

文章编号: 2095-2163(2021)09-0146-05

中图分类号: TP274

文献标志码: A

基于物联网的 RFID 室内定位系统设计

吴超琼, 张宗谋, 慕文静, 韦明旭

(广西民族师范学院 数理与电子信息工程学院, 广西 崇左 532200)

摘要: 本研究并提供一款室内环境下进行定位的 STM32 定位系统, 以解决卫星信号到达地面时较弱、不能穿透建筑物的问题。系统使用 RFID 射频识别技术实现室内定位, 具有可靠性高、稳定性好、可 24 小时不间断工作、成本相对低等优势。使用该技术可以提高室内定位服务的信息化水平、自动化水平、减轻相关企业的生产成本, 实现企业安全管理、减少人力资源的使用、降低人力成本, 提高工作服务效率。

关键词: 物联网; 室内定位; RFID; 自动化

Design of RFID indoor positioning system based on Internet of things

WU Chaoqiong, ZHANG Zongmou, MU Wenjing, WEI Mingxu

(1 College of Physics and Electrical Engineering, Guangxi Normal University for Nationalities, Chongzuo Guangxi 532200, China)

[Abstract] This article studies and provides a STM32 positioning system for positioning in an indoor environment to solve the problem that satellite signals are weak and cannot penetrate buildings when they reach the ground. The system uses RFID radio frequency identification technology to achieve indoor positioning, which has the advantages of high reliability, good stability, 24 hours of uninterrupted work, and relatively low cost. Using this technology can improve the informatization and automation level of indoor positioning services, reduce the production costs of related enterprises, realize enterprise safety management, reduce the use of human resources, reduce labor costs, and improve work service efficiency.

[Key words] Internet of things; indoor positioning; RFID; automation

0 引言

人类为了不让自己迷失在茫茫大自然中, 先后发明了罗盘、指南针等工具, 卫星定位的问世, 解决了“我在哪里”的问题。但在高度城市化的今天, 室内空间越来越庞大复杂, 人类战胜了大自然, 却在在自己构筑的钢筋水泥中迷了路^[1-2]。传统的卫星无法在室内进行定位, 而人们大部分的时间又在室内度过, 相关服务并未大范围普及, 可以说室内定位隐藏着巨大商机^[3-4]。随着物流行业的发展, 物流仓库越来越多, 存储的货物数量急速增加, 货物出入库频率剧增, 人工仓储管理方式严重影响了正常的运行工作效率, 随着商品流通的加剧, 难以满足仓储管理实时性的要求^[5], 未来智能无人仓储管理系统, 将存在着庞大的市场需求。使用仓储机器人来存取货物是趋势, 而仓储机器人能准确的在仓库内指定地点进行货物的存取, 这是影响无人仓储发展的一个重要因素。因传统的卫星无法在室内进行定位, 仓

储机器人势必用到室内定位技术, 而定位准确、简单不复杂且成本低的室内定位系统是加速无人仓储发展的关键因素。

目前, 国内外有很多关于室内定位技术的研究。如: 二维码导航技术、WiFi 定位技术、蓝牙室内定位技术、激光雷达的三角定位技术和 UWB 室内定位技术等等。二维码导航技术是通过摄像头扫描附着在地面的点阵式二维码地标进行导航。应用在物流仓储中, 需在机器人的底部和上部分别装有摄像头, 成本较高。激光雷达是集激光、全球定位系统和惯性测量装置 3 种技术于一身的系统, 可应用在无人驾驶汽车应用方面, 但其成本也很可观。WiFi 定位应用于小范围的室内定位, 成本虽低, 但容易受到其它信号干扰, 从而影响定位精度, 而且定位器的能耗较高。蓝牙的三角定位功耗高, 精度低, 在复杂的环境中, 稳定性较差。UWB 室内定位技术虽然精度高, 但需要安置定位基站和定位卡, 成本较高。RFID 室内定位技术具有非视距传输、识别速度快等

基金项目: 广西民族师范学院科研经费资助项目(2020QN002)。

作者简介: 吴超琼(1990-), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 物联网技术及嵌入式应用; 张宗谋(1995-), 男, 学士, 主要研究方向: 嵌入式应用;

慕文静(1986-), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 无线移动通信技术; 韦明旭(1999-), 男, 本科生, 主要研究方向: 嵌入式应用。

收稿日期: 2021-07-07

特点,用于存储信息的电子标签体积非常小、成本低廉且可重复使用。对于小型的物流仓库需要低成本的、又满足定位需求的机器人来说,使用 RFID 技术是可以满足的。在此基础上本文设计了一个基于 RFID 室内定位系统。

1 系统功能描述

室内定位系统由智能室内定位机器人系统、RFID 手持终端系统、上位机信息通信系统等 3 部分组成。以该系统在室内物流分拣上的应用为例进行说明:

