

# 智能家居防盗报警系统的自动模式切换

曹楠, 刘益剑

(南京师范大学电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

**[摘要]** 现有的智能家居防盗报警系统无人模式和家居模式之间的切换一般需人工操作, 在某些情况下存在不能及时切换的现象, 会引起不必要的误报漏报. 为克服以上缺点, 本文设计了一种基于物联网环境下根据家中人数情况自动切换运行模式的智能家居防盗报警系统. 系统由外部传感器和内部智能识别系统构成, 利用外部传感器自动检测进出大门的人数, 根据人数情况自动切换工作模式. 该系统解决了智能家居防盗报警系统中的模式切换问题, 具有运行稳定、高效的优点.

**[关键词]** 物联网, 智能家居, 防盗报警系统, 事件识别

**[中图分类号]** TP309 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-1292(2015)04-0014-05

## The Automatic Mode Switch of Smart Home Security Alarm System

Cao Nan, Liu Yijian

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

**Abstract:** Manual operation to switch the unmanned mode and living mode are needed in existing smart home security alarm system. And in some cases, there will be a phenomenon that they cannot be switched, which causes unnecessary mistakes. To overcome these shortcomings, a smart switching system based on the number of people at home is designed. This system consists of external sensors and internal intelligent recognition system. The number of people getting in and out will be counted by external sensors automatically and operating modes will be switched according to the number. It will solve the mode switching problem in smart home burglar alarm system, stably and in high efficiency.

**Key words:** internet of things, smart home, security alarm system, event identification

随着我国科学技术水平的提高, 城市化建设加快, 人们外出活动时间增加, 对私有财产的保护意识不断增强, 一些智能安全设备逐步为人们所接受<sup>[1]</sup>. 因此, 如何借助嵌入式技术、传感器技术和物联网技术等, 使主人及时获知家居中的安全信息, 或智能地报警和处理, 已成为现代智能家居安全的主要研究课题之一<sup>[2]</sup>. 文献[3-4]基于公共场所安全的角度来设计门禁系统, 通过应用摄像头人脸特征识别或指纹检测器检测指纹等方法, 实现对进出人员特征的识别, 该方法存在着成本较高、安装复杂等问题. 文献[5]设计的系统在人工对系统进行相关的设定后, 实现了家中无人的情况下对温度、湿度及发生意外时进行安全报警的功能. 文献[6]通过系统内部的时钟, 在人工忘记切换工作模式的条件下, 根据预设好的时间开启家居模式或无人模式, 在一定程度上提高了防盗报警系统的智能化程度. 本文所设计的智能家居防盗报警系统侧重应用于非公共场所的家庭环境, 相对稳定的家庭环境可以减弱对人员特征的识别, 从而减小系统整体的成本, 且该系统无需人工干预, 立足于智能检测家中是否有人, 自动进行工作模式切换, 在实际应用中更加灵活方便.

## 1 总体设计

防盗报警系统通过应用外部传感器对家中人体活动进行检测; 通过内部识别系统进行事件识别, 对通行行为进行识别分析, 获取室内状态, 自动切换工作模式, 进而实现防盗报警功能. 目前常用的行为识别技术主要包括事件识别、步态识别和人体轮廓识别3种. 步态识别和人体轮廓识别需应用摄像头传感

收稿日期: 2015-03-05.

基金项目: 国家自然科学基金(61034227、61074024)、江苏省自然科学基金(BK20141453)、2013年度江苏省政府海外留学奖学金.

通讯联系人: 刘益剑, 博士, 副教授, 研究方向: 非线性系统分析与设计. E-mail: 63055@njnu.edu.cn

器获取检测目标信息,数据量庞大,运算复杂程度高<sup>[7]</sup>,且摄像头传感器对所处环境的光学条件有一定的要求,在安防条件下存在着诸多的限制.因此,本文所设计系统采用事件识别方法,运用多个光电传感器,以非接触的方式测量人体步态信号,并对通过行为进行分析,具有识别数据量小、实时性高的特点<sup>[8]</sup>.内部识别系统根据外部传感器获得室内状态后,自动切换工作模式,综合应用光电传感器、热释电传感器对非法入侵进行检测,并应用摄像头传感器和数据发送模块实现防盗报警功能.

## 2 系统硬件设计

### 2.1 主控模块

飞思卡尔 K60 单片机具有优秀的数据处理能力以及丰富的外设资源,使得在硬件设计上具有极高的集成性和稳定性.内部集成以太网模块,对物联网条件下控制提供了极大的便利.

