

渔业执法系统中长距离 ZigBee 设计与实现

于飞 张鹏 贺瑞

(青岛科技大学 自动化与电子工程学院 青岛 266042)

摘要: 为了适应渔业远距离射频通信,提出了基于北斗导航系统和远距离 ZigBee 射频技术的渔业执法系统设计。采用超低功耗控制器 Atmel 公司的 AT86RF230,有效解决了 ZigBee 传输距离过短的弊端,拓宽了射频识别系统的应用范围。测试结果表明,该系统运行稳定可靠、数据收发准确、识别距离增大、定位准确性高,整体性能得到明显提高。

关键词: 渔业;北斗导航系统; ZigBee; AT86RF230

中图分类号: TP23 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8060

The design and implementation of fisheries enforcement system in long distance ZigBee

Yu Fei Zhang Peng He Rui

(College of Automation and Electronic Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: In order to adapt to the fishery remote radio frequency communication, this paper puts forward a fishery enforcement system based on the remote ZigBee design and BeiDou Navigation Satellite System. Ultra-low-power controller adopted Atmel product AT86RF230 effectively solves the disadvantages of the traditional remote RFID and broadens the application of RFID system. Test results show that the system runs stably and reliably, sending and receiving data accurately, increasing identification distances, which improves the overall performance obviously.

Keywords: fishery; BDS; ZigBee; AT86RF23

1 引言

ZigBee 技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低成本的双向无线通信技术^[1]。主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据传输的应用。ZigBee 点对点之间的通信只有 0~75 m,再加上制造工艺和环境的影响,其通信距离更是难以保障。

目前中国自主发展运行的北斗卫星导航系统在渔业中得到了广泛运用。为了方便对渔船的管理和调度,需要 3 km 左右的远距离 ZigBee 通信。本文提出基于长距离 ZigBee 的渔业执法系统,该系统可以帮助渔民在海上收发信息保障渔民安全,还有助于执法船的海上执法。

2 北斗导航系统在渔业执法系统中的应用

近年来随着科技的发展,北斗卫星导航系统(BeiDou navigation satellite system, BDS)已经成为继美国全球定位系统(GPS)、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统(GLONASS)

之后第 3 个成熟的卫星导航系统。在我国,越来越多的领域使用了这种拥有自主知识产权的卫星导航系统。装备了北斗卫星海洋渔业船载信息终端的海上渔船就可以向手机收发短信、定位、导航、显示海图、报警求救、获取市场信息,从而保障了海洋渔业生产安全^[2]。提出的渔业执法系统就是基于北斗导航系统开发的,系统示意图如图 1 所示。

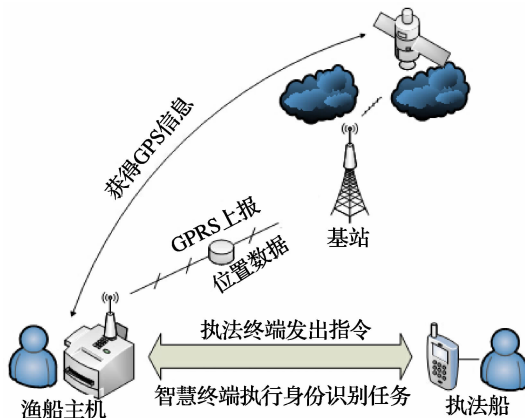


图1 渔业执法系统示意

3 系统设计

3.1 主机接口设计

船载主机终端需要与北斗导航系统交互得到北斗 ID、定位数据和时间数据,再将这些得到的数据经行处理打包,

通过 GPRS 发送给地面上的控制中心^[3]。渔船在海上航行期间还需要定期或者不定期的接受海上执法船的身份识别,执法人员可以通过执法终端和渔船主机上配置的远程 ZigBee 模块判断船舶标识身份,来保证海上渔民安全。

主机接口定义如表 1 所示。

表 1 渔船主机接口定义

| 部件 | 接口代号 | 名称 | 标识 | 说明 |
|----|------|--------------|----------|-----------------|
| 主机 | ZJ1 | 船载终端显控单元接口 | 显控单元 | 主机固定连接伸出,连接显控单元 |
| | ZJ2 | GSM 天线接口 | GSM/CDMA | 连接 GSM 天线 |
| | ZJ3 | ZigBee 天线接口 | ZigBee | 连接 ZigBee 天线 |
| | ZJ4 | 验证指示灯接口 | LED | 验证指示灯电源、信号线接口 |
| | ZJ5 | 船载终端定位通信单元接口 | 定位通信单元 | 连接定位通信单元组合线缆 |

