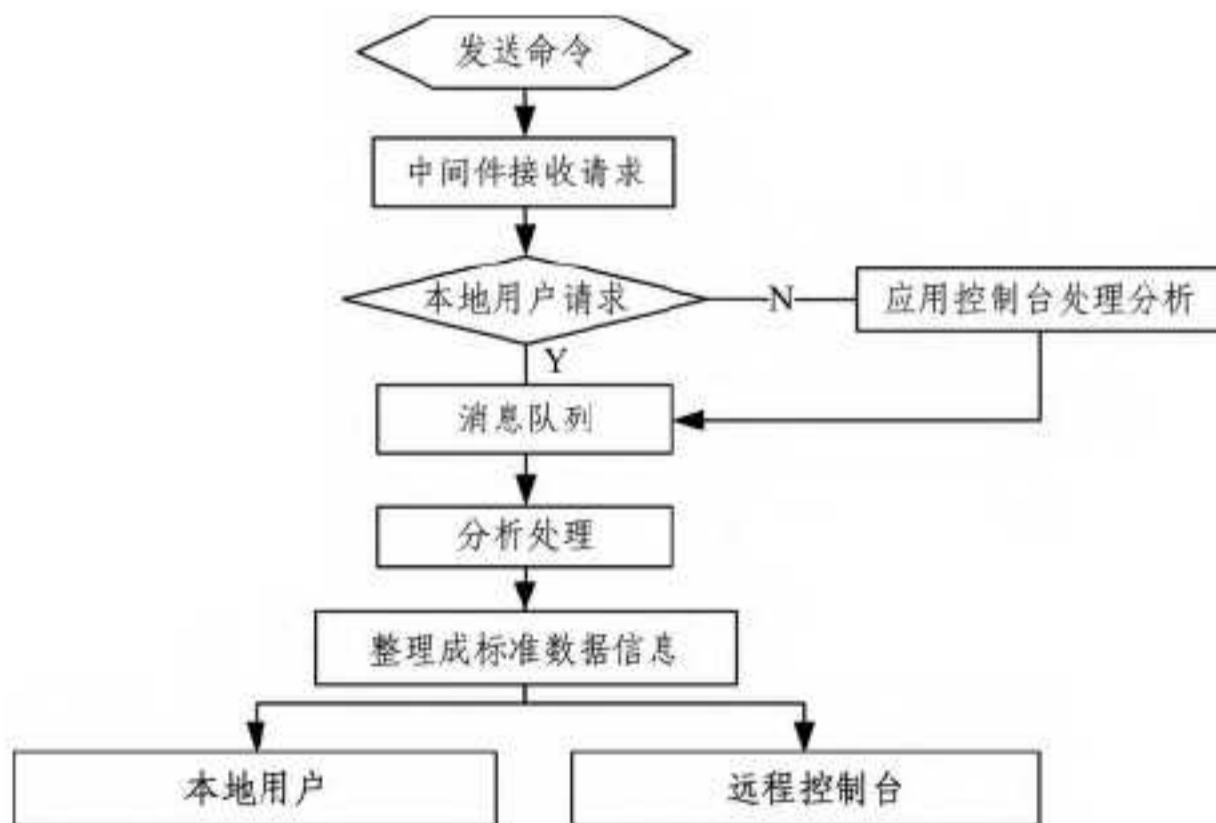


图 6 命令处理流程

远程客户端模块主要对应于远程请求,通过 Socket 方式接收远程命令,然后对命令进行解析,传输命令到基础管理模块的消息队列中,带基础管理模块传回分析结果后,再将信息反馈给远程客户端。

4.4.2 数据管理层设计

数据管理层是 RFID 中间件的核心部分,对系统性能影响很大。设备管理层通过读写器接口接收到的数据作为源数据,然后通过数据管理层的解析、过滤、编码等操作以后,将数据转换为系统设定的格式向上一层传输。对数据的操作主要

分为数据管理和数据存储两个方面。

数据管理模块主要将设备管理模块中提供的标签数据流进行进一步操作,以满足后续模块的调用。主要包括:

