

基于 ZigBee 网络和超声定位的智能跟随小车

任博雅, 赵白鹤, 李怡蓓

(哈尔滨工业大学 英才学院, 哈尔滨 150001)

摘要: 基于成熟的 IEEE802.15.4 协议和 ZigBee 无线模块, 结合超声定位, 设计了一种新颖的智能跟随系统; 设计的核心为 PIC18F4620 单片机和 MRF24J40MA 无线收发模块, 通过无线收发来完成节点间的识别与同步, 同时以超声测距系统完成对被跟踪目标的定位, 通过控制驱动电机动作实现对指定目标的定距离跟随; 控制网络以子网的形式控制不同系统的分时定位跟随, 同时管理各移动定位系统的入网和切换; 样机测试结果表明系统达到了预期的跟随设计要求, 具有一定的工程使用价值。

关键词: ZigBee; 网络; 智能跟随; 超声探测; 跟随小车

Intelligently Tracking Car Based on Zigbee Network and Ultrasonic Sensor

Ren Boya, Zhao Baige, Li Yibei

(Harbin Institute of Technology Honors School, Harbin 150001, China)

Abstract: A novel intelligently tracking car is presented in this paper, based on IEEE Standard 802.15.4, Zigbee wireless module and ultrasonic sensors. The system is designed based on the PIC18F4620 micro-controller and MRF24J40MA RF Transceiver Module. The system uses RF Communication for the identification and synchronization of nodes, and ultrasonic module for distance measurement and positioning, thus controlling the motors in the car to track the specific target at a certain distance. The control network is composed of sub-nets to control different systems using time-division strategy. Meanwhile, the network is responsible for managing accessing of new systems and switching between sub-nets. Test results prove that the designed system is reasonable for intelligently tracking, and is useful in practical engineering.

keywords: Zigbee; network; automatically tracking; ultrasonic detecting; tracking car

0 引言

移动机器人自诞生起, 就被广泛的应用于航天、军事、工业生产等诸多领域。随着科学技术的发展, 移动机器人也朝着小型化和智能化的方向发展。近年来, 一些具有自动操作及智能决策功能的轮式移动机器人正逐步兴起, 而且有着取代传统机械小车的趋势。对于可对移动目标自动跟随智能机器人, 在机场的行李搬运, 工厂材料运输, 以及家庭个人产品等均有着广泛的应用前景^[1]。且如果多套系统可以在同一区域内同时使用, 将极大地提高效率, 节省人类劳动, 较之传统的固定路线机器人也更方便灵活^[2]。

如今市场上已经存在一些具有自主巡线功能的移动小车类产品, 但是它们在小车的负载与定目标跟随方面考虑甚少, 且跟随效果较差, 行驶路径单一, 多套系统间的干扰问题也不能很好的解决^[3]。

文章中所介绍的对被跟随目标进行跟踪定位的系统应用环境为室内环境, 具有信号干扰大、人员密度大、空间狭小等特点, 因此需要目标精度高、准确性强、响应快的室内定位跟踪技术。常用的室内定位技术如图像识别和 Wi-Fi 定位等, 成本高, 精度差, 且难以推广^[4]。与此相比, 超声定位具有精度高、稳定性好, 成本低等优点, 在小范围相对位置的确定上具有优势, 因此非常适用于室内跟踪目标。

为此, 文章提出了一种采用 ZigBee 技术和超声波定位的

智能跟随系统。该系统通过网络控制, 实现在室内环境下的智能自动跟随, 综合运用了传感器技术、无线通信技术^[7-9]、综合控制, 机械电子及相关硬件设计。整个设计自动化程度高, 自持能力强, 成本低, 便于推广, 可应用于实际生活中的许多场合。文章详细介绍了智能跟随小车的总体设计、软硬件设计等内容, 最后进行了样机的实验测试。实验结果证明了设计的可行性, 对相关研究人员有一定的参考价值。

