

基于单片机的蓝牙智能门锁设计与实现

周文超^{1,2}, 黄哲^{1,2}, 王超^{1,2}, 尹浩^{1,2}

(1. 暨南大学光电信息与传感技术广东普通高校重点实验室, 广州 510632;

2. 暨南大学理工学院光电工程系, 广州 510632)

摘要: 研究并设计一种蓝牙智能门锁, 给出系统总体设计方案以及安全保密措施。利用蓝牙设备的无线连接, 在单片机编程的基础上, 通过蓝牙地址配对、密码校验、算法加密等技术, 实现移动终端设备对蓝牙智能门锁的控制, 省去了携带钥匙的繁琐与不便。通过实验调试证明, 该门锁完全达到实际使用要求, 具备安全性高, 实用性强, 成本低廉等优点。

关键词: 蓝牙技术; 智能门锁; 单片机

Design and implementation of smart Bluetooth lock based on SCM

ZHOU Wen-chao^{1,2}, HUANG Zhe^{1,2}, WANG Chao^{1,2}, YIN Hao^{1,2}

(1. Key Laboratory of Optoelectronic Information and Sensing Technologies of Guangdong Higher Education Institutes, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 2. Department of Optoelectronic Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: This paper designs a smart bluetooth lock and gives out the overall system design as well as the security and confidentiality measures. With wireless connection, address matching and password encryption, the smart bluetooth lock based on single-chip microcomputer makes the purpose of controlling the lock come true, guarantees the safety and makes our life much more convenient as there is no need to take so many keys. It proved by the experiments, this system perfectly meets the actual requirements with advantages of safety, practicality and low cost.

Key words: technology of bluetooth; intelligent lock; SCM

0 引言

蓝牙技术是一种支持短距离无线连接的通信技术。蓝牙设备采用时分双工传输方案实现全双工传输, 工作在 2.4GHz ISM 频段(Industrial Scientific Medical Band, 即工业、科学和医学频段)上, 这一频段不需要申请就可直接使用。通过蓝牙技术不仅能有效地简化掌上电脑、笔记本电脑和移动电话、手机等移动通信终端设备之间的通信, 还能成功地简化以上电子设备与因特网 Internet 之间的连接, 从而使这些现代通信设备与因特网之间的数据传输变得更加迅速高效^[1-2]。

蓝牙门锁就是利用蓝牙的连接通信功能来开关门锁。通过密码算法的设置省去携带钥匙的繁琐, 直接通过智能终端(如手机、计算机等)完成开门的动作。此项技术还可通过一个蓝牙主端与多个蓝牙

从端之间的对接达到在安全的环境中一钥匙开启多门锁的目的, 省去多把钥匙的繁琐与累赘, 极大地方便了人们的生活。

1 系统总体设计

1.1 系统工作原理

蓝牙智能门锁分为匙端和锁端两个核心部分, 其中匙端包含智能终端和蓝牙模块 A, 蓝牙模块 A 作为通信主端, 智能终端可对蓝牙模块 A 进行控制, 使得匙端相当于开门的钥匙; 锁端包含单片机和蓝牙模块 B, 蓝牙模块 B 作为通信从端, 其可将用户的操作信息传送至门锁, 由门锁内部的单片机进行处理, 通过单片机输出电平的改变控制机械门锁的

收稿日期: 2013-01-08

作者简介: 周文超(1990-), 男, 本科, 研究方向为电子信息技术。

通讯作者: 尹浩。

动作。

在需要开启门锁时,蓝牙模块 B 会接收到自蓝牙模块 A 发送的蓝牙配对码,先对配对码进行对比,若蓝牙配对码配对成功,则可建立起两个蓝牙模块之间的连接;在建立连接后,蓝牙模块 B 会自动获取对方的蓝牙地址并作保存,随后蓝牙模块 B 会自动检索之前获取到的蓝牙模块 A 的地址是否在预先设定的地址范围内,若是,则可进入由单片机自动控制的密码校验阶段;最后则通过蓝牙模块 A 所连接的智能终端输入密码进行验证,如果密码校验正确,就可进入到开锁模式。设计原理如图 1 所示。

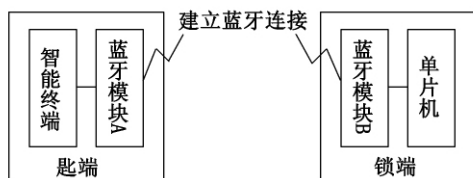


图 1 设计原理

1.2 硬件设计

锁端硬件连接如图 2 所示,其中蓝牙模块 WE-40C 具有五个端口,分别是 Vcc、TX、RX、GND、AT。其中 AT 端口是指令使能端口,由单片机的 P2.0 控制其置 1 或置 0。当 AT 端口置 1 时,WE-40C 模块会认为从 RX 接收到的是指令;若 AT 置 0,则 WE-40C 模块会认为 RX 接收到的都是普通字符。其中 WE-40C 集成众多 AT 指令,能实现蓝牙地址配对、密码设置、断开连接等功能。而将 AT89C52 的通信串口和 WE-40C 的串口相连,即可实现单片机和蓝牙模块之间的信息传递^[3]。

