

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2014.04.001

引用格式:周永,杨云志,李元忠,等.利用 RFID 和 VFID 技术实现卡车和集装箱自动识别管理系统[J].电讯技术,2014,54(4):379-384.
[ZHOU Yong,YANG Yun-zhi,LI Yuan-zhong, et al. An Automatic Identification Management System for Truck and Container Realized by RFID and VFID Technology[J]. Telecommunication Engineering,2014,54(4):379-384.]

利用 RFID 和 VFID 技术实现卡车和集装箱 自动识别管理系统*

周永^{1,**},杨云志²,李元忠³,朱宏³

(1.西南石油大学 计算机科学学院,成都 610500;2.中国西南电子技术研究所,成都 610036;
3.四川新源现代智能科技有限公司,成都 610041)

摘要:介绍了射频识别(RFID)和视频识别(VFID)技术的基本原理,描述了利用该技术实现的卡车和集装箱自动识别管理系统采用的基本架构和相关原理,分析了系统在开发和应用过程中所使用的新产品新技术,包括小型化抗金属无源标签和 RFID/VFID 比对过滤方法,以及国家科技部批准的新产品远距离无源标签。最后指出了系统可推广应用的前景和方向。成都海关采用本系统后,通关时间由 300 s 以上降低到最低的 35 s。

关键词:物联网;物流园区综合管理系统;射频识别;视频识别;自动识别;电子标签;电子关锁
中图分类号:TP391 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-893X(2014)04-0379-06

An Automatic Identification Management System for Truck and Container Realized by RFID and VFID Technology

ZHOU Yong¹, YANG Yun-zhi², LI Yuan-zhong³, ZHU Hong³

(1. School of Computer Science, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China;
2. Southwest China Institute of Electronic Technology, Chengdu 610036, China;
3. Sichuan Neosource Intel-Tech Ltd., Chengdu 610041, China)

Abstract: The principle of radio frequency identification (RFID) and video frequency identification (VFID) is introduced, respectively. The basic structure and principle of an automatic identification management system for truck and container realized by RFID and VFID technology are described. The new products and technologies adopted in the development of the system are analyzed, including anti-metal miniaturization and passive tags and methods for RFID/VFID comparison and filtration, long-range passive tags approved by the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Finally, it is pointed out that the prospects and direction of the system can be extended. After Chengdu Custom uses this system, the time of vehicles and containers clearance decreases from more than 300 seconds to a minimum of 35 seconds.

Key words: Internet of Things (IOT); logistics park management system; RFID; VFID; automatic identification; electronic label; electronic lock

1 引言

2009 年,温家宝总理关于物联网的讲话掀起了物联网的热潮;专家预言,物联网将成为未来我国新

的经济增长点,甚至将“引领第三次信息革命”。当前,已有很多省市和地区都制定了物联网发展规划,有的地方已经建设了物联网科技园区。

* 收稿日期:2014-01-28;修回日期:2014-03-14 Received date:2014-01-28;Revised date:2014-03-14

** 通讯作者:justhelp@163.com Corresponding author:justhelp@163.com

物联网(Internet of Things)是指通过射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)、视频识别(Video Frequency Identification, VFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。互联网的终端是人,是人与人之间的连接;而物联网的终端是物品,是物与物之间的连接。

随着世界经济全球化的发展,在一国之内创办自由贸易区的趋势逐步扩大。借鉴国际出口加工区、自由贸易区的经验,结合我国实际情况,我国已在潍坊、成都、苏州、天津、北京、海南、广西、黑龙江、上海、昆山、广州、西安、新郑、青岛、深圳等 16 个城市(地区)建立海关物流保税园区(简称园区)。在园区内采取“全区围网,卡口管理”,形成“境内关外”性质的特殊经济区域,为用户提供高效的减免关税、放宽海关和外汇管制等优惠措施,从而促进了国际贸易、出口加工、仓储物流的快速发展。