3.2 北斗导航通信

主机通过北斗导航系统与卫星通信,北斗导航系统与船载主机交换地理信息位置格式如表 2 所示。

表 2 数据交换格式

| 指令 | 长度 | 用户地址 | 信息内容 | 校验和 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| GPS 信息 \$GPSX | 16 bit | 23 bit | ... | 8 bit |
| 信息内容 | | | | |
| 时间 | 经度 | 纬度 | 高度 | 速度 |
| 48 bit | 40 bit | 40 bit | 16 bit | 16 bit |
| 信息内容 | | | | |
| 方向 | 卫星数 | 状态 | 精度 | 误差 |
| 16 bit | 8 bit | 8 bit | 8 bit | 16 bit |

3.3 GPRS 通信设计

主机每隔 5 min 搜索 GPRS 信号 1 次,当连续搜索 3 次的信号强度弱或无信号时,等待 2 h 后再次搜索。当主机搜索到 GPRS 信号时,向主机内存储的 GPRS 指定地址发送连接请求,如果指定地址 10 s 内不响应连接请求,则本次连接失败。连接失败时,等待 5 min 后再次发起连接请求,连续 3 次连接失败则不再进行连接尝试。无信号或信号弱时,不发出连接请求^[4]。

3.4 ZigBee 通信设计

主机 ZigBee 模块默认为休眠状态,等待执法终端 ZigBee 模块的唤醒信号。收到唤醒信号后,主机 ZigBee 模块退出休眠状态,开始执行身份识别任务。完成身份识别后 ZigBee 模块进入休眠状态,等待下次被唤醒^[5]。

在渔船管理系统中,渔船上的主机具备 GPRS 移动网络数据通信功能和 ZigBee 无线通信功能。ZigBee 模块可执行身份识别任务,主机向执法终端发送本船标识,从而使执法终端判断其身份是否与预期一致,从而达到快速执法的功能。采用渔船管理系统不仅能保证

渔船出海安全及时通报海上安全而且还能帮助执法人员快速执法,极大的保证了海上合法渔船的安全和权益。虽然上报技术 GPRS 的技术已经非常成熟,海上执法一般距离在 3 km 及以内,但是 ZigBee 技术主要还是在短距离通信中应用,一般范围在 0~75m,远远不能满足海上执法的需求。提出基于 AT86RF230 射频模块的远距离 ZigBee 通信模块,有效的增加了通信距离和通信的可靠性^[6]。

4 长距离 ZigBee 设计和实现

4.1 ZigBee 系统设计

选取了 ATMEL 公司 AT86RF230 作为射频芯片,本射频放大器低功耗、高灵敏度并且内部集成 IEEE 802.15.4 / ZigBee OEM 模块。此模块基于最新的 Atmel MUC 无线硬件平台,功率放大器和低噪声参量放大器。它提供了无与伦比的射频表现,超低功耗和易于集成。ZigBee 模块设计的系统如图 2 所示。

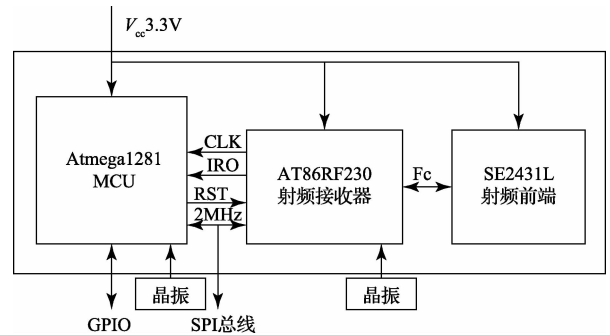


图 2 ZigBee 模块系统

AT86RF230 是与 ZigBee/IEEE802.15.4 兼容的无线射频收发芯片。它工作在 2.4 GHz ISM 频段,拥有 104 dB 链路预算,−101 dB 的接收灵敏度和 3 dB 的传输功率,从

