

基于 LIFI 的矿下作业人员跟踪定位系统

严丹丹, 刘兴鹏, 熊建

(成都工业学院, 成都 611730)

摘要: 针对矿井通信系统的特点和存在的通信难题, 提出使用 light fidelity(LIFI)通信技术的矿井跟踪定位系统。系统将电力载波通信技术与可见光通信技术相结合, 实现地面监测人员对矿下作业人员的实时跟踪与定位, 利用 Visual Basic(VB)设计的界面以图形化和数字化的形式实时显示矿工在井下的具体位置点。

关键词: LIFI; LED; 矿井通信; VB; 跟踪定位

中图分类号: TN929.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-5561(2019)05-0036-04

DOI: 10.13921/j.cnki.issn1002-5561.2019.05.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Mine tracking and positioning system for underground operators based on LIFI

YAN Dandan, LIU Xingpeng, XIONG Jian

(Chengdu Technological University, Chengdu 611730, China)

Abstract: In view of the characteristics of mine communication system and the communication difficulties, a mine tracking and positioning system using light fidelity(LIFI) communication technology is proposed. The system combines the power carrier communication technology with the visible light communication technology to realize the real-time tracking and positioning the underground workers by the ground monitoring personnel, and real-time display the miners' specific locations in the underground by using the interface designed by Visual Basic(VB) in the form of graphics and digitization.

Key words: LIFI; LED; mine communication; Visual Basic; tracking and positioning

0 引言

煤炭是我国重要的能源资源, 带动着国家的经济和生产发展。因煤矿矿下的特殊复杂环境, 煤炭的开采工作存在一定危险系数。针对这一问题, 我国煤炭开采采用了一系列矿下作业人员跟踪定位系统来实时监测矿下作业人员的运动轨迹和生理参数。矿井中普遍使用的无线定位系统有射频识别(RFID)技术、

Zigbee 技术以及 WIFI 技术。RFID 技术定位系统由于存在通信距离短、无线基站发射功率大, 因此只适合于小区域定位^[1]。Zigbee 技术的定位系统由于存在通信距离短、传输速率低和定位精度差等问题, 很难实现矿下作业人员定位^[2]。WIFI 技术矿下作业人员定位系统中, 由于需要电磁波作为载体传输信息, 而煤矿矿下工作面至地面距离长达 10 余千米, WIFI 无线传输衰减大, 且传输距离短, 需要安置大量的无线中继器增大传输距离^[3-6]; 此外, 由于 WIFI 网络发射的低功率无线电信号穿透能力差, 无法穿过金属或其它高密度介质, 因此不适合于矿下作业人员监测。

本文提出基于 light fidelity(LIFI)技术的矿下作业人员跟踪定位系统, 当矿下事故发生时, 该系统可以对作业人员实时跟踪与定位, 明确作业人员在矿下的具体位置, 提高救援速度。

1 定位系统的整体设计

定位系统布局结构如图 1 所示。根据矿下特点,

收稿日期: 2018-10-15。

基金项目: 四川省教育厅项目(17ZB0028)资助; 2018 年省级大学生创新创业训练计划项目(201811116071)资助; 成都工业学院人才科研启动基金(编号: 2017RC014)资助; 国家自然科学基金项目(编号: 11705122)资助; 四川省教育厅基金(编号: 17ZA0271)资助。

作者简介: 严丹丹(1989-), 女, 四川成都人, 硕士研究生, 主要从事可见光通信技术, 电路与系统方向的研究工作。主持过四川省科技创新苗子工程项目和大学生创新创业项目, 研究生期间获得国家奖学金和四川省优秀毕业生、校级优秀研究生等荣誉。