园区是物联网的基础设施之一,卡车和集装箱是园区内企业产品(货物)的主要运输工具。本文提出的采用基于 RFID 和 VFID 技术的“卡车和集装箱自动识别管理系统”(简称本系统)的物联网^[1-2],对进出园区的卡车和集装箱及其装载货物进行信息采集、自动识别和全程跟踪监控和可视化管理,提高了管理效率,节约了管理成本。为保证系统先进和可实现,在系统的开发应用过程中,对系统的关键技术,包括远距离无源电子标签(识别距离大于 24 m)、可贴于金属表面的小体积无源电子标签(识别距离大于 4 m,体积小于 8 mm×10 mm×50 mm)和 RFID/VFID 比对过滤方法及模块,先后获得国家科技部颁发的国家重点新产品证书、国家专利局颁发的发明专利证书。在 RFID/VFID 比对过滤模块中嵌入有自主开发的综合比对过滤算法软件,这些硬件和软件在国内都处于领先水平。本系统是成都高新区批准的“基于物联网核心技术的保税物流园区综合化管理系统”和“基于物联网关键技术的现代物流区港联动信息管理系统”两项创新基金项目的主要组成部分。

2 RFID 和 VFID 的基本原理

2.1 RFID 基本原理

RFID 系统由电子标签、读写器及天线组成。读

写器通过天线,发射已调射频信号(“询问信号”);当电子标签随载体(如车辆等)进入读写器和天线的作用范围时,电子标签接收到“询问信号”,其部分能量转换成直流电压,为电子标签芯片中的各种电路供电,并将其存储的识别地址(ID)号调制到射频信号(“应答信号”)上,返回读写器;读写器接收到“应答信号”,经解调和解码后,送给计算机;计算机从中提取相关数据信息(包括 ID 号),同时叠加上 RFID 应用系统的地点(如站号)及载体通过的时间等;通过通信网络,传到应用系统的管理中心,从而完成 RFID 应用系统与电子标签之间的数据信息交换。

2.2 VFID 基本原理

视频识别(VFID)系统主要由高清摄像机、数字信号处理(Digital Signal Processing, DSP)模块和计算机组成。DSP 模块中嵌入有号牌识别算法软件。

当车辆通过高清摄像机的采集范围时,高清摄像机采集车辆的图像信息,并传给 DSP 模块;嵌入其中的号牌识别算法软件,从图像信息中提取车辆的车牌号信息,并将号牌识别结果上传至计算机。

DSP 可嵌入在高清摄像机的成像模块(Charge-coupled Device, CCD)内,减小视频信号的传输损耗,提高号牌识别率。

3 系统原理及实现

3.1 系统组成及工作原理

本系统将射频识别(RFID)、视频识别(VFID)、GPS(Global Positioning System)、GIS(Geographic Information System)、电子关锁、电子地磅和视频监控等物联网关键技术与系统集成相结合,通过通信网络和信息管理中心共同组成卡车和集装箱自动识别管理系统,实现对卡车和集装箱的信息采集、自动识别、综合比对和过滤、全程跟踪监控和可视化管理。