而减少网络中所需节点设备的总数,大大降低了 IEEE 802.15.4 系统的组网成本。发射模式下电流消耗为

17 mA,接收模式下为 15 mA,睡眠模式下仅为 0.7 μ A。AT86RF230 的外围电路如 3 所示。

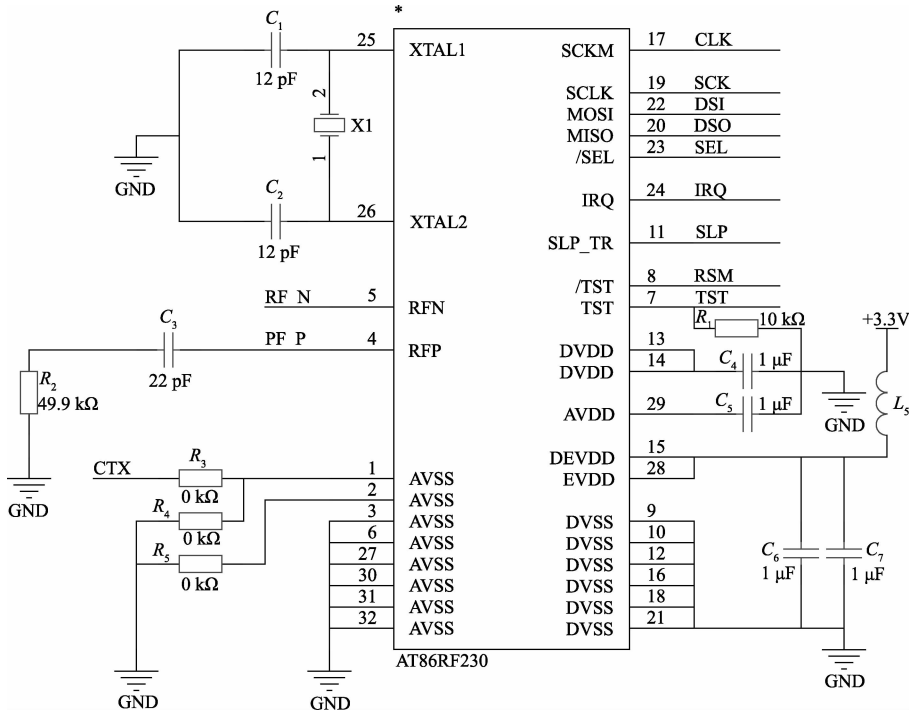


图 3 AT86RF230 的外围电路

本设计采用的 MCU 为 ATmega1281, ATmega1281 是一款 AVR 公司的具有 128 KB 程序内存,8KRAM 的低功耗高性能微处理器,AT86RF230 与 MCU 具体硬件连接如图 4 所示。

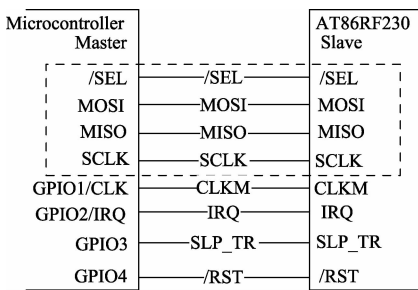


图 4 AT86RF230 与 MCU 硬件连接

4.2 天线设计

高频信号在 ZigBee 模块设计中尤为重要,它不仅影响 ZigBee 通信距离还会影响到模块的通信质量。因此,高频信号输出的设计成为了 ZigBee 模块设计的关键。

本文使用的是半波偶极子天线,偶极子天线属平衡型天线,而同轴电缆属于不平衡传输线,若将其直接连接,则同轴电缆的外皮就有高频电流流过,影响天线的辐射。因此就要在天线和电缆之间加入巴伦(平衡-不平衡变换器),把振子流过电缆屏蔽层外皮的高频电流截断^[7]。这里使用的是 HHM1521,其电路图如图 5 所示。

