

文章编号:1671 - 251X(2009) 11 - 0076 - 03

# 基于无线传感器网络的机车蓄电池检测系统设计 \*

张彦红<sup>1</sup>, 刘 剑<sup>2</sup>, 陈 露<sup>2</sup>, 康会峰<sup>3</sup>

(1. 兰州铁路局定西工务段,甘肃 定西 743000; 2. 长沙市公路桥梁建设有限责任公司,  
湖南 长沙 410004; 3. 兰州交通大学机电技术研究所,甘肃 兰州 730070)

**摘要:**针对现有的机车蓄电池检测系统存在数据分析处理能力弱的缺点,设计了一种基于无线传感器网络的机车蓄电池检测系统,介绍了系统的组成及各个组成部分的功能,详细阐述了系统无线传感器节点的设计及采用 DV - Hop 定位算法进行节点定位的方法。该系统采用嵌入式实时操作系统和实时数据库对采集的蓄电池信息进行处理、管理及显示,从而使操作人员可以直观地观察蓄电池的工作曲线,作出实时诊断;传输部分采用无线传感器网络,使得系统具备了良好的数据采集、传输与处理速度,也减少了机车的内部布线。

**关键词:**机车; 蓄电池检测; 无线传感器网络; 嵌入式系统; 节点定位; DV - Hop

**中图分类号:**TD64      **文献标识码:**B

## 0 引言

现有的机车蓄电池检测系统多以主机从机结构为主,主机采集蓄电池组的电压、电流信号,从机通过 RS485 总线或 CAN 总线将数据传输到主机,通过主机上的 USB 口将数据传输到地面计算机,以完成机车运行过程中蓄电池工作曲线的绘制,从而确定蓄电池的工作状态<sup>[1]</sup>。大多数的机车蓄电池检测系统采用的是单片机控制器,由于单片机内存空间较小,不具备对数据进行分析处理的能力。为此,笔者设计了一种基于无线传感器网络的机车蓄电池检测系统。该系统采用嵌入式系统微处理器构建嵌入式系统主机硬件平台,在硬件平台上移植嵌入式实时操作系统,应用嵌入式实时数据库,对采集的蓄电池信息进行处理及管理;传输部分采用无线传感器网络,使得系统具备了更快的数据采集处理速度及良好的数据管理能力。由于采用了嵌入式系统搭建硬件平台,该系统具备了良好的显示能力,可以将蓄电池信息实时显示在蓄电池检测系统的 LCD 上,可以直观地观察蓄电池工作曲线,提供实时诊断能力。

## 1 机车蓄电池检测原理

机车蓄电池的实时检测最可靠的方法是检测电

流,但蓄电池的电流很大,规格是 420 A · h,一般检测系统不容易实现。由欧姆定律  $I = U / R$  可知,通过检测电压可达到设计要求。由于采集的电压信号不能直接反映  $V / A$  关系曲线,建立数学模型  $V / T$ ,则可以实现对蓄电池电流的检测。判断依据:充电过程中,如果短时间得到高电压则说明电池状态不好;放电过程类似。故该蓄电池检测系统采用无线传感器网络采集机车蓄电池的电压信号。

## 2 系统组成

基于无线传感器网络的机车蓄电池检测系统主要包括 2 个部分:传感器网络和上位机信息处理系统。整个检测系统的结构框图如图 1 所示,它包括机车蓄电池、传感器、A/D 转换器及数据采集处理模块、无线收发模块及嵌入式主机。机车蓄电池是被检测的对象,使用传感器采集蓄电池电压信号,无线收发模块将采集到的机车蓄电池的信息传输到嵌入式主机。嵌入式主机主要负责接收各个蓄电池传感器传输过来的蓄电池电压信息,并将这些数据信息传输到地面计算机系统,供地面计算机分析和处理机车蓄电池信息。

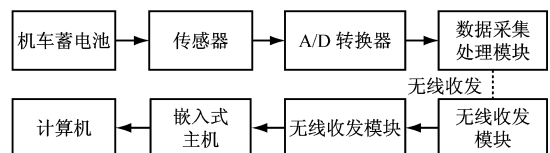


图 1 基于无线传感器网络的机车  
蓄电池检测系统结构框图

收稿日期:2009 - 06 - 25

\* 基金项目:甘肃省科技重大专项计划项目(0702 GKDA018)

作者简介:张彦红(1981 - ),男,助理工程师,2003 年 7 月毕业于兰州交通大学,现在兰州铁路局定西工务段从事铁路养修方面的工作。E-mail:hui Fengabc596 @163.com