1 智能跟随小车设计方案

所设计的智能小车跟随方案的总体设计如图 1 所示。

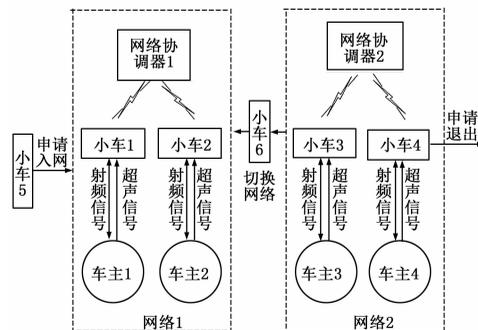


图1 智能小车跟随方案总体设计框图

设计的基本思想和要点如下。

1) 人车匹配:

车主随身携带一个被跟踪目标信号发射装置(即跟踪卡), 跟踪卡和智能跟随小车之间采用 ZigBee 无线通信, 通过 MAC 地址确定小车和车主的唯一匹配。即跟随小车只对具有特定 MAC 地址的车主进行单一目标的定距离自动跟随。

收稿日期: 2014-10-11; 修回日期: 2015-03-19。

基金项目: 大学生创新创业计划(201306100)。

作者简介: 任博雅(1992-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 主要从事通信工程方向的研究。

2) 超声探测:

系统采用收发分离超声测距模块,收发装置分别置于跟踪卡 and 对应小车上,结合网络通信模块对与车主相对位置进行检测。距离过大时小车加速跟进,距离过小时减速或后退,并可在车主偏离行驶方向时自动转向跟踪。

3) 网络控制:

控制网络构建若干子网,子网内部由网络协调器控制若干跟随系统控制的分时探测,同时控制新系统入网及跟随系统在网间切换。通过子网之间的可靠切换,确保跟随小车在全域内的可靠控制。

2 跟随系统的硬件设计

2.1 跟随系统的硬件结构

智能跟随系统的整体结构如图 2 所示,小车由电源,处理器,网络通信模块,超声接收器和 4 组驱动电机组成;跟踪卡由电源,处理器,网络通信模块和超声发射器组成。

2.2 主处理器

较高的处理器速度有助于减少程序延时,提高测距精度。为此,智能跟随系统的主处理器采用指令速度高达 10 MHz 的 PIC18F4620 单片机,可以满足系统要求。同时,其增强型 CPP 模块可用于较高要求的 PWM 输出,主控同步串行口模块与网络通信模块完全对接。

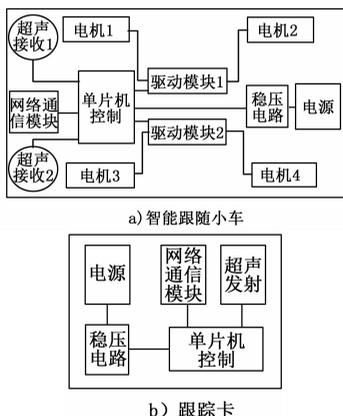


图 2 智能跟随系统的设计结构图

2.3 网络通信模块

网络通信模块采用 IEEE802.15.4 标准的 MRF24J40MA 无线收发器,该模块以 MRF24J40 芯片为核心,在硬件上集成了 CSMA-CA 机制、自动 ACK 以及 FCS 检查等功能,支持所有 CCA 模式、RSS/LQI 和数据包自动重发。模块通过 4 线 SPI 接口与主处理器进行通信。

当接收端接收到符合 IEEE802.15.4 的前导头时,将解析整个包进行地址匹配和 CRC 校验,若匹配则接收并返回应答,否则将拒收包。据此通过对射频信号数据帧的设计来实现相关控制功能。

另外,为了避免与已有的室内 WiFi 信号冲突,系统选择工作在通道 11 (2.405 GHz) 频段。

2.4 超声测距定位系统

超声定位系统由于采用收发分离式测距,需要跟随小车与跟踪卡之间进行通信来完成计时同步等功能。

在跟随小车正前方左右对称位置分别安装两个超声接收模

块,根据两接收器的测距值通过定位算法获知被跟踪目标的相对方位,进而控制驱动模块对小车的行为进行控制,达到较好的跟随效果。

2.5 电机驱动系统

电机驱动系统采用以两片 L298N 芯片为核心的专用电机驱动模块,响应频率高稳定性强。每片 L298N 可以控制小车一侧两个直流电机。电机的调速由单片机内置 CCP 模块产生 PWM 信号来完成,通过差速控制方案来控制小车的转向。