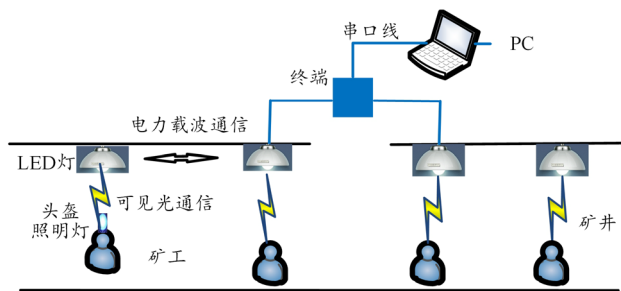


图1 定位系统布局结构示意图

在矿下一些重要位置以及人员流动频繁的通道顶部间隔一定距离安装一个含光信号接收系统且携带位置信息的LED照明灯作为监控点。作业人员配带具有发信功能的LED矿灯作为移动节点。在该矿灯内添加一块微控芯片,LED光源在微控芯片的控制下循环高速地发送该作业人员的身份信息。当通道顶部LED灯检测到作业人员的身份信息后,就将该作业人员的身份信息和位置信息通过通道顶部的各级LED基站发送至地面监控终端^[7,8],通过串口将终端数据传输至地面数据管理中心,数据管理中心及时将该监测点的移动节点位置信息、身份信息等重要信息与数据库中预存的工作人员身份信息和位置信息进行匹配,匹配成功后将对应的身份信息、位置信息和接收时间通过界面显示,以便实时观测作业人员通过矿下巷道各LED位置点的时间、位置轨迹等重要信息。

矿下流动作业人员位置信息的采集和跟踪由分布在矿下各个通道中的LED顶灯和工作人员随身携带身份耦合终端LED灯来完成。各级LED灯信息的交互通过电力载波通信实现。

2 系统硬件设计

系统原理框图如图2所示。基于LIFI的矿下跟踪定位系统由随身佩戴的信号耦合终端(LED头盔照明灯)作为信号发送端、通道顶部LED照明灯作为信号接收端、数据终端和电脑显示端4部分构成。头盔LED灯内装有微控芯片(STC89C52单片机),其最大优点是成本低、操作简单。单片机将身份数据调制在LED光源上,控制LED灯循环周期地发出可见光数据。顶部LED接收端采用光电接收模块将接收的光信号转换成电流信号,然后将该电流信号转换成电压信号,再进行放大整形后输入到STC89C52进行判读,将判读出的数据与预先调制的LED位置数据加上帧同步码复接成一帧数据通过电力载波传输^[9]。在数据终端将每帧数据中的身份数据和位置数据提取出来,并

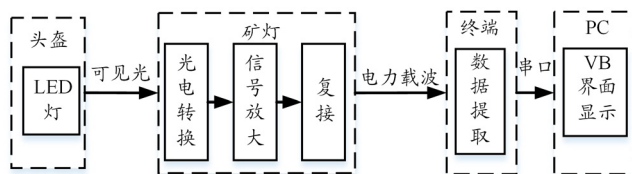


图2 系统原理框图

通过串口发送到计算机(PC)端,PC端通过VB设计的界面显示矿工的实时位置。

系统中,采用PIN光电二极管接收可见光数据,将光信号转换成电信号,恢复成与发射端一致的数据信号。通过调节电阻可将转换电压调至1~3mV。将该电压信号引入三级电路,第一级是电压跟随器,第二、三级是两级电压放大器。经过两级放大后的电压信号能达到单片机的TTL电平要求。通过调节放大倍数,LIFI通信距离最远能够达到2m。因此,考虑传输的可靠性,在灯距设计中,我们将通道顶部LED灯之间的距离设置为1m^[10-12]。

3 软件设计

通信系统软件由头盔LED身份信息发送端控制程序、通道顶部LED灯信号接收端控制程序、终端数据提取程序和PC显示端程序4部分组成。头盔灯身份信息发送端软件设计主要是单片机控制LED灯周期循环发送身份信息;通道顶部LED灯信号接收端控制程序将接收的身份数据与位置数据加上帧同步码复接成一帧数据发送;终端数据提取程序主要是将一帧数据中的身份数据和位置数据分别提取出来;PC端程序设计包括接收串口数据并将其中的身份数据与数据库预存的身份信息匹配,将该数据以图形和数字方式通过VB设计的界面显示作业人员在矿下的具体位置。