### 2.2 传感器模块

使用非接触式传感器进行检测可降低对日常生活的影响.常见的非接触测量传感器有超声波传感器、光电传感器等.试验发现,超声波传感器虽具有发射端和接收端集成一端,可测量距离远近且受温度影响较小的优势,但以人体作为检测目标,目标强度(反射角度、反射截面积和反射系数等)具有较大的随机性,会造成较高的误检率.对射式光电传感器由发射端与接收端构成,具有精度高、量程大、响应速度快等特点,抗光、抗电磁干扰能力强,对目标强度的要求较低,故选用对射式光电传感器作为传感器模块之一.

将光电传感器发射端发射的激光调制成频率为 180 kHz、波长为 650 nm 的调制激光可有效提高光电传感器的抗干扰能力.调制管输出频率为 180 kHz 的驱动信号,作用在三极管的基极,从而控制三极管的通断,即可获得频率为 180 kHz、波长为 650 nm 的调制激光.经过调制处理后的激光束线性更加集中,探测距离更远,方向选择性更好.光电传感器调制电路原理图如图 2 所示.

接收端传感器也称接收管,是一种接收特定调制频率的激光敏感器件,由接收电路、放大电路和信号处理电路构成.系统应用光电传感器调制频率为 180 kHz、波长为 650 nm 的调制激光,因而接收管的接收频率也应与光电传感器相同.当收到特定频率的激光信号时,接收管的输出电平将会由未收到激光信号时的高电平状态跳变为低电平状态.光电传感器的接收电路如图 3 所示.

热释电传感器又称人体红外传感器,是一种以非接触形式检测人体辐射的红外信号传感器,具备抗干扰能力强、功耗低、敏感度强和隐蔽性高的特点,且具有准确鉴别生物体和非生物体的运动、误报率极低等优点<sup>[5]</sup>.当检测到由人体辐射产生的红外线时,传感器的输出电压信号会发生变化,根据信号变化的特点进行一定的逻辑判断,即可判定周边是否有人活动.

### 2.3 传感器分布

对射式光电传感器模块安装在门框上,对通过行为进行检测.为避免误检漏检,根据 GB/T 10000-1988 中各年龄段的身体

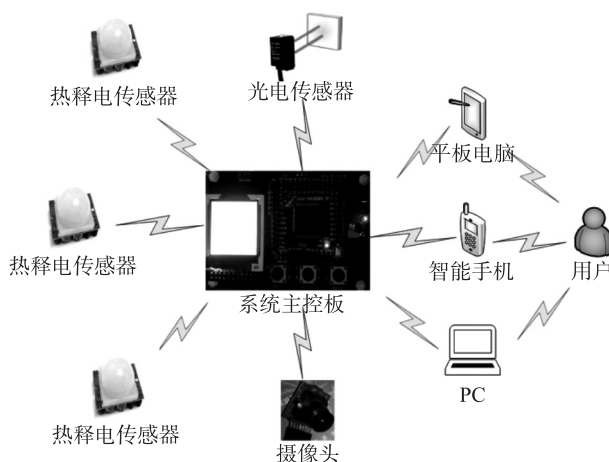


图1 防盗报警系统结构示意图

Fig.1 Security alarm system schematic diagram

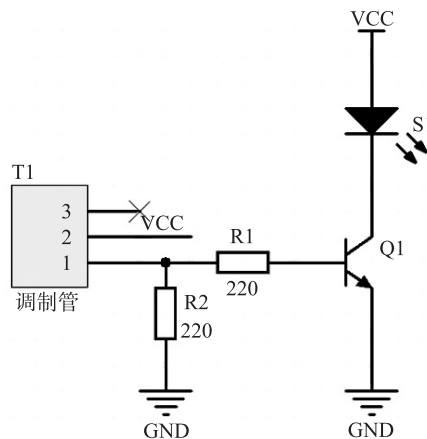


图2 光电传感器调制电路

Fig.2 Photoelectric sensor modulation circuit

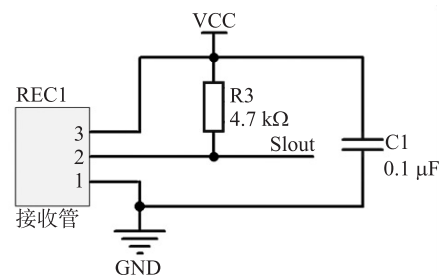


图3 光电传感器接收电路

Fig.3 Photoelectric sensor receiving circuit

特点,确定了现有的传感器分布方案<sup>[9]</sup>.