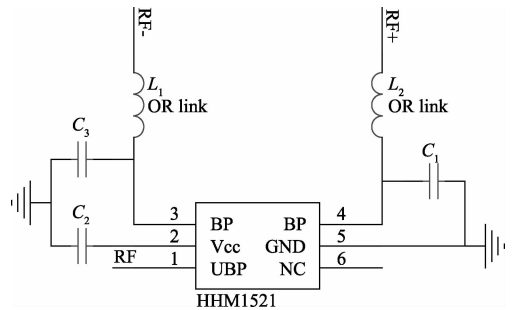


图 5 HHM1521 的电路

4.3 ZigBee 网络的软件设计

ZigBee 发送数据流程图如图 6 所示。

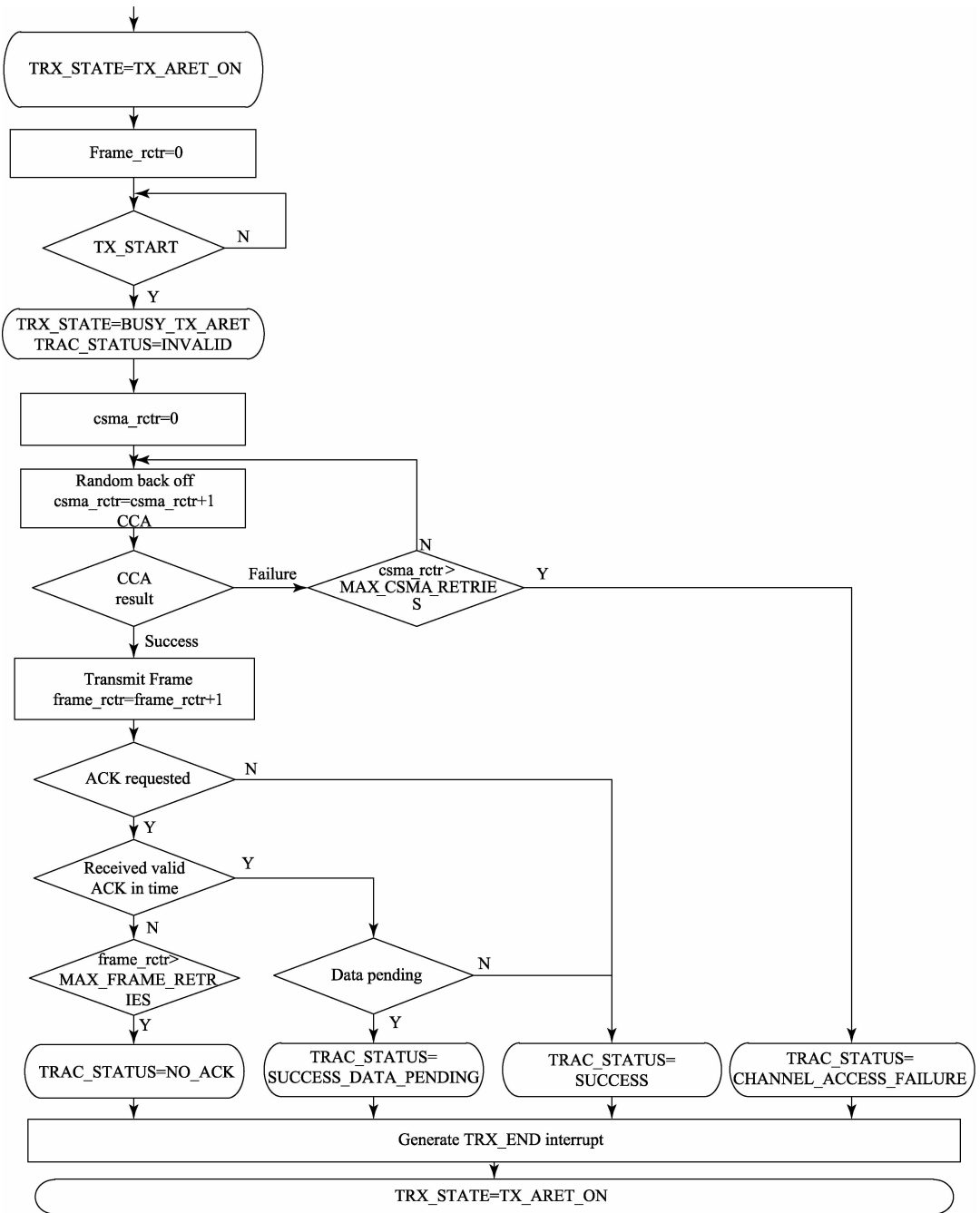


图 6 ZigBee 发送数据程序流程

5 射频性能测试

5.1 测试标准及其测试环境

- 1) RSSI ≥ 98 dBm;
 - 2) 丢包率不超过 5%;
 - 3) 同一地点测试 3 次全满足 1) 和 2) 条件。
- 测试环境如表 3 所示。