头盔LED灯身份数据发送程序采用RS232数据通信格式。头盔LED灯发送的一帧数据包括1位起始位,8位数据位和1位停止位共10位数据。矿灯接收头盔LED发送的这10位二进制数据。接收和发送设置相同的波特率,保证数据的正确收发,本系统设置为9600bit/s^[13]。矿灯数据结构如图3所示。包括8位帧同步码、8位身份数据D1和8位位置数据D2,共32位数据。其中,8位身份数据位是从接收的头盔LED

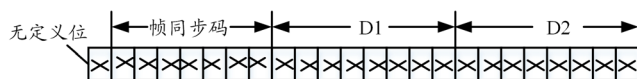


图3 矿灯数据帧结构

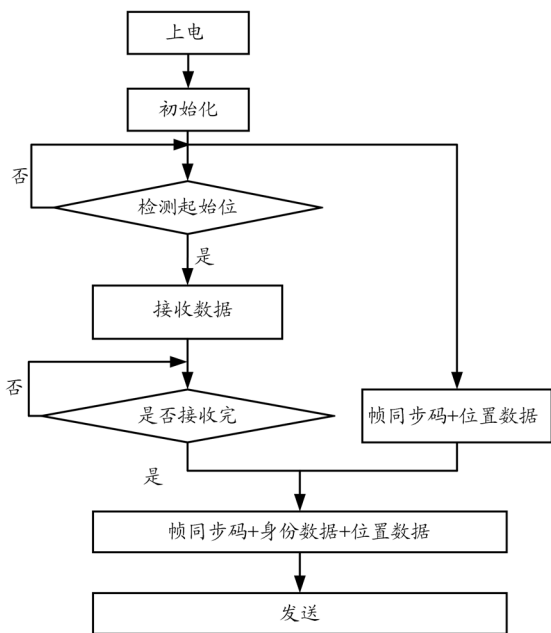


图4 接收发送端程序流程图

灯数据中提取出来的 8 位二进制数据,转换成十进制可表示的身份数据范围为 0~255 共 256 位工人的身份数据。这里的 8 位二进制位置数据 D2 转换成十进制后可表示的位置范围为 0~255 共 256 个位置点,且根据矿灯位置已预先设置为不同的数据。帧同步码统一设置为 01110010。

顶部 LED 照明灯收发端程序流程图如图 4 所示。光电接收模块将光信号转换成电信号,单片机串口检测到起始位“0”,开始接收数据位,检测到停止位时表示一帧数据接收完毕;最后,将接收到的 8 位二进制身份数据 D1 与预先设置的 8 位二进制位置数据 D2 复接,加上 8 位二进制帧同步码合成一帧数据发送出去。接收终端程序流程图如图 5 所示。PC 终端将接收到的身份信息 D1 与 Access 数据库中作业人员的身份信息进行匹配,即通过 0~255 的编号找到编号对应的矿工姓名,将该矿工的姓名和位置以及当前时间显示在该作业人员的移动轨迹数据统计表中。根据表中每位作业人员的数字信息,实时生成图形化的轨迹跟踪图显示出来^[10]。

VB 界面设计分为 3 大板块,分别是矿工行动轨迹图、信息面板和功能按键。矿工行动轨迹图用于对矿工在矿下的行动轨迹进行绘图,以直观方式展现矿工在矿下的位置点。信息面板显示的信息包含当前时间、矿工姓名和当前位置点。功能按键设置的功能包括启动系统、开始采集、停止采集和退出系统。启动系