同时,该模块内置稳压电路,其 5 V 直流电压输出可以作为其他各模块的电源。

3 跟随小车的软件与网络控制

3.1 系统控制

自动跟随系统采用射频信号实现计时同步,结合超声时延测距实现目标定位,进而控制电机实现精确跟随。控制网构建若干子网,子网内部由网络协调器控制若干跟随系统控制的分时探测。同时控制新系统入网及系统在网间切换。系统通过测量不同网络协调器的信号强度,来选择子网。

3.2 智能跟随小车控制流程图

各个网络节点进行通信时,要进行空闲通道评估 (CCA),仅当检测到具备 IEEE 802.15.4 的调制和传播特性、且能量高于 ED 阈值的信号时,才报告介质忙碌。通信采用应答机制 (ACK),当接收端收到包时,硬件将自动发应答帧至发送端表明发送成功。如发送失败或超过等待时间未收到应答帧将重发。

跟踪卡与跟随小车的通讯与控制采用周期扫描方式,每个探测周期开始时,小车发送射频 (RF) 信号,收到应答时定时器开始计时,同时跟踪卡收到 RF 信号时发射超声信号。当小车收到超声时停止计时。忽略电磁传播时间以及软件延时,进而以定时器两次记录差值进行距离求算,单次扫描控制流程如图 3 所示。

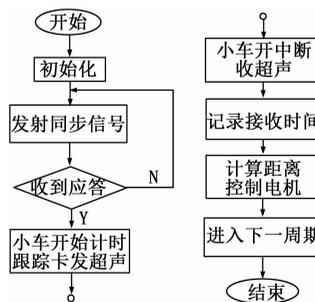


图 3 单车模型控制流程图

在小车前端对称放置两个超声接收器,每个周期内将两个接收器测得距离值进行比较。若距离值的差值大于误差范围,则判断目标位置偏离正方向,随即根据两距离相对大小控制电机转向,直至正对目标方向。识别目标后根据单次测量结果控制小车行进过程的过程如图 4 所示。

3.3 控制子网构建

整个控制网络由多个子网构成,每一个子网以一个网络协调器为核心,网内各跟随系统以分时操作的方式依次进行测距定位,防止系统间相互干扰,如图 5 所示。子网由空间分布进行划分如机场的不同大厅,从而避免由于一个网络内的系统数量太多导致定位周期过长,系统响应速度慢,同时可以改进由

3) 使用流程编辑器完成流程文件的制作, 配置每个自动流程节点的行为及其所需要的详细参数, 如延迟时间、判断条件、发出指令等。

4) 根据目标需求, 在平台下选择合适的构件, 搭建最终的测发控软件或系统。

3.2 单机类测发控软件

组态软件开发平台的构件中, 实时客户端、数据中心和数据源插件三部分可以组成一个最基本的、用于实时监控的测发控软件; 在单机模式下, 数据中心与实时客户端通常采用本机通信方式完成数据交互, 数据中心可以采用即时数据库完成数据的管理与推送。如图 5 所示, 这种典型的部署模式可以满足测发控软件的应用需求, 如运载火箭动力测控系统后端软件、指挥控制软件等。

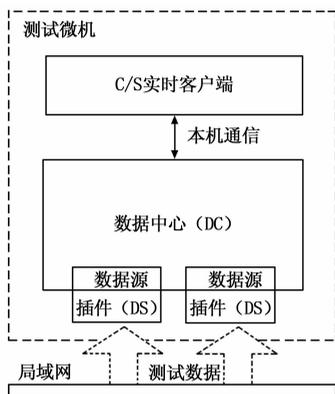


图 5 单机类测发控软件结构示意图

3.3 大型分布式软件系统

一套大型的测发控软件系统, 如运载火箭总控网系统^[4]的射前监测软件, 要求用户身份登陆、管理系统基础信息等功能, 则需要 DBS 服务配合完成对关系数据库的访问; 如果需求是一个以 B/S 的方式发布的多客户端、多用户的软件系统, 则需要 RC 的加入, 它可以对整个软件系统所有的参数文件、用户界面文件等进行统一管理, 每个用户客户端在启动后从 RC 下载所需要的文件; 如果软件系统还需要具备事后数据的分析、比对等功能, 那么就要部署历史浏览客户端来完成。

