

## 通信工程学院关于毕业论文（设计） 文献阅读报告及开题报告的规范化要求

### 院内各教学单位：

为加强本科毕业设计的管理，提高毕业设计质量，对毕业设计的文献阅读及开题报告等环节作如下要求：

#### 一、文献阅读报告要求

1、学生应在第七学期内完成文献阅读报告。学生上交的文献阅读报告，须经指导教师审查、签字，答辩结束后装入该学生毕业设计档案袋存档。

2、要求学生所查阅的文献资料应与毕业设计题目内容关系密切，文献数量应不少于 5 篇（一般在 5~8 篇）；要求文献阅读报告的文字内容（5 号字）应不少于 4 页 A4 纸（不包括封面）。

#### 二、开题报告要求

1、各专业毕业设计工作指导小组负责组织本专业的开题答辩工作，要求在第七学期内完成毕业设计开题答辩。

2、开题答辩后应提交开题报告，开题报告的文字内容应不少于 A4 纸（5 号字）3 页（不包括封面）。开题报告的格式详见附件。毕业设计答辩结束后，开题报告装入学生本人的毕业设计档案袋存档。

通信工程学院

2017 年 11 月

通信工程学院

# 毕业论文（设计） 文献阅读报告

## 基于多传感器的 UGS 入侵目标识别系统设计

专业：测控技术与仪器（信号处理与仪器）

学号：52160203

学生姓名：孙一诺

指导教师姓名：周求湛

指导教师职称：教授

日期：2020 年 1 月 7 日

文献综述（主要包括国内外现状、研究方向、进展情况、存在问题、参考文献等）（5000字以上）

在相关文献的阅读中，我认识了一些有关入侵检测的内容，比如入侵检测以边界安防为基础。对入侵的人、车或遗留的物品进行判断和警报。所有文献列出的系统中都提到了传统的入侵识别和网络安防系统大部分都是使用单一种类的传感器，在单一传感器的情况下，误判率并不能达到一个很低水平。而入侵检测系统往往使用在监狱、机场、战场等人流密集、十分需求远距离高精确度的场合，因此单一传感器带来的误判是不被期望的。因此我们要利用多种不同传感器结合进行信息融合，提高准确性。

## 一、 电源管理

大部分的应用场景在野外，因此电力的支持极为重要。要配合长时间不能更换电池的境况。我查阅了部分关于电源管理的文献，了解到现今大部分远离市电的用电点或野外设备依赖的主要是蓄电池和太阳能。而蓄电池储电能量有限、太阳能电池效率低、易受天气情况影响。为了解决这一问题，我们只能从系统运行模式的方向入手：设置多组电压并能够及时根据传感器传来的环境信息进行切换，使有限的电能利用尽可能长的时间。

## 二、 低功耗值守部分

一个方向是尽可能地选择低功耗的运行模式。

### （一） 本地处理为主

无人值守的情况下，只运行较低功耗的部分，待到接收到具有一定特征的信号后，开启信号处理系统，若对比为相应的信号，则开启高功耗部分系统（摄像机、激光等传感器）对来者信息进行下一步确认，将较为准确和清晰的信息（影像、视频等）通过网络传回主机，进行警报或者其他防御系统开启的处理。（特征值预置在本地系统中，有可能出现偏差，但耗费时间较短，适合防载具系统，缺点是费电。）

### （二） 信息传递为主

无人值守情况下，同时开启数据采集低功率系统和网络系统，特征值存于主机。一致性检测通过后再由主机向高功率系统传递开启命令，开启高功率摄像头、雷达等，传递相关影像视频等信息，进行下一步警报或防御系统开启。（判断准确率较高，耗时略长，但更加节能，适合防人系统）

在《基于振动信号小波包提取和相似性原则的高压开关设备振动监测》一文中，提到了关于相似性比较原则的部分内容。文中采用了设置先验之法，通过对从振动传感器获得的相关信号进行一定的信号调理（小波包分解和分层信号重构），然后与正常设备的振动频谱（或某种

异常振动频谱) 进行比较, 若达到由相应的先验知识设置的阈值, 即可判定该振动代表某种运行状态。本文中需要进行分层重构, 处理较为复杂, 但其思想方法我们可以参考, 也印证了我们之前提出的特征值拟合判定入侵状态和种类的可行性。

我们通过对前端传感器获取的信号通过信号调理电路进行一定的信号处理之后。将获得的特征值与由深度学习算法建立的模型进行拟合, 若所提取到的特征值落于模型的许可范围之内, 则可以认为有人或车辆入侵, 同时这组数据可以输入数据库, 对深度学习模型进行进一步的优化, 使模型更加精确。

这组数据输入模型后的判断结果将会产生一个命令, 即是否开启另一套高功耗系统。若开启两路系统, 则将振动信号和高功耗系统采集到的精确信号同时传回中央主机, 进行下一步的处理如发出警报或开启防御系统。若只命令为不开启高功耗系统, 则只将一路低精确度传感器的信号传入中央主机, 对模型进行优化。等待下一次呼叫。

**(三) 光纤布拉格光栅 (FBG) 振动传感器 (E32-DC200/FRS-310) (¥8.00/m)**

《一在种用于周界入侵监测的 FBG 振动传感器》一文中我们了解到, FBG 振动传感器满足重要军事设施及敏感区域全天候、大范围、对入侵地点精确定位和长期在线监测的要求。