- (1) 数据解析,对 XML 封装的数据进行解析,将其封装为满足某一通信协议的数据帧格式,进行传输。
- (2) 数据过滤,系统本身可以针对冗余数据或所有数据进行过滤规则设定,比如只传输某种类型的数据,或者只需要调用某一特征属性值,另外还有部分缺失数据补全等,都在数据过滤功能模块进行操作处理。
- (3) 数据聚合,将数据统一为同一种格式的过程。
- (4) 数据调度,设计优化算法,对系统中优先级较重的数据进行调度。同时可以针对不同使用情形进行调度配置,保证系统性能。

数据存储模块则主要对系统数据进行临时存储,同时对于近期访问频繁的数据进行保存。在嵌入式系统数据库设计时,尽可能减少冗余,提高数据访问效率。

4.4.3 设备管理层设计

该层用以实现中间件与读写设备的通信功能。需要兼容不同厂商的读写设备,满足数据、协议的多种支持。

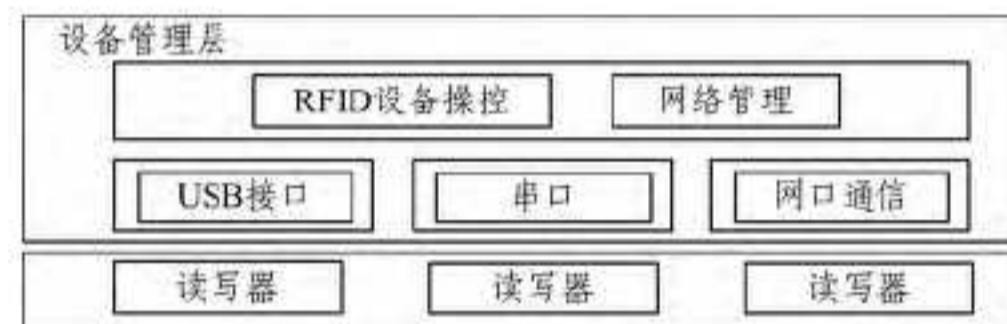


图 7 设备管理层结构

其中,设备操控模块的主要功能有:

- (1) 读写器控制,包括设备开关、对标签信息的读取、对标签信息的写入;
- (2) 读写器监控,包括属性配置、设备添加、设备删除、设备修改、设备编号、型号、生命周期参数等;
- (3) 多种通信协议兼容,将不同设备与服务器通信接口进行分类管理,设置 USB 接口类、串口类等。当读写设备进行接入时,对连接方式进行监测,根据监测结果将设备归为其中某一类,存储成为该类中的对象。在此基础上,将通用的针对接口的方法设计函数,采用面向对象处理方式,避免了针对每一类型的设备都重新进行函数设计的问题。

网络管理模块主要实现的是系统与读写器之间的数据传输问题。本设计中,针对上层和下层采用统一的网络管理接口,并设计监控线程来进行网络连接监测,这样可以更统一地进行网络资源分配,提高系统效率。具体网络状态关系如图 8 所示。