光电传感器  $S_1$ 、 $S_2$  用于检测通行方向和通行行为是否结束,安装高度为 850 mm,水平间距为 150 mm,高度上大体与人体腰部高度持平. 光电传感器  $S_3$  为安防传感器,安装高度为 200 mm,大致为人体胫骨中部位置. 热释电传感器  $P_1$  安装在门框顶部,能够更好地检测人体目标. 光电传感器安装布局示意图如图 4 所示.

3 智能识别系统设计

3.1 智能识别与家居模式

进出家门过程中,由于光电传感器与接收管之间存在遮挡,接收管接收不到信号,输出电平变为低电平,此时记为状态为 1. 反之,记为状态为 0. 热释电传感器检测到人体时记为状态 1,未检测时记为状态 0. 由状态 0 变化为状态 1 称为一次触发.

光电传感器  $S_1$ 、 $S_2$  按照触发逻辑依次被触发后,恢复到未触发状态,则判定完成一人次的进出. 图 5 所示为一次完整的通过触发逻辑. 根据光电传感器  $S_1$  和  $S_2$  触发先后顺序可以确定通行方向, $S_1$  首先被触发,随后  $S_2$  被触发,通行方向即为  $S_1 \rightarrow S_2$ ,反之则为  $S_2 \rightarrow S_1$ . 根据通行方向对室内人数进行增减. 为提高系统的抗干扰能力,单片机将变化后的室内人数存储在内部的 Flash 中,并具有掉电保护的功能,当外部供电异常导致系统关闭或者复位时,只需在恢复正常之后读取掉电前的室内数据即可继续运行.

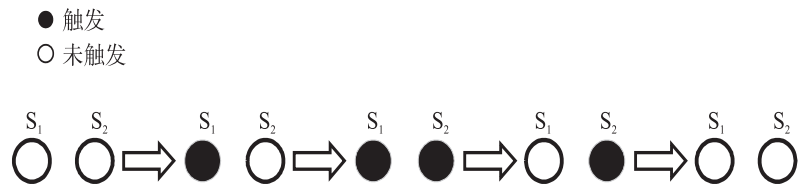


图5 光电传感器触发逻辑

Fig.5 Photoelectric sensor trigger logic

3.2 低功耗模式与无人模式

事件识别真值表如表 1 所示. 表 1 中,将安装在门框处的热释电传感器状态记为  $T_1$ ,室内进入一人记为  $T_2$ ,外出一人记为  $T_3$ ,室内是否有人记为  $T_4$ .

表 1 事件识别真值表  
Table 1 Event identification's true value table

$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	事件说明
1	0	0	1	进入家居模式,开启光电传感器 $S_1$ 、 $S_2$
1	1	0	1	进入 1 人,室内人数加 1
1	0	1	1	外出 1 人,室内人数减 1
0	0	0	1	进入低功耗模式,关闭光电传感器 $S_1$ 、 $S_2$
0	0	0	0	进入无人模式

当系统处于低功耗模式时,系统对固定通道(即房门)内的通行行为进行检测,在通道附近不存人体活动时即关闭光电传感器. 热释电传感器  $P_1$  用来探测通道附近是否存在人体活动,当检测到人体活动时,开启光电传感器  $S_1$ 、 $S_2$ ,检测不到则关闭光电传感器  $S_1$ 、 $S_2$ . 低功耗模式在有效降低系统功耗的同时,提高了光电传感器的使用寿命.

无人模式在低功耗模式的基础上增加了检测非法入侵及报警功能. 当家中无人时(即室内人数为 0),系统在等待一段时间后,进入无人模式. 当发生非法入侵时,热释电传感器  $P_1$  首先被触发,随即开启光电传感器  $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$  进行检测. 对于视频取证的摄像头传感器和发送报警信息的数据发送模块供电. 任何一个光电传感器被触发,都会被认为发生了非法入侵,摄像头传感器开始进行图像采集并存储到 TF 储存卡中,数据发送模块则发送发生非法入侵的报警信息. 若光电传感器持续一段时间未被触发,且热释电传感器  $P_1$  也未持续检测到人体,则关闭光电传感器  $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$ ,关闭摄像头传感器和数据发送模块的电源,热