表 3 测试情况

| 测试当天情况 | |
|--------|----------|
| 测试地点 | 海边 |
| 当天天气 | 晴朗 |
| 当天温度 | 20℃ |
| 风向风力 | 北风 5~6 级 |

5.2 测试结果

测试结果如表 4 所示。ZigBee 模块(带 PA)外接 2dBi 天线:3 700 m。本文提出的 ZigBee 模块默认为休眠状态,等待执法终端 ZigBee 模块的唤醒信号。收到唤醒信号后,主机 ZigBee 模块退出休眠状态,开始执行身份识别任务。完成身份识别后 ZigBee 模块进入休眠状态,等待下次被唤醒。此模块符合 IEEE 802.15.4 规范和 ZigBeePRO 标准,拥有极其出色的射频性能、极低的功耗,非常易于用户集成^[8]。

表 4 测试结果

| 环境(带 PA) | 测试距离/m |
|----------|--------|
| 室内房间(有墙) | 950 |
| 树林 | 1500 |
| 楼宇间 | 2200 |
| 空旷的海边 | 3700 |

6 渔船主机系统软件设计

主机系统的设计要求 GPRS 和 ZigBee 信号之间无干扰。并且渔船主机只响应与本机存储的“执法终端 MAC 地址”中一致的 MAC 地址传送来的唤醒指令,执法终端只响应与本机存储的“终端 MAC 地址”中一致的 MAC 地址传送来的指令。

主机 ZigBee 模块默认为休眠状态,等待执法终端 ZigBee 模块的唤醒信号。收到唤醒信号后,主机 ZigBee 模块退出休眠状态,开始执行身份识别任务。完成身份识别后 ZigBee 模块进入休眠状态,等待下次被唤醒^[9]。

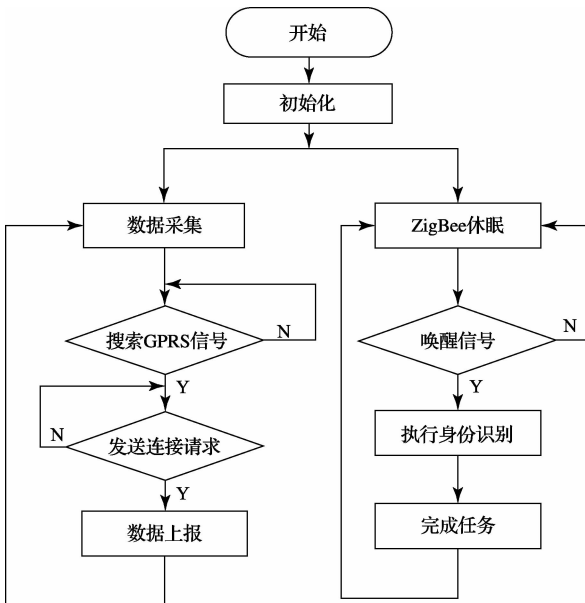


图 7 主机终端程序流程

次的信号强度弱或无信号时,等待 2 h 后再次搜索。当主机搜索到 GPRS 信号时,向主机内存储的 GPRS 指定地址发送连接请求,如果指定地址 10 s 内不响应连接请求,则本次连接失败。连接失败时,等待 5 min 后再次发起连接请求,连续 3 次连接失败则不再进行连接尝试。无信号或信号弱时,不发出连接请求^[10]。主机终端程序流程,如图 7 所示。

实物系统图片如图 8 所示。



图 8 主机终端实拍

用户界面如图 9 所示。

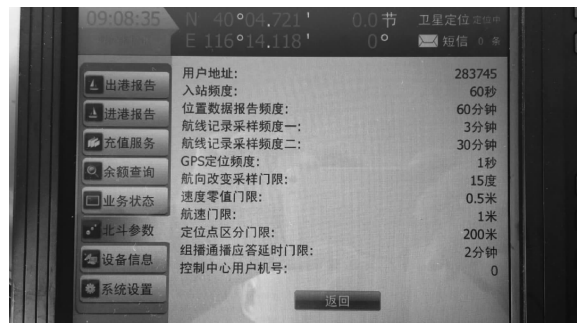


图 9 用户界面

7 结 论

远距离 ZigBee 技术的出现使得渔政执法船以及海上渔船安装普通型北斗海洋渔业车载终端,组成移动指挥管理系统,该系统实现渔政执法船在海上航行执法下移动指挥管理。通过本系统长距离 ZigBee 模块可实时接收远近距离安装有北斗海洋渔业车载终端设备的渔船的位置、紧急报警信息,实现紧急情况下的遇险搜救及联络。

参考文献

- [1] 李文仲,段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] 刘丹,强晓春,田银枝. 卫星导航定位与北斗系统应用[M]. 北京:测绘出版社,2014,145-146.
- [3] 司海飞,杨忠,王裙. 无线传感器网络研究现状与应用[J]. 机电工程,2011,28(1):16-37.