本系统的体系架构主要由应用服务层、传输层、传感层等构成,如图 1 所示,系统的组成原理框图如图 2 所示。



图 1 系统体系架构
Fig. 1 System architecture

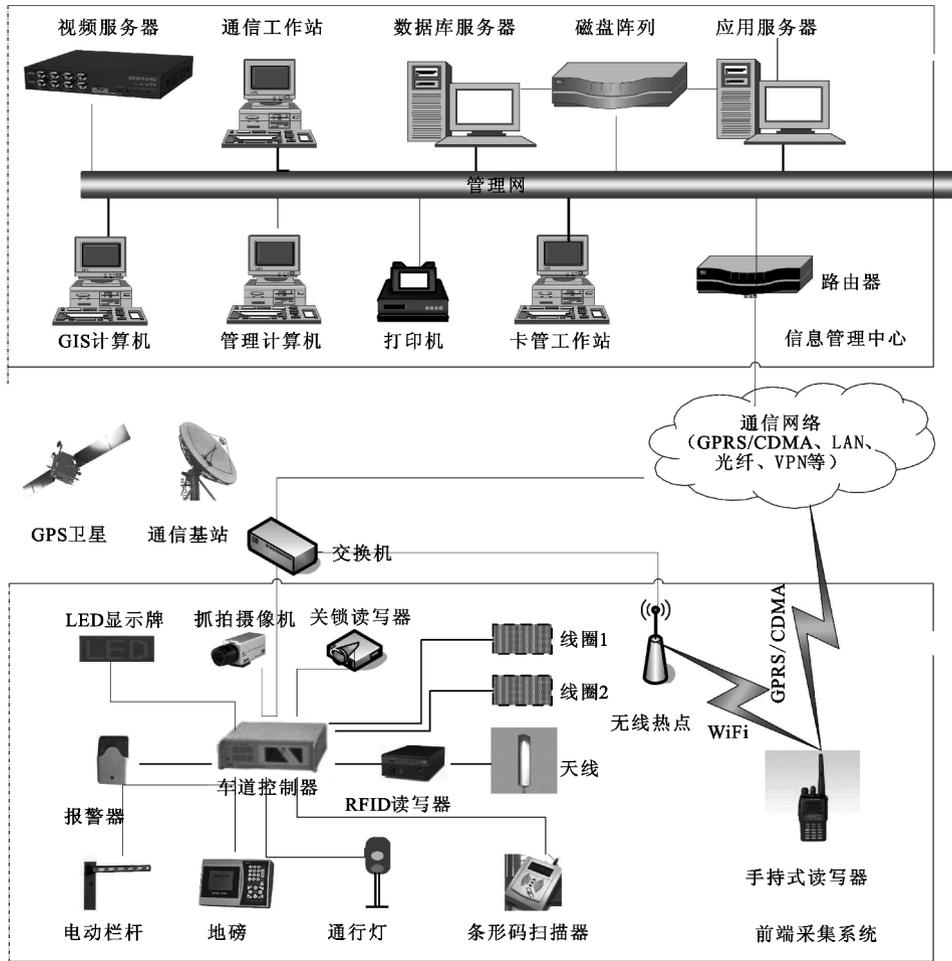


图 2 卡车和集装箱自动识别管理系统组成原理框图

Fig. 2 Principle diagram of the automatic identification management system for truck and container

信息管理中心是本系统的应用服务层，是系统的大脑和指挥、显示中心，它由服务器、工作站（含管理、通信、GIS 和卡管工作站）、操作计算机、交换机、显示屏、硬盘录像机、控制键盘、光端机和打印机等组成，实现数据和图像信息的存储、处理、控制和显示。

传输层是本系统内外信息交换的桥梁，由内部网络、公用通信网络（包括公用电话网、宽带网、移动通信网和卫星通信网等）等组成，这些通信网遵循各自的协议。内部网络由连接电缆（6 类线）及其接线端口（插件）、短程通信模块如 GPRS（General Packet Radio Service）或 Wi-Fi 等组成。

本系统的传感层由射频识别（RFID）、视频识别（VFID）、GPS、GIS、电子关锁、电子地磅和视频监控等组成，传感层将采集和识别的信息通过通信网络与信息管理中心进行信息交换。

本系统采用 RFID 采集安装在卡车上的无源电子标签（简称标签）识别地址（ID）号，并从中提取卡

车的号牌和集装箱的箱号信息；对未装标签的卡车或集装箱，采用 VFID 采集卡车和集装箱的图像信息，并从中提取卡车的号牌和集装箱的箱号信息^[3]；利用本系统智能控制器中的综合比对和过滤模块及其软件，对 RFID 和 VFID 分别提取的车牌号和箱号信息进行比对和过滤，判别其真伪。

特别指出的是，由于采用了 RFID 技术及其远距离标签，卡车和集装箱在通过园区卡口时，不用停车，就能完成数据信息交换，大大地提高了卡车和集装箱的通关速度，通关时间从 300 s 减少到 35 s。

RFID 和 VFID 技术各有优缺点，采用 RFID 技术，其识别率高达 99.95% 以上，但是它必须在卡车或装箱上安装标签；采用 VFID 技术，不需在卡车和集装箱上安装标签，但是受光照、污染的影响，其实际识别率约为 85%。

目前，摄像机的清晰度日益提高，像素已达 1 000 万以上，VFID 技术的识别率已有显著提高，可达到 90% 以上。系统将 RFID 和 VFID 两种技术综

合应用,发挥它们各自的优点。如果再结合多重比对方法,如称重、条码和电子关锁等识别技术,可进一步提高号牌和箱号的识别率及防伪能力。图3为RFID/VFID比对过滤分系统的设备配置图。