3 无线传感器节点的设计

机车蓄电池检测系统中传感器节点的基本功能:准确地采集蓄电池的检测参数,并进行预处理;接收监控中心即车厢内数据接收节点的数据请求命令,将采集的数据发往监控中心。

3.1 无线传感器节点硬件设计

机车无线传感器网络的每一个节点都是一个独立的微计算机系统,它的构成包括微处理器、存储单元、数据采集模块、无线收发模块等,其结构如图 2 所示。机车无线传感器节点的作用是采集机车蓄电池电压,而后将电压量通过无线收发模块发送到嵌入式主机,进而完成数据的传输。



图 2 无线传感器节点结构示意图

3.2 无线传感器节点定位研究

在无线传感器网络中,位置信息在传感器网络的检测中起着重要的作用,在机车蓄电池无线传感器检测系统中确定蓄电池的信息的位置或确定获取消息的节点位置是机车无线传感器网络最基本的功能之一<sup>[2]</sup>。本文采用 Niculescu 等人提出的 DV - Hop 定位算法,基本思想是将待定位节点到参考节点之间的距离用网络平均每跳距离和定位节点到参考节点之间的跳数的乘积来表示,然后使用三边计算获得节点位置信息。如图 3 所示,已知锚节点 L1 与 L2、L3 之间的距离和跳数。L2 计算得到校正值(即平均每跳距离): $(40 + 75) / (2 + 5) = 16.42$ 。在图 3 中,假设节点 A 从 L2 获得校正值,则它与 3 个锚节点之间的距离分别为  $L1 - 3 \times 16.42$ ,  $L2 - 2 \times 16.42$ ,  $L3 - 3 \times 16.42$ ,然后使用三边测量定位法确定节点 A 的位置。如图 4 所示,三边测量定位法的基本原理就是求 3 个已知半径和坐标圆心的圆的交点。

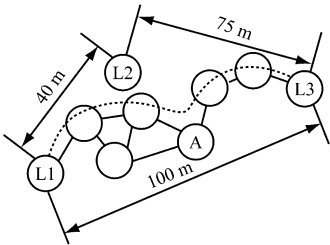


图 3 DV - Hop 算法示意图

假设未知节点坐标是  $(x_0, y_0)$ , 而已知节点 A、

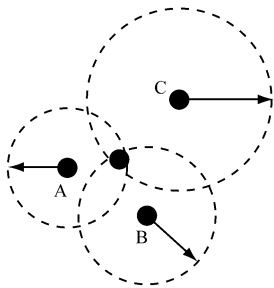


图 4 三边测量定位法示意图

B、C 节点坐标分别为  $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ , 到未知节点的距离分别是  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ , 根据二维空间距离计算公式,可建立方程组 1:

$$\begin{cases} d_1 = \sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2} \\ d_2 = \sqrt{(x_0 - x_2)^2 + (y_0 - y_2)^2} \\ d_3 = \sqrt{(x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2} \end{cases} \quad (1)$$

在方程组 1 中,  $x_0$ 、 $y_0$  是未知变量。这是一个非线性方程组,采用线性化的方法就可以求解出:

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} = 2 \begin{bmatrix} x_1 - x_3 & y_1 - y_3 \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} x_1^2 - x_3^2 + y_1^2 - y_3^2 + d_1^2 - d_3^2 \\ x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 + d_2^2 - d_3^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.3 无线传感器网络定位算法仿真

网络仿真(Network Simulation)是使用计算机技术构造网络拓扑、实现网络协议的模拟网络行为<sup>[3]</sup>。本文中采用 OMNET ++ (Objective Modular Network Testbed in C++) 编写仿真代码后运行 DV - Hop. exe, 得到定位算法的仿真结果, 如图 5 所示。