主机每隔 5 min 搜索 GPRS 信号 1 次,当连续搜索 3

- [4] 周岭松,余春暄. 基于 ZigBee 技术的温湿度控制系统[J]. 电子测量技术, 2011, 34(6): 47-50.
- [5] LIH, JIAZHN, XUEXF. Application and analysis of ZigBee security services specification[C]. Networks Security Wireless Communications and Trusted Computing (NSWCTC), 2010 Second International Conference on. IEEE, 2010, 2: 494-497.
- [6] 杨秀蔚. 基于 ZigBee 的工业测控网络构建问题研究[D]. 济南: 山东轻工业学院, 2012.
- [7] 章坚武, 张璐, 应瑛, 等. 基于 ZigBee 的 RSSI 测距研究[J]. 传感技术学报, 2009, 22(2): 285-288.
- [8] 张旭日. 基于 ZigBee 的温度无线传感器的监测信息

管理系统[D]. 长春: 吉林大学, 2011.

- [9] 于海斌, 曾鹏, 梁华. 智能无线传感器网络系统[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 313-315.
- [10] 曾勤波, 周文胜, 李军, 等. 卫星导航定位与北斗系统应用[M]. 北京: 测绘出版社, 2014: 293-296.

作者简介

于飞, 工学博士, 教授。主要研究方向为神经网络、智能控制、故障诊断等。

张鹏, 研究生硕士。主要研究方向为控制科学与工程。

贺瑞, 研究生硕士。主要研究方向为控制科学与工程。

(上接第 122 页)

5 结 论

WebGL 是新一代 Web3D 技术, 也是时下非常流行的三维网页技术, 再加上 HTML5 与之紧密配合, 未来一定是三维网页应用的趋势。

主要探讨了三维平台的搭建和各功能模块的设计与实现, 并对平台的浏览器兼容性和模型载入时间进行了测试。最后得到一个用户界面友好, 交互效果较好且运行流畅的交互平台。关于 WebGL 和 HTML5 在国内目前的探讨和研究还不是很多, 可以说是比较前沿的技术。希望通过这些研究和实践, 能够为开发者带来一定的借鉴意义。

参考文献

- [1] 朱文. 基于 HTML5Canvas 技术的在线图像处理方法的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [2] 曾蓉, 许永辉. 基于 TMS320DM642 的嵌入式 Web 服务器设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(5): 72-77.
- [3] 方强. 基于 WebGL 的 3D 图形引擎设计与实现[D]. 安徽: 安徽大学, 2013.
- [4] ALEXERY D, 代沅兴, 李兴, 等. 基于 HTML5 与 WebGL 的机器人 3D 环境下的运动学仿真[J]. 东北大学学报, 2014, 35(4): 564-568.
- [5] 甄彤, 桑俊杰, 肖乐. WebGL 技术在粮温监控中的应

用[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2014, 35(1): 96-99.

- [6] 高辰飞. 基于 WebGL 的海洋样品三维可视化的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- [7] 王腾飞, 刘俊男, 周更新. 基于 Threejs3D 引擎的三维网页加密与实现[J]. 企业技术开发, 2014, 33(2): 79-80.
- [8] DIRKSEN J. Learning Three.js: The JavaScript 3D Library for WebGL [M]. Packt Publishing Ltd, 2013.
- [9] 吴宗卓. 三维交互式显示技术应用研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2014.
- [10] 左正, 胡昱, 段云岭, 等. 基于第 5 代 HTML 标准的拱坝工程三维可视化网络平台[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2014, 26(4): 1-66.

作者简介

汪浩, 1989 年出生, 硕士研究生。主要研究方向为三维交互设计。

E-mail: whahu1989@163.com

田丰(通讯作者), 博士, 讲师。主要研究方向为影视技术。

E-mail: ouman@shu.edu.cn