释电传感器 $P_1$ 继续检测。

实际生活中,非法入侵的通道不仅仅是门,也有可能为窗户等途径。因此,在室内安装若干个热释电传感器构成热释电传感器阵列,记为 $P_2$ 。系统进入无人模式时,热释电传感器阵列 $P_2$ 自动开启,检测室内是否有人体活动。多个热释电传感器直接与内部识别系统进行数据通讯,会加大识别系统的负担和对异常事件处理的实时性。因此需应用一个独立的控制器对室内若干个热释电传感器的数据进行分析,即热释电传感器阵列 $P_2$ 控制器。完整的传感器网络节点硬件结构如图6所示。

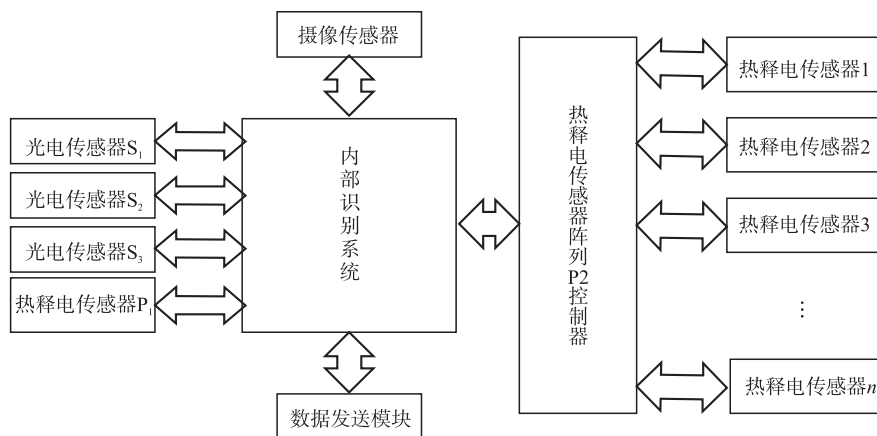


图6 传感器网络节点硬件结构图

Fig.6 Hardware structure of sensor network node

热释电传感器阵列 $P_2$ 控制器对室内的各个热释电传感器检测信息进行收集并处理,按照一定的逻辑判断是否发生非法入侵。热释电传感器阵列 $P_2$ 控制器从属于内部识别系统,受内部识别系统的控制,定时与内部识别系统通讯进行数据交换。完整的无人模式流程如图7所示。