RFID 手持终端和上位机信息通信系统,通过 2.4 G 频段的 NRF 与室内定位机器人进行通信,其向室内定位机器人发送货物起点坐标和终点坐标数据,室内定位机器人向其反馈机器人当前的状态,手

持设备将信息显示在 OLED 屏上,上位机信息通信系统将信息显示在页面上,并显示机器人当前位置。室内定位机器人通过 NRF 接收任务数据,接收到任务的机器人识别自己当前所在坐标位置,并通过陀螺仪改变其前进方向。当机器人的坐标与货物起点坐标相等时,表示机器人到达货物起点坐标的位置,机器人顶部的伸缩电机升起,卡住货架底部,再进行路线的规划,到达货物终点坐标后,伸缩电机收起,至此完成一次货运过程。当货运任务结束时,检测当前是否有新的任务,如有任务继续前往新的货运起点,没有则返回等待区等待任务。当机器人电压低于设定电压时,会自动规划路线前往闲置充电坐标点进行充电。系统总体框架如图 1 所示,室内定位机器人无人仓库方案布置如图 2 所示。

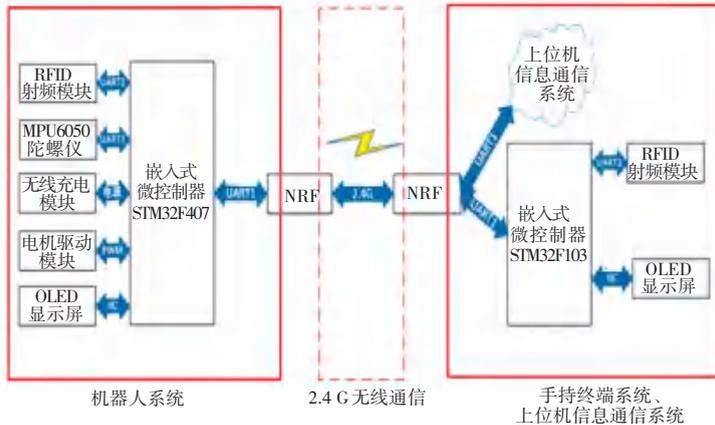
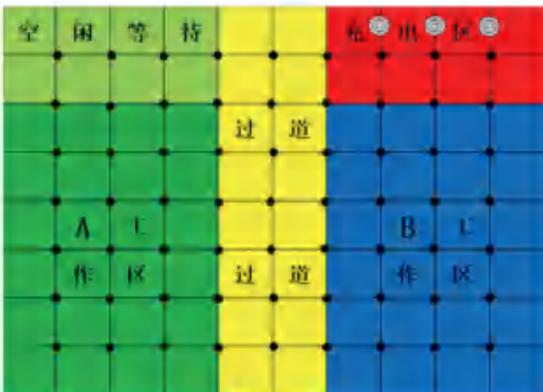


图 1 系统总体框图

Fig. 1 Overall system block diagram

2 硬件设计

本设计使用 STM32F407ZET6 单片机作为系统主控,用于控制整体系统运行,相比于 51 单片机和 STM32F1 芯片有着质的提升。使用 FM11RF08 射频芯片实现对 RFID 电子标签坐标的识别;使用 TOF10120 测距传感器实现机器人避障功能。当规划路径出现了障碍时,机器人等待 30 s,如 30 s 后障碍还未消除,则根据当前坐标重新计算规划路径后前往任务坐标。使用 6 轴的 MPU6050 电子陀螺仪获取机器人当前姿态,从而判断机器人车头的朝向,同时能精确控制机器人转向的角度,确保机器人前进方向正确。采用 XKT601-02 无线充电模块进行机器人的无线充电,其发射端放置于充电地点,供电输入 9~12 V 电压,接收端放置在机器人底部,当机器人位于充电模式时,即可进行充电。机器人供电采用 7.4 V 聚合



注: ● 为 RFID 电子标签 ⊕ 为无线充电发射端

图 2 室内定位机器人无人仓库方案布置图

Fig. 2 Layout plan of indoor positioning robot unmanned warehouse

物锂电池,额定容量为15 000 mAh,大容量电池可为小车提供充足的电能,使运行时间大大延长。数据的无线传输使用基于 NRF24I01 的 E34-2G4H20D 模块, RFID 手持终端系统和上位机信息通信系统,通过 2.4 G 频段与室内定位机器人进行通信。伸缩电机主要用于当机器人到达运输起始坐标时,通过伸缩电机把放置在坐标上的货物架卡住,运输至坐标终点时,伸缩电机收起,完成货物运输工作。四路电机驱动主要用于控制机器人行走。

