

基于无线传感器网络的月球车定位导航分析

张 政

(临沂市第七中学, 山东 临沂 276000)

摘 要 本文对无线传感器网络技术的结构、特点、应用及月球探测车的特点、功能、定位导航方式等基础信息进行了介绍。在此基础上, 本文探索了一种基于无线传感器网络技术的月球探测车定位导航功能的实现方式——围绕相关设计的原理、构成方式、基本控制流程、行进过程的综合控制等内容展开分析, 希望能为同行业人员提供参考。

关键词 无线传感器网络技术; 月球探测车; 定位导航; 基本控制; 综合控制

中图分类号: V44

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0010-03

月球中存在大量矿产资源。如“嫦娥之父”欧阳自远所言, 如果能够对月球资源进行有效开发并将其中的一部分运回地球, 可供地球使用至少万年时间。因此, 探测月球、建立月球基地的最终目的是造福人类, 也是当下航天活动的核心目标之一。我国早在2014年便开展探月工程, 时至今日, 嫦娥五号返回舱已经带回了部分月壤样品。作为有志青年, 应当积极参与青少年航天创新大赛活动。本文围绕无人驾驶、有效探索两个核心功能, 设计了一款基于无线传感器网络技术, 具有可自动避障寻迹、金属探测功能的月球探测智能小车, 现对相关思考及设计实现原理进行论述。

1 无线传感器网络技术内涵简析

1.1 无线传感器网络结构及特点

无线传感器网络的结构是: 在一定区域内设置网络, 其中的每一个节点都具有独立性, 可实现数据的收集及信息共享。一般情况下, 无线传感器网络可以由飞机抛洒或人工方式完成布置——大量节点可被部署在需要被感知对象的附近或内部^[1]。由于所有节点具有相同的地位且无需进行任何事先安排, 故各个感知节点可通过分布式算法, 实现协调指挥。基于此, 可以自动构建一个面向对象的测量网络。由于不存在中心节点, 所以整个网络的健壮程度极高, 不会因为少数节点出现变动而造成网络稳定性下降。

1.2 无线传感器网络关键技术及应用

无线传感器网络的关键技术及特点如下: 其一, 能量高效性。应用无线传感器网络技术时, 需要确保能量得到高效利用, 从而使网络寿命最大化。相关原理是: 传感器节点的体积较小, 携带的能量有限。与之相对的情况是, 网络内传感器节点分布范围广、数量大、环境复杂程度较高。因此, 很难采用人工方式

完成电池的更换, 补充能源也不现实。其二, 拓扑控制性。在无线传感器网络下, 原有的网络拓扑结构极有可能在新节点加入、旧节点退出或是环境发生变化之后而随之发生变化。基于此, 需要设置拓扑控制结构, 以提高网络的整体稳定性。

2 月球车定位导航概述

2.1 月球车特点及功能简析

月球探测车的本质是一种具有巡视功能, 能够执行探测任务、可灵活移动的无线探测机器人。这种设备在月球表面移动的过程中, 需要对月面土壤进行采集并对潜在的矿藏资源进行寻找、发现。车辆在移动的过程中, 内置的各项传感器装置还应对车辆本身、环境中的某些参数进行重点收集、比对。相关信息上传至内置控制中心之后, 对车辆的下一步行驶计划做出调整, 确保探测车能够安全、稳定地运行。

2.2 月球车的定位导航方式

月球探测车的定位导航功能的主要作用是: 使探测车具有准确定位能力——只有将月球车位置信息准确、完整地上传, 才能高效率、高质量地完成科学探测任务。现阶段得到广泛应用的月球车定位导航技术包括航位推算、天文导航定位技术、视觉导航定位技术、激光雷达导航定位技术、无线电导航技术等。现阶段, 基于无线传感器网络节点的导航定位技术主要应用基于测距的节点定位算法以及非基于测距的节点定位算法, 核心定位导航技术是“测距”^[2]。