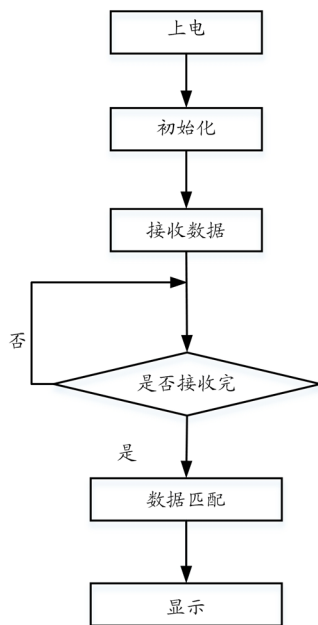


图5 接收终端程序流程图

统按键包括初始化程序,主要完成对串口参数的设置(波特率为 9600b/s、无偶校验、8 个数据位和 1 个停止位)。开始采集按键的程序主要是接收串口发送的数据,并在时间距离坐标图上绘出对应的位置点。停止采集程序的主要功能是停止数据实时采集和动态图显示^[14-16]。

4 系统测试

根据系统设计方案,我们选取 50m 走廊作为实验区间,在走廊侧壁每隔 1m 安置一个 LED 照明灯。

在实验区间内,一位实验者携带光源行走,LED 照明灯检测到光源中的身份信息将之与位置信息复接通过电力载波传输至终端,终端提取复接数据中的 D1 和 D2,并通过串口将 D1 和 D2 传输至 PC 端,PC 读取串口数据,将接收的 D1 和 D2 分别转换成十进制数据。

在一帧为“011100100000101100001010”的实验数据中,第一个 8 位二进制数据“01110010”为帧同步码;D1 为第二个 8 位二进制数据即“00001011”,D1 转换成十进制数据为 11,查找身份数据库,数据 11 对应张林;D2 为第三个 8 位二进制数,即“00001010”。由于每隔 1m 安置一个 LED 照明灯,故在 50m 的实验区间内设置 50 个位置点。“00001010”转换成十进制为 10,那么张林此刻的位置在第十个位置点即距离井口 10m

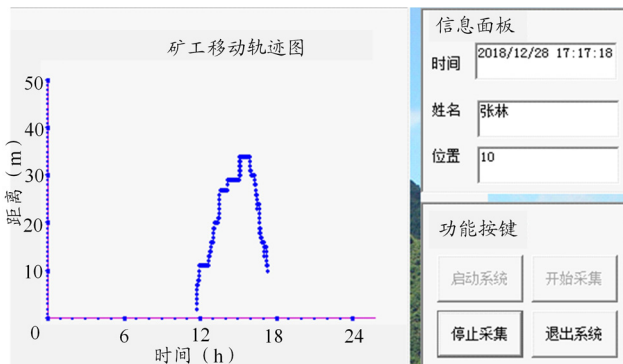


图6 PC端矿工井下跟踪定位图

的位置点。

在 24 小时内的实验时间段内,实验人员的移动轨迹如图 6 所示。从图中可知数据采集时间段在 12~18 点,其中直线段表示矿工停止不前。当前实验时间为 17:17:18 时,张林的当前位置是距井口 10m。

5 结束语

本文根据 LIFI 技术兼具照明和通信的功能将之应用于煤矿矿下人员定位系统中,能够实现地面工作人员对矿下工作人员的单工监测定位,避免传统布线的麻烦,降低硬件建置的成本,有助于提高矿井管理水平,增强应急措施。但是,目前系统定位精度不是十分理想,后续可以通过提高数据采集率以及合理布局 LED 灯安放位置来提高定位精度。未来的研究方向是实现地面工作人员与矿下工作人员的双工通信。

参考文献:

- [1] 宋志月. 基于 zigbee 矿井下人员定位系统的设计与研究 [J]. 软件, 2011, 32(4): 61-63.
- [2] 蒋磊, 于雷, 王振翀, 等. 基于 WiFi 和 ZigBee 的井下人员无线跟踪与定位系统的设计[J]. 工矿自动化, 2011(7): 1-6.
- [3] 樊荣, 宋文, 黄强. 矿井无线通信系统研究与发展[J]. 西安科技大学学报, 2010, 30(4): 471-474.