3 软件设计思路

该室内定位系统共分为 3 个部分:智能室内定位机器人系统、RFID 手持终端系统、上位机信息通信系统。RFID 手持终端系统和上位机信息通信系统通过 2.4G 频段的 NRF 模块与室内定位机器人进行通信。

3.1 室内定位机器人系统设计

室内定位机器人通过 NRF 无线通信方式与手持 RFID 终端系统、上位机信息通信系统进行数据通信。系统会判断有无接收到任务数据,当接收到任务时,连接在串口 2 上的射频识别模块,识别当前位置,再通过陀螺仪获取当前车头方位姿态,进行坐标的判断。若当前坐标大于任务坐标,控制电机向左转向 90°,确保车头朝向前进方向,在进行路线规划时,遵循先走 X 轴,再走 Y 轴路线设计原则,逐步向目标坐标靠近。将当前 X 坐标与货物起点 X 坐标进行比较,机器人要行驶至与货物起点 X 坐标一致的位置;再将当前 Y 坐标与货物起点 Y 坐标进行比较,机器人要行驶至与货物起点 Y 坐标一致的位置。当机器人的 X、Y 轴坐标与货物起点坐标都相等时,表示机器人已到达货物起点坐标位置,机器人顶部的伸缩电机升起,卡住货架底部,机器人获取当前位置与货物终点坐标进行对比,再进行路线的规划,到达货物终点坐标后,伸缩电机收起,完成一次货运过程。当货运任务结束时,检测当前是否有新的任务,如有任务继续前往新的货运起点,没有则返回等待区等待任务。当机器人电压低于设定电压时,会自动规划路线前往闲置充电坐标点进行充电。室内定位机器人系统运行流程如图 3 所示。

3.2 RFID 手持终端系统设计

RFID 手持终端系统提供两种模式功能,其一用于录入坐标,其二用于发送任务,可通过 KEY5 切换模式。当选择模式一时,首先根据场地大小设置坐标,设置完成后,将电子 RFID 标签放置于手持终端

底部,即可自动完成坐标录入。当选择模式二时,系统先判断当前机器人是否有任务安排,当机器人暂无任务安排时,则允许通过 NRF 无线通信发送方式,以 16 进制数据格式发送 4 个字节的坐标数据,包含货物起点坐标,和终点坐标地址发送给机器人。室内定位机器人通过 NRF 无线通信方式反馈当前位置、电量、状态、角度信息,系统将这些数据显示在 OLED 屏幕上。手持 RFID 终端系统运行流程图如图 4 所示。

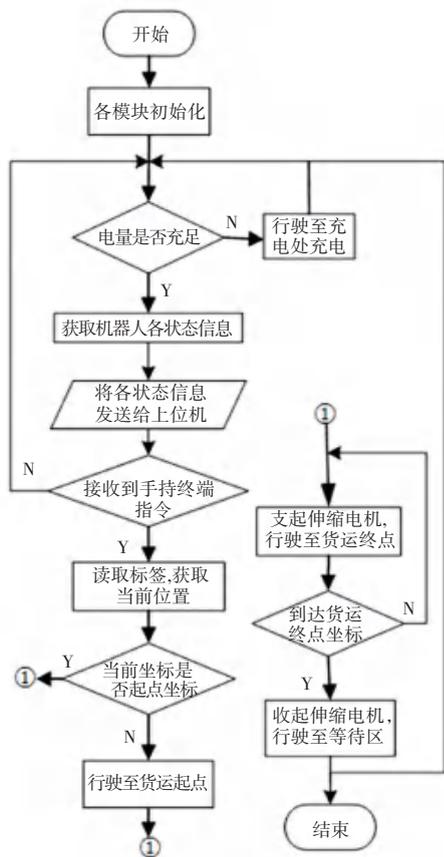


图 3 机器人运行流程图

Fig. 3 Operation flow chart of robot

3.3 上位机信息通信系统

上位机信息通信系统的主要功能,是显示机器人的各个状态信息和机器人当前的位置,也可以给机器人发送任务信息。上位机先判断机器人当前是否处于空闲状态,如处于空闲状态时,则允许通过以 NRF 无线通信发送方式,以 16 进制数据格式发送 4 个字节的坐标数据,包含货物起点坐标,和终点坐标地址发送给机器人。室内定位机器人通过 NRF 无线通信方式反馈当前位置、电量、状态、角度信息,系统将这些数据显示在接收页面上,将数据进行分割填写于软件底部信息栏,同时在软件的右侧坐标绘制场地地图,并根据机器人反馈的坐标位置显示出