3 一种基于无线传感器网络技术的月球车定位导航功能实现分析

3.1 无人月球探测车设计思考

本文设计的基于无线传感器网络技术的月球探测车共由车辆载体、控制系统、外围探测系统三个部分

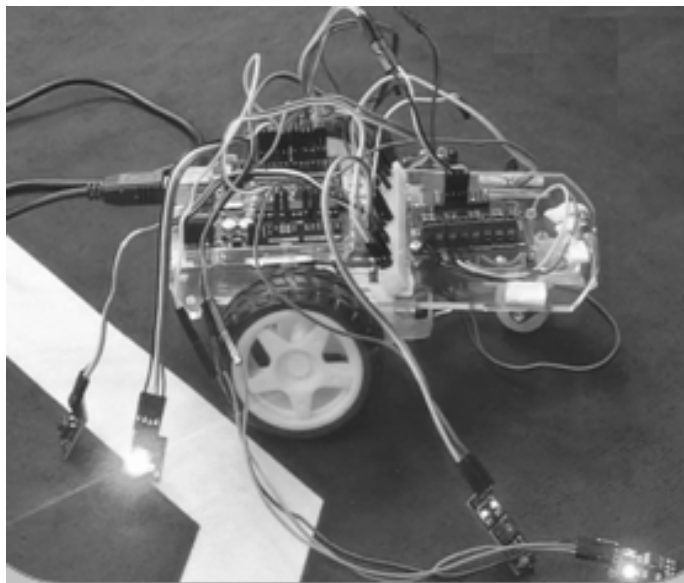


图 1 月球探测车实物图

构成,具有自动躲避障碍、寻找前行路线、金属探测等功能,具有较强的智能性,初步实现了月球探测车应该具有的多项功能^[3]。设计过程中考虑的内容如下:

1. 对成本和环境因素进行综合考量之后,决定将月球车的能量来源确定为电能。在车辆启动且开关处于“打开”状态时,指示灯长期显示为绿色(如图 1 所示为月球车实物图),车辆可正常行驶。

2. 为确保车辆能够自动搜索可供通行的线路并始终在制定线路内行驶,需要设置“寻迹传感器”。该元器件的主要功能是:在探测车行驶过程中,以类似蝙蝠发射超声探测波的方式,向车辆前往地带发射探测波。一旦发现前方出现障碍物,寻迹传感器便会感知并立刻向车辆控制中心发出预警信息,车辆内置灯会发出闪烁灯光。与此同时,车辆的行进方向也会发生变化,可避免车辆碰撞障碍物。

3. 当车辆行驶至具有较大倾斜角度的地形时,内置的平衡感应开关会立刻启动,相关信息(地形信息及车辆当前平衡信息)同样会被立刻传输到控制中心并通知车辆发出预警灯光。车辆内置控制中心接收相关信息之后,会控制车辆后退,直到平衡感应开关关闭,意味着车辆此时已经抵达安全区域^[4]。

4. 月球探测车应该具备的一项核心功能是:对月球的矿产资源进行有效探测。考虑的要素是:月球探测车在逐渐接近金属矿藏时,环境的磁场会在不同程度上发生改变。因此,探测车应该通过实时捕捉环境磁场变化信息的方式,判断车辆本身是否逐渐接近金属矿藏。设置的专用元器件是模拟霍尔传感器。携带

该元器件的探测车逐渐行驶到金属矿藏附近时,霍尔传感器会发出不同的信息,连带着控制灯光变化并发出预警信息。此阶段的另一项考量是,仅靠霍尔传感器无法进一步判断环境磁场的变化趋势,且车辆沿着当前路线前行时是否会遭遇危险属于未知事项。因此,车辆需要暂时停止行驶,在原地等待控制中心发布下一步行动指令。但“停车”并不意味着车辆内部的所有元器件全部暂停运转,而是会对周围环境温度进行实时监控。如果温度异常(多为过高)便会发布预警信息并立刻关闭系统,避免元器件受损。

3.2 无人月球探测车的构成及基本控制流程

3.2.1 无人月球探测车的基本构成

对上述四大类功能需求进行整体考量之后,决定在月球探测车内部设置 Arduino 主板,以此作为月球车的控制中心(大脑)。将面包电源板以及电机驱动板作为月球车的动力供应来源。在此基础上,还应设置具有不同功能的传感器,进而对车辆本身状态、环境信息进行监测及上传,进而形成完整的功能体。月球探测车由以下元器件构成:车轮、电动机、模拟霍尔探测器、循迹传感器、红外避障传感器、平衡传感器、温度传感器、指示灯、主开关、Arduino 主板、电机控制板、面包板、电源、万向轮。

3.2.2 基于无线传感器网络技术的月球车定位导航基础程序逻辑控制

按照上文所述方式完成月球车的设计、组装之后,需基于无线传感器网络技术,对月球车的行进过程进行控制。基础逻辑程序控制流程如下:

1. 启动车辆之后,系统首先对开关状态进行判定。如果开关处于开启状态,则如上文所述,指示灯显示绿色,电机正常启动并提供电力,驱动车辆向前行驶。如果开关处于关闭状态,则指示灯处于关闭状态,车辆停止不前。