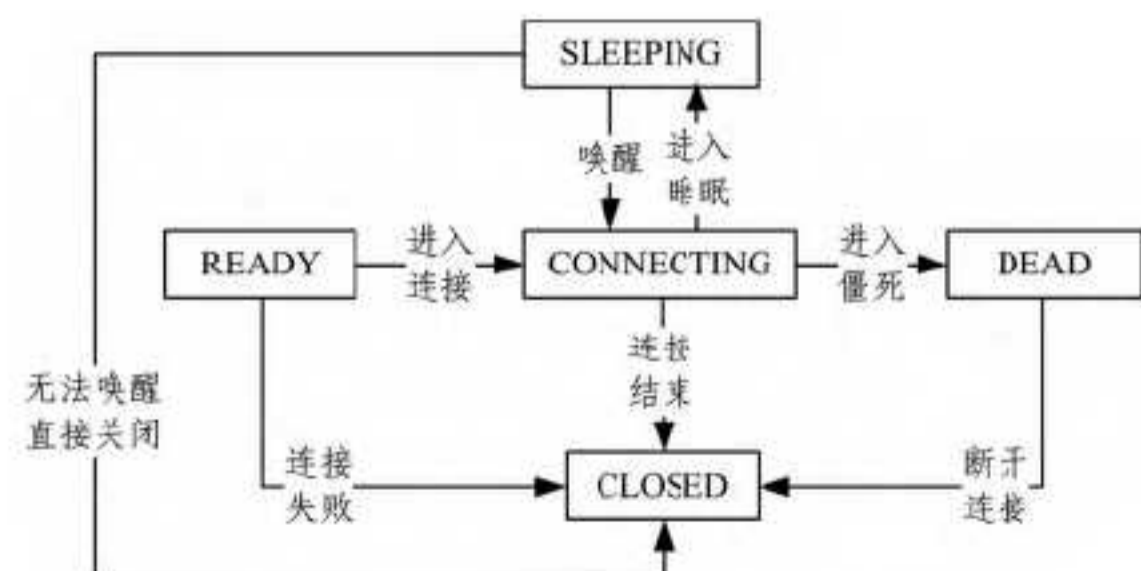


图 8 网络状态图

5 RFID 中间件在电力通信标识管理系统中的应用

重庆市电力公司于 2013 年 9 月制定了通信标识资源管

理办法,对通信资源的权责界面进行了划分,对通信设备的标识方法及标识规范进行了定义。同时,需要合适的 IT 技术作为管理办的技术支持。因此,我们设计了电力通信标识管理系统。该系统对通信设备采用 RFID 电子标签作为资源管理手段,在每个通信设备上关联一个 RFID 电子标签。利用手持式 RFID 读写设备,结合网络通信手段,将现场物理设备所关联的数据同后台的电力通信标识管理系统进行实时同步。利用该 RFID 中间件,可以满足多种不同类型的终端接入。同时,该中间件满足后台的管理系统的无缝接入。

通过对该中间件的接入,满足了重庆市电力公司在通信设备电子化管理上的需求。

结束语 本文全面地分析了 RFID 系统的结构和工作原理,在此基础上,结合实际应用中能耗、数据类型繁杂、存储等问题设计了 RFID 中间件三层结构,并分析了各个层面的主要功能和操作要点。同时针对存储、数据访问中进行策略设计,显著提升系统性能。并结合重庆市电力公司通信标识管理系统的具体需求予以应用,证明该中间件的设计能够解决电力通信标识管理的实际需要,该方案切实可行,能够有效解

决电力通信标识管理的问题。

参 考 文 献

(上接第 344 页)

提出的基于序贯博弈的任务调度策略(GSA 算法)具有较好的实验效果。

参 考 文 献

- [1] Armbrust M, Fox A, Griffith R, et al. A view of cloud computing [J]. Communications of the ACM, 2010, 53(4): 50-58
- [2] 张建勋,古志民,郑超.云计算研究进展综述[J].计算机应用研究, 2010, 27(2): 429-433
- [3] Fujimo N, Hagihara K. A comprison among grid scheduling algorithms for independent coarse-grained tasks [C]// Proceeding of the 2004 Symposium on Applications and the Internet Workshops. Washington, USA: IEEE Computer Society Press, 2004: 674-680
- [4] Kim C, Kameda H. An Algorithm for Optimal Static Load Balancing in Distributed Computer Systems[J]. IEEE Transactions on computers, 1992, 41(3): 381-384
- [5] Subrata R, Zomaya A Y, Landfeldt B. Game-Theoretic Approach for Load Balancing in Computational Grids[J]. IEEE Transaction on Parallel and Distributed Systems, 2008, 19(1): 62-76
- [6] Lu K, Subrata R, Zomaya A Y. An Efficient Load Balancing Algorithm for Heterogeneous Grid Systems Considering Desirability of Grid Sites[C]// Proc. 25th IEEE Int'l Performance Computing and Comm. Conf. (IPCCC '06). 2006
- [7] Lu K, Subrata R, Aomaya A Y. Towards Decentralized Load Balancing in a Computational Grid Environment[C]// Proc. First Int'l Conf. Grid and Pervasive Computing(GPC '06). 2006
- [8] Liu G, Li J, Xu J. An Improved Min-min Algorithm in Cloud Computing[C]// Proc. of the 2012 International Conference of Modern Computer Science and Applications. 2013, 191: 47-52
- [9] Parsa S, Entezari-Maleki R. RASA: A New Grid Task Scheduling Algorithm [J]. International Journal of Digital Content Technology and its Applications, 2009, 3: 91-99