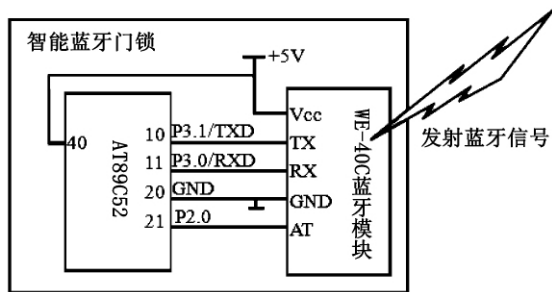


图 2 锁端硬件设计图

另外,由于匙端蓝牙电路已经广泛存在于各种智能终端设备上,可以直接使用各种智能终端,实现开启智能蓝牙门锁的功能,使得本门锁的使用具有极大的便利性。

1.3 软件设计

本系统的软件系统采用 C 语言编写,使用 Keil 软件对 AT89C52 单片机进行编译。程序的总流程

如图 3 所示。在主端与从端的蓝牙配对码匹配和地址匹配后,系统进入串口中断,执行密码的校验。将接收到的密码与主机存储密码进行对比,若密码正确,则可进入模式选择,选择开锁、修改密码或断开连接等操作。密码长度不定,最长可设置 15 位密码。若密码错误三次则屏蔽该蓝牙地址。此外,在程序执行过程中,通过单片机定时器中断设定了一个时间,若在这个时间内蓝牙没有接收到任何信息,则表示用户没有任何操作,主端控制将自动断开连接,跳转回等待信息接收的状态。

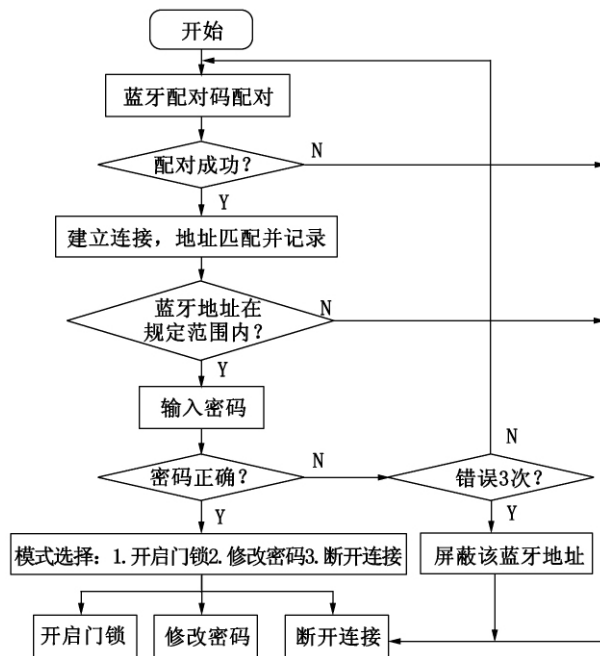


图 3 系统总流程

为了便于软件程序的维护和更新,在程序设计编写时对程序进行了模块划分。本系统的软件部分主要分为通信连接模块、加密模块、校验模块、功能选择模块和其他模块,系统的具体模块划分如图 4 所示。各模块之间既互相联系,又相对独立,便于日后系统的改进和在原有的基础上继续开发。其中,加密模块可以嵌入不同的加密算法,在提高系统在加密方面的灵活性的同时,还可以及时地更新更先进、更安全的加密算法,使系统能够获得更高的安全性。

2 系统安全性设计

由于蓝牙协议是一个公开的协议^[4],如果不通过加密等手段来保证蓝牙门锁的安全性,蓝牙门锁可以被任何蓝牙设备开启。因此,为保证蓝牙智能门锁的安全性,通过多重加密来保证门锁的安全性。

第一层安全保护是蓝牙配对,即保证只有配对码配对成功的蓝牙设备才能连接锁端,而其他无线

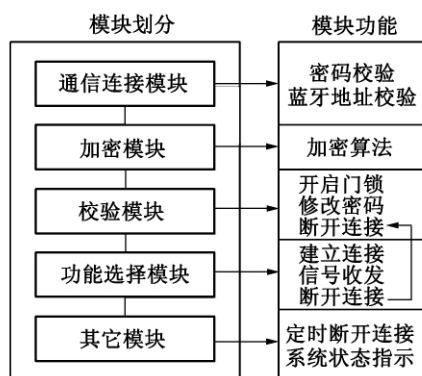


图4 程序模块划分

设备无法进行连接。

第二层安全保护是蓝牙地址的匹配。本门锁可通过设定锁端蓝牙模块匹配连接的蓝牙地址的方法,实现单点对多点,即一匙多用的实用性要求。若连接后发现模块A的地址与模块B所设定的地址范围无法匹配,系统就会自动断开连接。