2. 在车辆行驶的过程中,温度传感器会随时收集车辆温度信息并上传至 Arduino 主板构成的控制中心(大脑)端。控制中心存储区域会预先设置正常温度比对参数,实时反馈的温度信息会与该正常比对参数(危险/正常临界值)进行比对,判断温度处于正常状态,车辆正常行驶并开展下一阶段的判定作业。如果温度比对结果提示车辆温度处于异常状态,则显示灯会显示红色(意味着发出预警信息),电源会立刻关闭并使整个探测车处于待机状态。

3. 车辆行驶过程中,循迹传感器会对车辆的行驶轨迹是否保持正常状态进行检测,如果发现车辆偏离制定路线,则指示灯会显示蓝色,控制中心会调整方向,控制车辆沿着制定路线行驶。

4. 红外线避障传感器会对车辆行驶路线是否存在障碍物进行监测。如果前方存在障碍物,指示灯同样会显示蓝色并发出报警信息,控制中心同样会调整方向,避免车辆与障碍物碰撞。

5. 在车辆行驶过程中,平衡传感器会对车辆当前平衡状态、倾斜角度等信息进行监测。如果发现平衡度已经超过危险临界范围,表明车辆当前所处区域的整体倾斜度(坡度)较大,意味着车辆如果继续处于该环境,极有可能发生危险。此时指示灯会显示蓝色,控制中心会控制车辆沿着之前的行进线路后退或是调整前进方向,直到车辆平衡度恢复之后,指示灯颜色会从蓝色转变为绿色。

6. 模拟霍尔探测器会在车辆行驶期间,对环境的磁场信息进行收集。如果发现环境磁场出现较大的变化,指示灯会不断闪烁(以此作为预警信息)。控制中心收到这一信息之后,会暂停车辆运行,持续时间一般在5s左右。在此期间,控制中心会对车辆当前所处位置进行标注,将该区域设定为“磁场异常区域”,之后会进一步向前搜索行驶并重复上述作业内容。

3.3 无人月球探测车行进过程的综合控制

根据上述对无人月球探测车行进过程的基础控制程序流程进行分析后,总结出的车辆行进综合控制逻辑如下:其一,控制中心判断开关是否处于打开状态。其二,判断车辆当前温度是否处于正常状态(是否能够维持车辆处于正常行驶状态)。其三,通过收集磁场信息,判断车辆当前所处位置是否存在矿藏。其四,

对车辆行驶过程中自身是否能够维持平衡状态、车辆行驶前方是否存在障碍物、车辆当前运行轨迹是否处于制定路线之中等情况进行监测。相关信息上传至控制中心的同时,指示灯会根据具体情况,发出绿色(正常状态)、蓝色(控制中心需要调整车辆当前行进状态)、红色(存在异常情况,需要控制中心立刻处理)、闪烁(发现环境磁场出现明显变化,疑似探测到矿藏)、指示灯熄灭(开关未开启或因故需要暂时将车辆从运行状态调整为停车状态)。控制中心对探测车下一步运行方式进行的调整存在一定的限制性——只有前进、后退、转向、停止四种选择。综合控制逻辑如下:

1. 收集开关信息,如果开关未打开,小车处于停止运动状态,指示灯处于关闭状态。

2. 开关处于打开状态,则温度传感器对车辆温度是否处于正常状态进行监测。若温度异常,车辆停止运动,指示灯从绿色变为红色;若温度正常,其他传感器会同时启动,对环境磁场、环境坡度(车辆平衡)、前方有无障碍物等信息进行收集。根据上文所述流程,指示灯会在特定的情况下完成颜色的定向变化。

4 结语

从本质角度来看,现代科学技术的核心发展方向是“控制与被控制”。“控制”功能实现的过程中,控制指令(信息信号)的传输效率、质量至关重要,如果能够确保控制指令在极短时间内安全、完整地完 成定向传递,便可使被控制设备做出特定的动作,以实现相关目标。本文提出的基于无线传感器网络技术的月球车由车辆载体、控制系统、外围探测系统三部分功能,初步实现了探测车的各种功能,能够确保控制指令稳定传输,可提供一定的借鉴。

参考文献:

- [1] 邱凯昌,王稼,邢琰,等.深空探测车环境感知与导航定位技术进展与展望[J].测绘学报,2021,50(11):1457-1468.
- [2] 公海燕.月球上的遥感制图与导航定位——访中国科学院空天信息创新研究院研究员邱凯昌[J].中国测绘,2021(03):16-21.
- [3] 周芳.基于拉格朗日点新型轨道的探月任务导航方案研究[D].南京:南京航空航天大学,2019.
- [4] 冯美慧.月球车视觉导航方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2018.