- [1] 张捍东,朱林.物联网中的 RFID 技术及物联网的构建[J].计算机技术与发展, 2011, 21(5): 56-59
- [2] 李如年.基于 RFID 技术的物联网研究[J].中国电子科学研究院学报, 2009, 4(6): 594-597
- [3] 沈苏彬,范曲立,宗平,等.物联网的体系结构与相关技术研究[J].南京邮电大学学报:自然科学版, 2009, 29(6): 1-11
- [4] 陈海明,崔莉,谢开斌,等.物联网体系结构与实现方法的比较研究[J].计算机学报, 2013, 36(1): 168-188
- [5] 周永彬,冯登国. RFID 安全协议的设计与分析[J].计算机学报, 2006, 29(4): 581-589
- [6] 孙红,厉彦刚,陈世平,等. RFID 中间件数据处理研究[J].上海理工大学学报, 2014, (3): 234-238
- [7] 丁振华,李锦涛,冯波,等. RFID 中间件研究进展[J].计算机工程, 2006, 32(21): 9-11
- [8] 蒋邵岗,谭杰. RFID 中间件数据处理与过滤方法的研究[J].计算机应用, 2008, 28(10): 2613-26

- [10] Li J, Peng J. Task Scheduling Algorithm Based on Improved Genetic Algorithm in Cloud Computing Environment[J]. Journal of Computer Applications, 2011, 31(1): 184-186
- [11] He X, Sun X, Laszewski G. A QoS Guided Min-Min Heuristic for Grid Task Scheduling[J]. Journal of East China Normal University (Natural Science), 2010, 1: 127-134
- [12] Chanhan S S, Joshi R. A Heuristic for QoS Based Independent Task Scheduling in Grid Environment[C]// Proc. of the International Conference on Industrial and Information System. 2010: 102-106
- [13] Xu M, Cui L, Wang H, et al. A Multiple QoS Constrained Scheduling Strategy of Multiple Workflows for Cloud Computing[C]// Proc. of the 2009 IEEE Intenational Symposium on Parallel and Distributed Processing with Application. 2009: 629-634
- [14] Deelman E, Singh G, Livny M, et al. The Cost of Doing Science on the Cloud: the Montage Example[C]// Proc. of the ACM/IEEE Conference on Supercomputing Piscataway. IEEE Press, 2001: 1-12
- [15] Assuncao M, Costanzo A, Buyya R. Evaluating the Cost-benefit of Using Cloud Computing to Extend the Capacity of Clusters [C]// Proc. of the 18th ACM Intenational Symposium on High Performance Distributed Computing. Ney York: ACM Press, 2009: 141-150
- [16] Ge X, Chen H, Du B, et al. Scheduling Strategy Research Based on Cloud Computing for Cluster Expansion[J]. Application Research on Computers, 2011, 28(3): 995-997
- [17] Wang Jin-ting. Reliability analysis of M/G/1 queues with general retial times and server breakdowns[J]. Progress in Natural Science, 2006, 16(5): 464-473
- [18] 孙荣桓,李建.排队论基础[M].北京:科学出版社, 2002
- [19] Chow Y C, Kohler W H. Models for Dynamic Load Balancing in a Heterogeneous Multiple Processor System[J]. IEEE Transaction on Computers, 1979, 28: 354-361