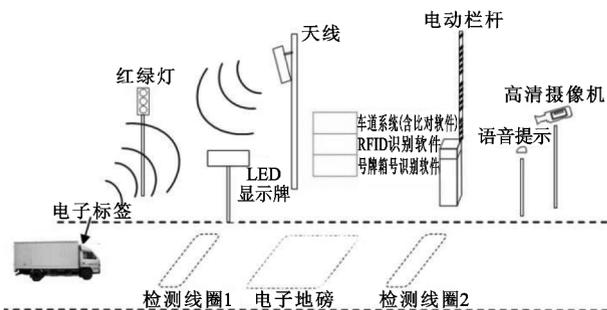


图3 RFID/VFID 比对过滤分系统设备配置图
Fig.3 Equipment configuration for RFID/VFID comparison and filtration subsystem

3.2 系统实现

每辆卡车配备两个超高频(UHF)标签,即电子车牌和司机卡,见图4;电子车牌具有防拆功能,安装在卡车前挡风玻璃内侧后视镜的下面,见图5;司机卡由司机随身携带。电子车牌和司机卡的存储器中分别存有不可更改的、全世界唯一的ID号。



图4 司机卡与电子车牌
Fig.4 Card for driver and electronic license plate



图5 标签安装位置
Fig.5 Installation position of electronic label

含有司机的相关信息(如姓名、车牌号等)。集装箱安装到卡车后,海关工作人员即将卡车司机的相关信息(含车牌号、集装箱的箱号)与电子车牌和司机卡的ID号、集装箱货物装箱清单等捆绑在一起,录入本系统的数据库中,只要识别到ID号,就能提取卡车和集装箱的相关信息,包括卡车的车牌号、集装箱的箱号和货物装箱清单信息。

本系统采集和识别到的号牌和箱号信息,由通信网络传到信息管理中心,经核实无误后,本系统向现场下达放行通知;如果核实有误,本系统下达拦截指令。

为满足海关提出的“多区一中心”和“港区联动”管理模式的要求,本系统利用现代监控技术、网络与通信技术、计算机处理技术和自动控制技术,构建了一个先进、实用、可靠的保税区海关联网监管系统。本系统采用多种通信手段,将各园区、港口与管理中心联网;在管理中心配有GIS工作站和显示屏,通过综合化系统集成及其管理软件,实现海关的管理要求,对转关的卡车和集装箱行驶,进行全程跟踪监控和可视化管理,发现和防范货物在运输途中偷卸、被盗等情况的发生,还可防伪和报警。通过这种管理模式,整合了资源,减少了服务器、磁盘阵列、管理工作站等资源投入,同时降低了系统的维护成本,也节约了人力资源。

4 解决的技术问题

为了提高系统的先进性,尤其是系统的效率和防伪能力,在研发过程中突破了以下关键技术,开发出了国家重点新产品和发明专利产品。

4.1 标签的防伪、识别距离的提高和可贴于金属表面的设计技术

(1) 标签防伪技术

电子车牌(司机卡)中的芯片存储器内存有ID号,出厂前已锁死,不能更改,全世界唯一。在芯片存储器的用户区内设计有高强度的加密算法和加密码;选用脆性瓷片作标签微带天线的基片,标签贴到卡车挡风玻璃后,不能拆卸,一拆即坏;利用加密、防拆和ID号的唯一性,实现卡车与标签之间的唯一对应关系^[4],称为“车/卡唯一对应”,达到防拆和防伪的目的。

(2) 提高标签识别距离和可贴于金属表面的设计技术

设计的标签微带天线采用非对称(两振子臂长

卡车司机的驾驶证上贴有条码(简称“证码”),

不等)、变异(折弯)和梯形匹配带线,同时微带天线与金属之间留有较小的间隙,获得较高天线增益,并且保证能贴于金属表面,从而实现了识别距离的增加和标签体积的减小。

(3) 标签的小型化及抗金属干扰的设计技术

采用高介电常数、高导磁率的薄型隔离材料隔离金属的影响,进一步缩小标签体积,从而可应用于小型金属设备(如石油钻头、枪支)中。

目前,在本系统中常用的标签主要有 3 种:一是可贴于卡车车牌金属表面的条形远距离标签,识别距离大于 24 m;二是安装在卡车挡风玻璃内侧的陶瓷基片的防拆标签,识别距离大于 12 m;三是小型抗金属标签,识别距离大于 4 m,体积小于 8mm × 10 mm × 50 mm。

该类产品的先后获得国家科技部颁发的国家重点新产品证书(证书号:2005ED81003)和国家专利局颁发的发明专利证书(专利号:ZL 2010 0563833.0)。该产品在国内同行业中处于领先水平。

4.2 未安装标签的车辆信息采集和自动识别技术

对安装标签的卡车,本系统通过 RFID 技术来采集标签数据信息;对未安装标签的卡车,如何采集和自动识别它们的信息呢?