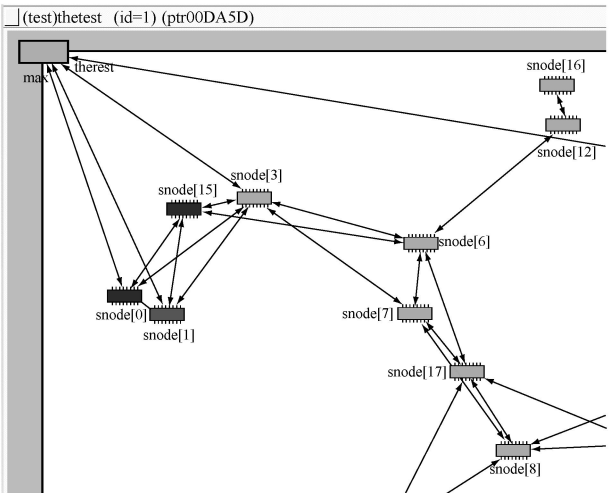


图 5 DV - Hop 定位算法的仿真结果图

图 6 给出的是 DV - Hop 算法结合 min - max 方法后与原算法的测距误差比较曲线。该仿真结果

表明本文采用的 DV - Hop 算法降低了蓄电池的测量误差。

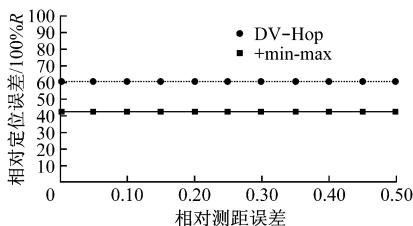


图 6 DV - Hop 算法结合 min - max 方法后与原算法的测距误差比较曲线

## 4 嵌入式主机设计

### 4.1 嵌入式主机硬件结构设计

机车蓄电池检测系统的嵌入式主机硬件主要由 S3C44B0X 微处理器芯片、FLASH 存储单元、无线收发等部分构成,如图 7 所示。

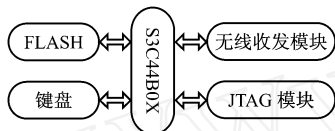


图 7 机车蓄电池检测系统的嵌入式主机硬件结构图

图 7 中,S3C44B0X 是该嵌入式主机的微处理器部分,是系统核心,键盘模块主要实现控制命令的输入 JTAG 模块主要实现系统的调试,FLASH 模块完成该系统数据的存储,无线收发模块实现系统数据的发送接收。

### 4.2 嵌入式主机软件系统设计

嵌入式主机软件的设计主要是嵌入式实时操作系统的移植及嵌入式移动数据库的应用。嵌入式实时数据库的应用方便建立机车运行中蓄电池运行的数据信息,将各监测点的实时运行数据添加到数据库中,不要将每个监测点的数据名称、监测时间、数据状态等和该点的监测值捆绑在一起添加到数据库中。在系统运行过程中,通过对运行设备监测点的实时监测,得到各个测量点的数据值。用户可以通过设定特定时间范围,在数据库中查询某点运行中的状态参数值,便于初步分析判断机车行驶中蓄电池的工作状况,为安全状况分析提供必要的依据。数据库可实现以下功能:数据自动保存、查询、数据备份、删除过期信息等。嵌入式主机软件程序的开发采用嵌入式系统的开发模块,应用 ADS1.2 软件开发平台,在该系统上移植嵌入式实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 。嵌入式主机软件主程序流程如图 8

所示。

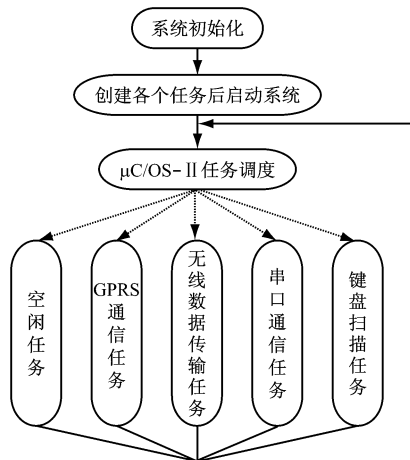


图 8 嵌入式主机软件主程序流程图

## 5 结语

本文介绍的基于无线传感器网络的机车蓄电池检测系统采用嵌入式系统微处理器构建嵌入式系统主机硬件平台,在硬件平台上移植嵌入式实时操作系统,应用嵌入式实时数据库对采集的蓄电池信息进行处理、管理与显示,从而使操作人员可以直观地观察蓄电池工作曲线,进行实时诊断;传输部分采用无线传感器网络,使得系统具备了良好的数据采集、传输与处理速度,也大大减少了机车内部的布线,提高了可靠性。

该系统经过在某路局试运行,效果良好。然而该系统中的数据传输速度及数据处理方面仍然存在着不足,需要进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 顾丹. 无线传感器网络在列车安全检测中的应用[D]. 成都:西南交通大学,2004.
- [2] 夏恒星,马维华. 基于 CC2403 的无线传感器网络节点设计[J]. 电子技术应用,2007(5):45-49.
- [3] 韩进. 基于无线传感器网络嵌入式测控系统的应用研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2007.
- [4] 霍艳,张全柱,张红光. 机车蓄电池智能检测与数据地面分析系统[J]. 仪表技术,2007(7).
- [5] 狄毅莹,朱永明. 一种内燃机车蓄电池检测仪[J]. 内燃机车,2004(7).
- [6] 张兴波. 基于 CC2420 的机车蓄电池在线检测系统设计[J]. 仪表技术,2008(6).
- [7] 姜百涛. 机车铅酸蓄电池检测技术及开发应用[J]. 仪表技术,2007(7).