机器人的当前位置。上位机信息通信系统运行流程图如图 5 所示。

4 系统调试

将室内定位系统的 3 个部分室内定位机器人、手持终端和上位机进行联调,进行各项功能的测试。使用 RFID 电子标签在室内布局构造场地地图,模拟运输场景。手持终端通过 NRF 无线通信模块给智能机器人发送运输目标地址的 X、Y 坐标,机器人接收到目标地址后,机器人搭载 RFID 读写器,读取地面电子标签信息,得出当前位置,且进行坐标比较,从而准确抵达终点坐标位置。机器人通过 NRF 模块将机器人的各个状态信息发送给上位机。打开上位机可在上位机的左侧界面看到机器人发送过来的机器人当前位置、电量、状态、角度等信息,在界面右侧的模拟场地地图上显示机器人当前位置。在机器人空闲状态下,上位机的发送窗口输入任务坐标信息,点击发送,上位机就会将任务坐标信息发送给机器人。上位机显示界面如图 6 所示。

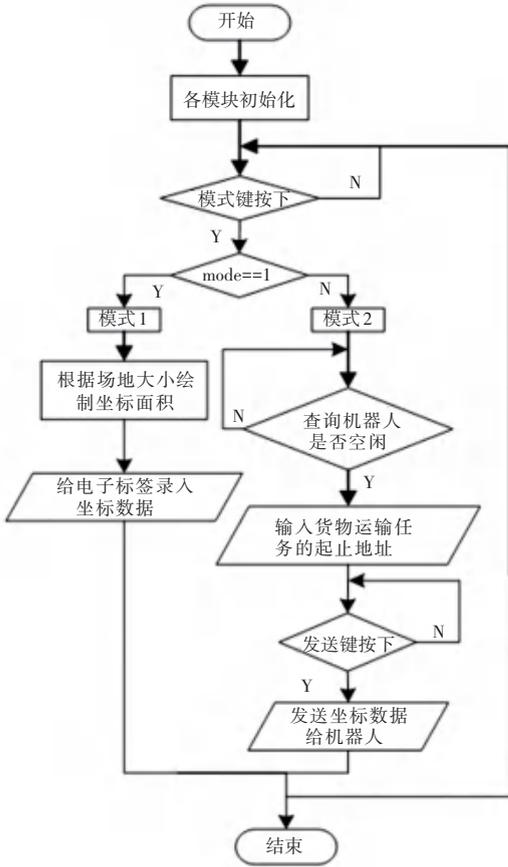


图 4 手持终端运行流程图

Fig. 4 Operation flow chart of handheld terminal

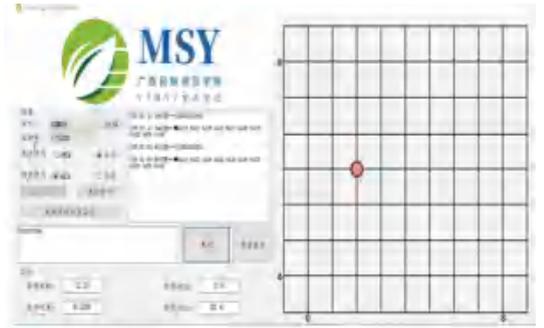


图 6 上位机显示主界面

Fig. 6 Main display interface of upper computer

5 结束语

利用室内建筑环境固定易于构建获得地图信息的优势^[6],本文提出一种低成本、可靠性好、适合应用在小型物流仓库智能存取货物的基于 RFID 的室内定位机器人系统。使用 RFID 标签构造室内地图,机器人模拟存取货物场景,搭载读写器,读取地面 RFID 标签信息,得出当前坐标位置,并进行坐标比较,从而行驶至终点坐标位置。经过实地测试并与其它室内定位系统比较,本系统结构简单、成本低、可靠性好,满足大小型的物流仓储场景。

本定位系统不仅仅局限于智能无人物流仓储应用,也可将其应用于其它室内场景,如:无人餐厅、无人超市、博物馆等室内场景的建设中,应用方式多样化。

(下转第 155 页)

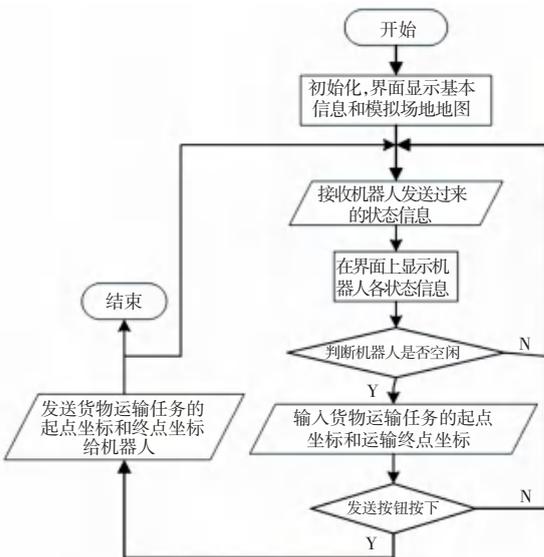


图 5 上位机运行流程图

Fig. 5 Operation flow chart of upper computer