在高清摄像机中嵌入视频识别(VFID)模块及其号牌识别软件,VFID 模块通过摄像机,采集卡车和集装箱的图像信息,利用号牌识别软件,提取车牌号和箱号信息;利用嵌入在智能车道控制器中的 RFID/VFID 综合比对过滤模块及其软件,将两种传感源提取的信息进行综合比对过滤,不论卡车和集装箱上是否装有标签,都能完成对它们的自动识别,同时滤除多径干扰,判别其真伪。

针对这种需求,自主开发出来的 RFID/VFID 综合比对过滤模块及其算法软件获得国家专利局颁发的发明专利证书(专利号:ZL 2012100125277)。这些硬件和软件,在国内都处于领先水平。

4.3 全程跟踪监控和可视化管理技术

系统采用电子关锁对货物进行全程的跟踪监控与可视化管理。电子关锁内置有 GPS 模块、GPRS 模块、加密的微控制器和标签,电子关锁采用 TCP/IP 协议,通过手机和移动通信网络,与信息管理中心进行信息交换。管理员按预先规定的行驶路线、行驶时间以及信息回传间隔,对电子关锁进行设置;信息管理中心通过电子地图(GIS),实时跟踪、监控、显示货物的行驶路线,如果偏离、超时或擅自开

锁,电子关锁都会报警。

货物到达目的地后,管理员通过专用手持 RFID 读写终端,读取标签的信息,如果无误,读写终端会通过 GPRS 模块给电子关锁的微控制器发出开锁信号,打开电子关锁;否则,不能打开关锁,并发出报警。

5 系统应用情况及应用前景

采用本系统,有利于实现“多区一中心”和“港区联动”的管理模式,提高物流园区信息化管理水平和企业货物的转运速度。这种管理模式在国内属领先水平,采用本系统的专利技术,不论运载卡车(集装箱)上是否装有电子标签,都能完成对它的自动识别管理;采用本系统的电子关锁技术,对卡车和集装箱的行驶路线进行全程跟踪监控和可视化管理,防止不法车主在转运途中偷换货物。

当前,我国在 16 个城市(地区)建立了园区,它们为当地的经济发挥了重要的作用。以成都为例,至 2013 年底,仅高新园区进出口总额超过 270 亿美元,在全国综保区中排名第三,西部排名第一。国内最大的内陆集装箱港——青白江铁路集装箱中心站,2013 年 4 月发出了第一列蓉欧快铁列车,14 天到达波兰;周边地区、北京、上海、广州、深圳都来赶集运货。

同时,集装箱是军事、工业和商品物流的重要载体。我国是全球最大的集装箱生产国,使用集装箱数量占全球总量的 1/4。到 2011 年为止,全国港口集装箱吞吐量已达到 1.62 亿标准箱,上海港以 3 150 万标准箱排名世界第一。面对日益增长的集装箱吞吐量,集装箱港口必须运用物联网关键技术,建设智慧集装箱港口。

我国现有 32 个省级城市、20 个最重要铁路枢纽、61 个沿海和内河港口,它们都要建立集装箱码头(集散中心),为本系统提供了巨大的市场需求和广阔的应用前景。

6 结束语

本文介绍的基于 RFID 和 VFID 物联网技术已应用于卡车和集装箱自动识别管理系统中。据媒体报道,至 2013 年底,成都海关率先在国内实现了“八区一中心”和“港区联动”的先进管理模式建设,包括成都高新西区双流航空港、青白江集装箱集散中心、宜宾河运港、遂宁铁路港等。成都海关采用本系统后,通关时间由 300 s 以上降低到最低的 35 s。