- [4] 孙继平. 矿井移动通信的现状 & 关键科学技术问题[J]. 工矿自动化, 2009(7): 11-15.
- [5] 孙继平. 现代化矿井通信技术与系统 [J]. 工矿自动化, 2013, 39(3): 1-5.
- [6] HU Sui-yan. Present situation and developing trend of coal mine automation and communication technology[J]. Journal of Coal Science & Engineering(China), 2008(3): 489-491.
- [7] 张鹤丹, 卢才武. 基于 WiFi 技术的井下人员定位系统研究[J]. 金属矿山, 2012(9): 99-102.
- [8] 姚善化, 范骏. 矿井跟踪定位通信系统的设计与应用[J]. 煤炭科学技术, 2007(2): 49-51.
- [9] 张振中. LIFI 可见光无线通信技术分析 [J]. 湖南邮电职业技术学院学报, 2015(3): 19-21.
- [10] 祝忠明, 严丹丹, 陈金鹰. 基于单片机的可见光通信系统[J]. 光通信技术, 2016, 40(9): 56-58.
- [11] 严丹丹, 蔡方凯, 陈金鹰, 等. 基于可见光的手机支付系统设计[J]. 光通信技术, 2018, 42(1): 46-49.
- [12] 陈述, 凌六一, 黄家伟, 等. 室内可见光通信 LED 光源布局及优化[J]. 光通信技术, 2018, 42(10): 56-59.
- [13] 张春霞. 基于单片机的数据串口通信研究[J]. 信息化与数字化, 2018(12): 43-43.
- [14] 陆斌, 王志强, 刘艳苹. 基于 VB 的数据实时采集和动态图形显示[J]. 电子技术, 2010(8): 3-4.
- [15] 申伟成, 宫家宝, 王家伟, 等. 基于 VB.net 的串行通信界面设计[J]. 时代农机, 2018(10): 252-252.
- [16] 刘祝贵. 基于 VB 和 Access 的动态录入界面设计 [J]. 信息技术, 2010(2): 27-28.

参考文献著录规则

参考文献中的责任者采用姓在前名在后的著录形式。欧美著者的名可以用缩写字母。如原文中作者为“P. S. 昂温”则在本刊要求中应写成“昂温 P S”, Albert Einstein Seny 应写成 EINSTEIN A S. 参考文献的责任者不超过 3 个时, 全部照录。超过 3 个时, 只著录前 3 个责任者, 其后加“等”或与之相应的词。

示例 1: 马克思, 恩格斯

示例 2: YELLAND R L, JONES S C, EASTON K S, et al

下面是常见的各类参考文献著录格式:

◆普通图书著录格式

作者. 题名: 其他题名信息[文献类型标志]. 其他责任者. 版本项. 出版地: 出版者, 出版年: 引文页码.

- [1] 广西壮族自治区林业厅. 广西自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.

◆期刊中析出的文献著录格式

文献作者. 文献题名[文献类型标志]. 出版物名称: 其他题名信息, 年, 卷(期): 引文页码.

- [2] HEWITT J A. Technical services in 1983[J]. Library Resource Services, 1984, 28(3): 205-218.

◆会议中析出的文献著录格式

作者. 文章题目[C]//会议名称, 会议日期(包括月、日、年), 会议地点(包括城市、国家). 出版地(指城市): 出版者, 出版年.

- [3] ABHINAVA S, SHARFUDDIN S, PING PAN, et al. Open transport switch: a software defined networking architecture for transport networks [C]// Hot topics in software defined networking 2013 (HotSDN2013), August 16-18, 2013, Hong Kong, China. New York: ACM, 2013: 115-120.