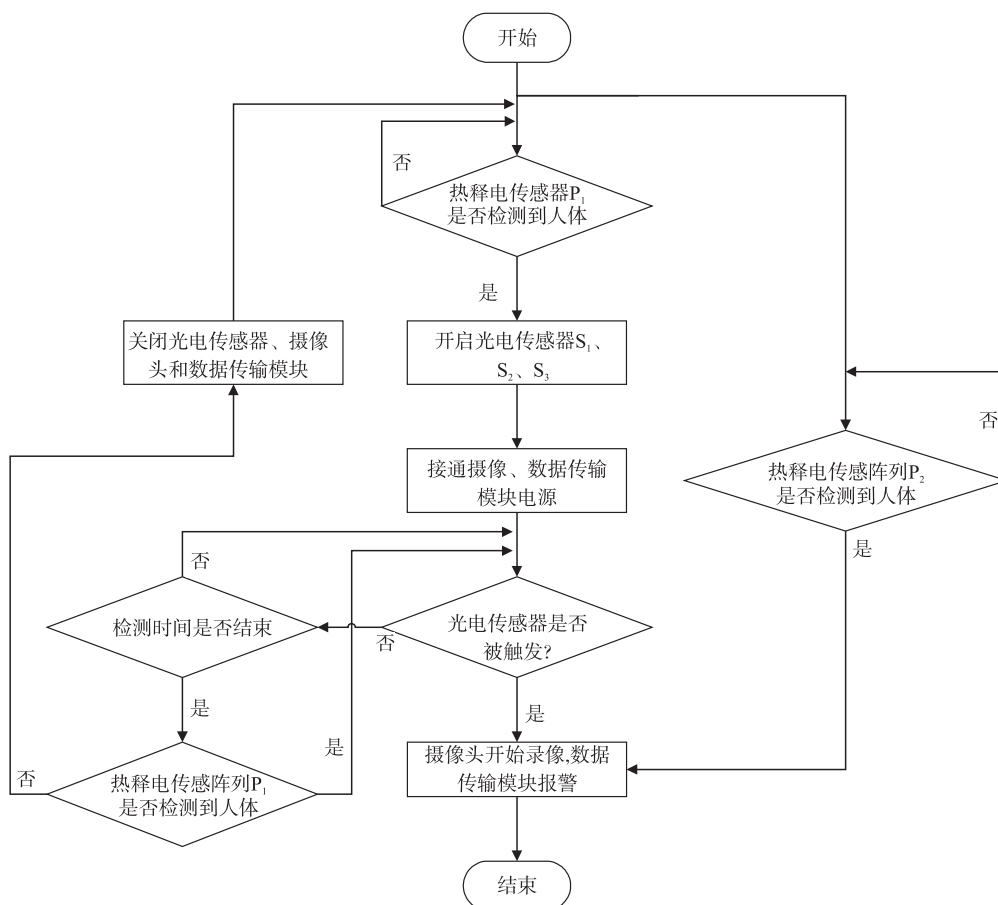


图7 无人模式流程图

Fig.7 The flow chart of unattended mode



### 3.3 光电传感器自检与故障模式

光电传感器的损坏会影响系统的正常运行,造成工作模式的非正常切换,势必会造成非法入侵的误报或漏报.因此,对光电传感器的自检十分必要.考虑到在最大程度上减少光电传感器自检对系统运行的影响,选择在夜间进行光电传感器自检.

进行自检时,依次开启关闭光电传感器 $S_1$ 、 $S_2$ 和 $S_3$ .若全部正常接收到信号,则系统恢复自检前的状态继续运行.若其中的某个传感器未接收到信号,则再次对该传感器进行开启关闭操作,多次重复操作后仍未接收到信号,则判定该传感器损坏.系统进入故障模式,点亮集成在主板上的故障报警灯,提示及时更换传感器.

## 4 结语

智能家居防盗报警系统工作模式自动切换的实现,提高了家居的智能化程度.本文针对现有智能家居防盗报警系统的工作模式切换方法的不足,设计了一种自动检测家中人数并自动进行工作模式切换的防盗报警系统.系统根据相关传感器的检测信息,对通过行为等进行事件识别,自动切换系统的工作模式,较好地实现了家居模式与无人模式的自动切换,实现了无人模式下对非法入侵的自动报警,具有一定的实用价值.

### [参考文献](References)

- [1] GILL K, YANG S H, YAO F, et al. A ZigBee-based home automation system[J]. IEEE transactions on consumer electronics, 2009, 55(2): 422-430
- [2] 陈德裕, 张宪隶, 顾晓涛, 等. 物联网下的嵌入式家居安全监控系统设计与实现[J]. 传感器与微系统, 2012(9): 105-108.  
CHEN D Y, ZHANG X L, GU X T, et al. Design and implementation of embedded home security monitoring system under Internet of things[J]. Transducer and microsystem technologies, 2012(9): 105-108. (in Chinese)
- [3] 曾党泉. 基于物联网技术的校园安防系统的研究与设计[J]. 现代电子技术, 2013(24): 43-46. DOI: 10.3969/j.issn.1004-373X.2013.24.014.  
ZENG D Q. Research and design of campus security system based on IOT technology[J]. Modern electronics technique, 2013, (24): 43-46. DOI: 10.3969/j.issn.1004-373X.2013.24.014. (in Chinese)
- [4] 许祖英, 赵金燕, 伍大明, 等. 基于PTR2000的智能小区门禁系统设计[J]. 现代电子技术, 2014(3): 4-6.  
XU Z Y, ZHAO J Y, WU D M, et al. Design of intelligent access control system based on PTR2000[J]. Modern Electronics technique, 2014, (3): 4-6. (in Chinese)
- [5] 杨亚锋. 基于C8051F005的智能家居室内控制系统设计[D]. 西安: 长安大学, 2012.  
YANG Y F. Design of intelligent household interior control system based on C8051F005[D]. Xian: Chang'an University, 2014. (in Chinese)
- [6] 张晓栋. 基于无线网络的家庭安防系统的硬件设计[D]. 武汉: 华中科技大学, 2008. DOI: 10.7666/d.d064037.  
ZHANG X D. Hardware design of family security system based on wireless sensor networks[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2008. (in Chinese)
- [7] 赵瑞宇, 孙首群, 吕晓军, 等. 高铁闸机智能监控系统中的行人检测算法研究[J]. 计算机应用与软件, 2013(3): 85-88.  
ZHAO R Y, SUN S Q, LÜ X J, et al. On pedestrain detection algorithm for smart surveillance system of turnstiles in high-speed rail[J]. Computer applications and software, 2013(3): 85-88. (in Chinese)
- [8] 程啟华, 盛国良. 闸机人体步态测量与识别算法研究[J]. 计算机测量与控制, 2014(5): 1 487-1 489.  
CHENG Q H, SHENG G L. Research on human gait test and recognition algorithm in fare gate system[J]. Computer measurement & Control, 2014(5): 1 487-1 489. (in Chinese)
- [9] 周湘峻. 热释电人体红外传感器及其应用[J]. 电子技术应用, 1994(4): 45-46.  
ZHOU X J. Pyroelectric infraed sensor and its application[J]. Application of electronic technique, 1994(4): 45-46. (in Chinese)
- [10] 中国标准化与信息分类编码研究所. 中国成年人人体尺寸: GB/T 10000-1988[S]. 北京: 中国标准化与信息分类研究所, 1989.