如果车辆和集装箱上没安装标签,系统仅靠 VFID 技术对车辆和集装箱和油罐车进管理,其识别率目前只能达到 95% 左右,在军事物流领域应用会受到限制,所以进一步提高摄像机的清晰度和研究视频图像处理算法是非常重要的。

本文所述系统可向其他海关综合保税物流园区、军事物流^[5]和石油领域推广应用,对军事运输车辆和集装箱和油罐车进行自动识别管理。

参考文献:

- [1] 李元忠,杨波,叶飞,等. 物联网关键技术在综合保税物流园区管理中的应用——自动识别管理系统简介[J]. 物流技术,2011(12):58-60.
LI Yuan-zhong, YANG bo, YE Fei, et al. Based on the core technology of things Comprehensive Bonded Logistics Park Management System—Brief Introduction to Automatic Identification Management System[J]. Logistics Technology, 2011(12):58-60. (in Chinese)
- [2] 李元忠,刘影,董婷婷. 企业车辆和物资自动识别管理系统简介—射频识别技术在企业物流管理中的应用[J]. 物流技术,2010(1):23-25.
LI Yuan-zhong, LIU Ying, DONG Ting-ting. Brief Introduction to Automatic Identification of Vehicle and Supplies —The application of RFID in Management of Enterprise logistics[J]. Logistics Technology, 2010(1):23-25. (in Chinese)
- [3] 李元忠,黄黎明,马勇. 车辆自动识别系统移动站及其在城市交通监管中的应用[J]. 电讯技术,2003,43(3):112-115.
LI Yuan-zhong, HUANG Li-ming, MA Yong. The Mobile Station of Automatic Vehicle Identification System and its Application in Monitoring and Management of City Traffic [J]. Telecommunication Engineering, 2003, 43(3):112-115. (in Chinese)
- [4] 黄鹏,杨云志,李元忠. “物联网”推动 RFID 技术和通信网络的发展[J]. 电讯技术,2010,50(3):85-89.
HUANG Peng, YANG Yun-zhi, LI Yuan-zhong. “Internet of Things” Promote the Development of RFID Technology and Communications Network[J]. Telecommunication Engineering, 2010, 50(3):85-89. (in Chinese)

- [5] 马勇,朱宏,杨云志,等. 射频识别技术在军事物流领域的应用[J]. 电讯技术,2008,48(9):119-122.
MA Yong, ZHU Hong, YANG Yun-zhi, et al. Application of RFID Technology in Military Logistics Field[J]. Telecommunication Engineering, 2008, 48(9):119-122. (in Chinese)

作者简介:



周永(1979—),男,四川简阳人,2001年于西南师范大学获计算机教育专业学士学位,2009年于电子科技大学获软件工程硕士学位,现为讲师、西南石油大学计算机科学学院物联网工程教研室主任,主要研究方向为软件工程与物联网应用;

ZHOU Yong was born in Jianyang, Sichuan Province, in 1979. He received the B. S. degree from Southwest China Normal University and the M. S. degree from University of Electronic Science and Technology of China in 2001 and 2009, respectively. He is now a lecturer. His research concerns software engineering and application of Internet of Things.

Email: justhelp@163. com

杨云志(1967—),男,重庆人,博士,研究员,主要从事系统工程、航空电子、目标识别等方面的研究工作;

YANG Yun-zhi was born in Chongqing, in 1967. He is now a senior engineer of professor with the Ph. D. degree. His research concerns system engineering, avionics and object identification.

李元忠(1940—),男,高级工程师,四川新源现代智能科技有限公司总工程师、物联网工程专业客座教授、特约研究员,主要研究领域为物联网及其系统设备和电子标签设计,已发表论文 30 余篇;

LI Yuan-zhong was born in 1940. He is now a senior engineer of professor. His research concerns Internet of Things and electronic label design. He has published more than 30 papers.

朱宏(1972—),男,四川仁寿人,1996年于四川大学应用物理系获硕士学位,现为工程师,主要研究方向为车辆自动识别系统和电子收费系统等方面的软件设计。

ZHU Hong was born in Renshou, Sichuan Province, in 1972. He received the M. S. degree from Sichuan University in 1996. He is now an engineer. His research concerns software design for vehicle autoidentification system and electronic toll system.