第三层安全保护是密码校验及密码加密。本门锁的加密机制如图5所示,在蓝牙地址匹配成功后,用户通过智能终端(如移动电话)输入密码,经蓝牙发送,蓝牙模块B接收到密码信息后,通过单片机中的程序检验密码正确与否。为提高密码的安全性,智能终端通过蓝牙模块A传送密码信息给蓝牙模块B,蓝牙模块B在接收到密码信息后将信息传送给单片机的片内ROM,在片内ROM中对接收到的密码信息进行加密(如DES,RSA,MD5^[5]等加密算法均可通过程序块的修改得以实现^[6])得到一组中间代码(密文),并将其存放于单片机的外部存储器EEPROM中。同时,原来存放在片内ROM中的开锁密码通过加密算法也会生成一组用于开锁的中间代码存放到EEPROM中。通过程序对这两组中间代码在EEPROM内进行比较,只有两组中间代码匹配成功才能进入开锁模式。为防止穷举法破解密码,在连续输错三次密码之后,该蓝牙地址将被本系统屏蔽,在一段时间内无法与本系统中的蓝牙模块B建立连接。

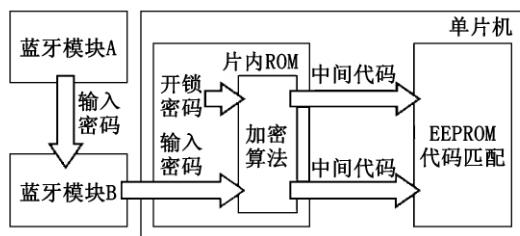


图5 密码匹配过程

此外,由于本系统软件部分中的各模块相对独

立,这使得系统中的加密算法便于修改和更新。在加密模块中可以嵌入不同的加密算法,因此可以对系统原来的加密算法的漏洞进行修补,甚至可以用更高级和更安全的加密算法来对旧的加密算法进行替换。通过对系统软件模块划分的机制,开发者可以容易地在系统中嵌入如DES,RSA,MD5甚至是更高级别的加密算法,极大地提高了系统在加密方面的灵活性以及系统的安全性。

通过上述三层的保险措施实现了蓝牙门锁的安全性保障。此外,本门锁还通过设置单片机中的定时器来限制开锁时间。在连接了蓝牙锁后,如果超过这个设定的时间还没进行任何操作,就会自动断开连接^[7];同时,将匙端蓝牙的关键信息保存到智能终端中;加之在门锁安装后,从门外看门锁是不可见的,从而进一步加强门锁的安全性。

3 结束语

本研究通过智能终端连接蓝牙模块A作为主端,蓝牙模块B与单片机相连作为从端,成功实现了蓝牙智能控制门锁的功能。该功能已成功移植到带有蓝牙功能的智能手机上,仅仅需要在智能手机上安装蓝牙串口通信软件即可实现。通过测试,本智能门锁能成功通过用智能手机对蓝牙门锁进行开关控制和密码修改等操作,同样达到了预期的理想效果。该蓝牙智能门锁通过蓝牙地址配对,密码校验,明文加密等多重技术保证门锁的安全性。此设计的完成让手机作为钥匙,完成一匙多锁的目标可以变成现实,在安全的前提下免去钥匙的繁琐,其低成本高性能轻便的优点亦有利于该门锁真正用到实际生活中。

参考文献:

- [1] 王鲜芳,杜志勇.智能蓝牙锁[J].电子世界,2004(2):54-55.
- [2] 于进才,马岚,任晓明.蓝牙技术的现状及发展[J].电子技术应用,2004(6):1-3.
- [3] 李朝青.单片机原理及接口[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006:152-156.
- [4] 金纯,林金朝,万宝红.蓝牙协议及其源代码分析[M].北京:国防工业出版社,2006:3-6.
- [5] [美]Rivest R. The MD5 Message-Digest Algorithm. MIT Laboratory for Computer Science and RSA Data Security, Inc, 1992. <http://tools.ietf.org/html/rfc1321>.
- [6] 王喜成,张振华,刘贤锋,等.公钥密码快速算法与实现技术[M].成都:电子科技大学出版社,2006.
- [7] 龚运新.单片机C语言开发技术[M].北京:清华大学出版社,2006:180-198.

责任编辑:么丽苹