(下转第36页)

- [2] KUMAR V, DUTTA D. An approach to modeling & representation of heterogeneous objects[J]. Journal of mechanical design, 1998, 120(4): 659-667.
- [3] ALEXANDER P, VALERY A, PETER C. Heterogeneous objects modeling and applications[M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008: 285-290.
- [4] TERRY W. Wohlers Report 2013: Additive manufacturing and 3D printing state of the industry annual worldwide progress report[R]. Wohlers Associates, Inc., 2013.
- [5] 王春香, 李振华. STL模型分层算法的优化及应用[J]. 机械设计与制造, 2013(3): 87-90.  
WANG C X, LI Z H. Optimization and application of STL model for hierarchical algorithm[J]. Machinery design and manufacturing, 2013(3): 87-90. (in Chinese)
- [6] 王素, 刘恒, 朱心雄. STL模型的分层邻接排序快速切片算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2011, 23(4): 600-606.  
WANG S, LIU H, ZHU X X. STL model of hierarchical adjacency sorting algorithm for fast slicing[J]. Journal of computer aided design and computer graphics, 2011, 23(4): 600-606. (in Chinese)
- [7] 杨光, 刘伟军, 王维, 等. STL格式文件拓扑重建及快速切片算法研究[J]. 现代制造工程, 2009(10): 32-35.  
YANG G, LIU W J, WANG W, et al. Research on the STL file topology reconstruction and Rapid Slicing Algorithm[J]. Journal of modern manufacturing engineering, 2009(10): 32-35. (in Chinese)
- [8] 王素, 王彦, 高峰. 功能梯度材料零件层片路径扫描算法[J]. 北京科技大学学报, 2011(11): 1406-1411.  
WANG S, WANG Y, GAO F. The path scan algorithm of functional gradient material parts[J]. Journal of university of science and technology Beijing, 2011(11): 1406-1411. (in Chinese)
- [9] 朱玉芳, 杨继全, 王昌明. 基于空间微四面体的异质材料零件建模方法[J]. 机械工程学报, 2012, 48(1): 150-155.  
ZHU Y F, YANG J Q, WANG C M. Modeling method for heterogeneous material parts based on space micro tetrahedral[J]. Chinese journal of mechanical engineering, 2012, 48(1): 150-155. (in Chinese)

[责任编辑: 陈 庆]

---

(上接第18页)

- CHINA STANDARDIZATION and INFORMATION CLASSIFICATION and CODING INSTITUTE. Human dimensions of Chinese adults: GB/T 10000-1988[S]. Beijing: China Standardization and Information Classification and Coding institute, 1989. (in Chinese)
- [11] 曲日, 鲍彦如, 任长明. 城市轨道交通中闸机事件识别技术[J]. 中国铁道科学, 2006(4): 112-118.  
QU R, BAO Y R, REN C M. Event recognition method of ticket gate in urban mass transit[J]. China railway science, 2006(4): 112-118. (in Chinese)
- [12] 杨广学, 李凤娇, 慕香永, 等. 基于物联网的家居安防系统设计[J]. 计算机应用, 2010(S2): 300-302.  
YANG G X, LI F J, MU X Y, et al. Design of security and defense system for home based on internet of things[J]. Journal of computer applications, 2010(S2): 300-302. (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]