如图 6 所示, 在组态软件开发平台的框架之上, 由各个构

件配置组成了一套大型的软件系统。这些构件均为成熟的软件产品, 开发人员只需要针对测控设备或软件与外界的通信方式开发数据源插件(或使用标准、成熟的模块产品), 便可快速的搭建所需要的软件系统, 有效的控制了开发成本。

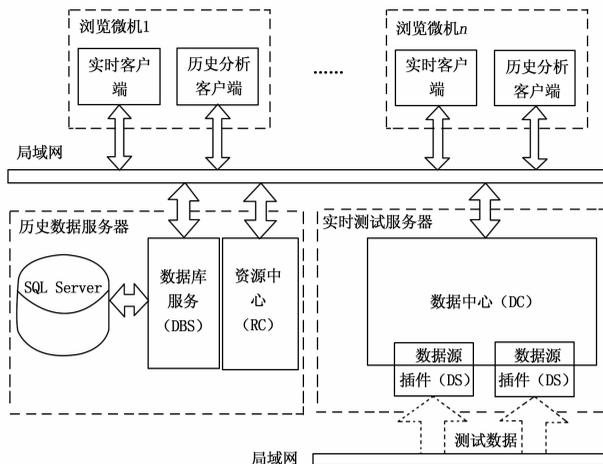


图 6 分布式测发控软件系统示意图

4 结束语

测发控软件组态化开发平台采用了信息一体化设计、内存数据库管理等先进技术, 实现了一种通用性很强的软件开发平台, 通过配置和定制式开发, 能够适应运载火箭测控领域各种软件的任务需求。具有良好的适应性、兼容性、扩展性, 为常用的测控软件系统提供了新的技术解决途径, 可以广泛应用于航空航天、工业控制及电力行业的测控领域。

参考文献:

[1] 韩亮, 汪洋, 易航. 统一测发控软件开发平台数据中心的研究与实现 [A]. 一院科技委电子组年会 [C]. 2010.
 [2] 王毅, 等. 面向监控系统的图形组态软件设计与实现 [J]. 热力发电, 2012, 41 (7): 96-100.
 [3] 陈云云, 等. 基于插件的组态软件设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (2): 436-438.
 [4] 汪洋, 易航, 颜廷贵. 一种通用软件平台结构在运载火箭总控网系统中的应用 [A]. 一院科技委电子组年会 [C]. 2009.

(上接第 1791 页)

[2] 中国射频识别 (RFID) 技术政策白皮书 [P]. 北京: 中华人民共和国科学技术部等十五部委, 2006.
 [3] 刘伟丽. 自动跟随小车控制系统 [D]. 长春: 长春理工大学, 2013.
 [4] 赵锐, 钟榜, 朱祖礼, 等. 室内定位技术及应用综述 [J]. 电子科技, 2014 (3): 155.
 [5] 蔡磊, 周亭亭, 等. 基于超声波定位的智能跟随小车 [J]. 电子测量技术, 2013 (11): 76-79.
 [6] 纪金水. 基于 Zigbee 无线传感器网络技术的系统设计 [J]. 计算机工程与设计, 2007 (1): 404-408.
 [7] 蒋磊, 于雷, 王振肿, 等. 基于 WiFi 和 ZigBee 的井下人员无

线跟踪与定位系统的设计 [J]. 计工矿自动化, 2011 (7): 1-6.
 [8] Priyantha N, Chakraborty A, Balakrishnan H. The Cricket location support system [C]. Proceedings of MobiCom, Boston, MA, USA, Aug 2000; 32-43.
 [9] Nissanka Bodhi Priyantha. The Cricket Indoor Location System [D]. Massachusetts Institute of Technology. 2005.
 [10] 庞丽莉. 无线网络仪器的时钟同步、定位及数据安全存储算法研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2013.
 [11] 张歌凌, 孙利娟. 基于无线传感器网络的机器人高精度定位系统 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (6): 1963-1966.
 [12] IEEE Std 802. 15. 4-2006. IEEE Standard for Information technology [S]. 2006.