以光纤传感技术为基础、以光纤为媒介、光波为信息载体, 使监测系统的结构大为简化。光纤本身电绝缘、抗电磁干扰和环境适应性好, 并能与现代通信设备高度融合, 为敏感区域的周界入侵监测提供了一种新的技术途径。

FBG 应变传感的基本原理为:

$$\Delta\lambda_B = (1 - P_e)\varepsilon\lambda_B \tag{2.1}$$

$P_e$  为光纤的有效弹光系数;  $\varepsilon$  为其轴向应变。

当 FBG 受到外界应力场作用时, 利用波长解调装置测量其中心反射波长的变化量, 便可精确获得外部相应作用参量的信息。利用光纤技术, 以其可以将无源信号远距离传递的特点, 我们可以将该传感器放置于任何入侵对象有可能经过的位置, 乃至构成传输网络。出于隐蔽性和安全性考虑, 可以将该传感器传导和接收部分埋入地下, 探头部分贴于地面。

**(四) QMC5883L 型三轴磁传感器**

此传感器用于定向, 精确测量 XYZ 轴方向上的坐标, 可以分别输出被测物体在直角坐标系下每个方向的信息 (共高低十六位), 故而可以和摄像头或激光雷达配合使用, 以其输出的距离信息传入 MCU 进行处理, 将坐标信息转换为雷达或摄像头的可转动式底座的舵机转动角度信息, 控制高能耗传感器尽可能正面地获取到入侵对象地信息, 增加视野范围。

应用温度 -40℃~+85℃, 可以在全球大部分地区的大部分时间使用。具有大范围操作电压 (2.16V~3.6) 和低功耗(75uA)的特性。

### 三、 高功耗精确探测部分

#### （一） 用于探测载具的激光雷达

在参考了《近程汽车激光防撞雷达研究》一文后，我们了解到在激光雷达的使用上对于测距的方法主要有干涉测距法、三角测距法、脉冲测距法、反复测距法和相位测距法。其中干涉测距法、三角测距法和反复测距法的测程较短，不适合本系统要求的检测的数公里以外的快速移动的载具，故而不采用。

相位测距法的测程可以达到几千米，精度可以达到 **0.012mm**，精度较高；脉冲测距法使用的脉冲激光可在瞬间输出较高的功率，使较远距离处的障碍物仍能产生功率足够的回波信号，使其的测程达到几百米，精度虽不如相位测距法但也较高，基本可以达到识别、分类的目的。

且脉冲激光雷达在接收一次回波时即可获得距离信息，测量周期短，而相位测距雷达需要至少两次才可获得距离信息。对于测量高速移动的载具的需求，我们的期望是取得较高的测量速度、较短的测量时间。

最重要的一点是，相位法需要合作目标而脉冲法不需要合作目标，对于防御入侵的系统，我们不可能拥有合作目标且必须拥有很高的隐蔽性和安全性，二者中较合适的是脉冲测距法。

综上所述我们可以在高速载具系统测量中采用脉冲测距法。

关于脉冲激光测距

雷达是典型的非相干直接接收式激光雷达，由激光器发射一个或一列它的光脉冲，测量自发射脉冲时间与激光到达被测物体并由被测物体反射回到激光接收器之间的时间差 $\Delta t$ ，由此可计算被测距离  $L$ ，即

$$L = c \cdot \frac{\Delta t}{2} \tag{3.1}$$

其中， $\Delta t$ ——自发射脉冲起始时间与回波信号之间的时间差； $c$ ——光速

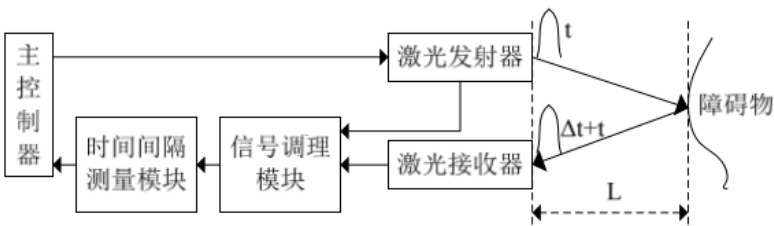


图 1 脉冲激光测距雷达基本原理图

在《基于激光点云的车辆外廓尺寸动态测量方法》一文中采用了激光点云动态测量方法，解决了车辆外廓尺寸测量中存在的测量准确度低、重复性差及三维轮廓重构质量差的问题，提出一种基于激光点云的动态测量方法，首先基于车辆外廓尺寸动态测量原理，对系统测量方案进行了设计，然后为去除激光雷达在采集过程中产生的噪声和冗余数据，基于 **kd-tree** 建立点

云空间拓扑关系并采用邻域平均法实现点云数据的去噪，借助最小二乘法判断局部曲率特征对点云数据进行精简，并通过边界点识别算法对边界特征进行保护。

文中使用的 LMS141 型和 LMS111 型雷达测量距离只有 40m 和 20m，和我们的系统要求有一定的差异，但我们可以采用其测量方法。即三雷达外型确定法。用车前雷达探测车辆的长度，有车左车右雷达确定车辆的宽度和高度。再左右雷达的协助下拼合出横向的图案。此法虽然在实验室中利用龙门框架进行测量，但由于雷达探测方法的特殊性，我们依然可以在野外利用自然环境进行隐蔽，设置不易被发现的入侵探测系统，得到相关入侵的载具相关的信息。其安全性能和隐蔽性甚至比摄像头更加优越。使用此文中的方法得到的结果如图所示。

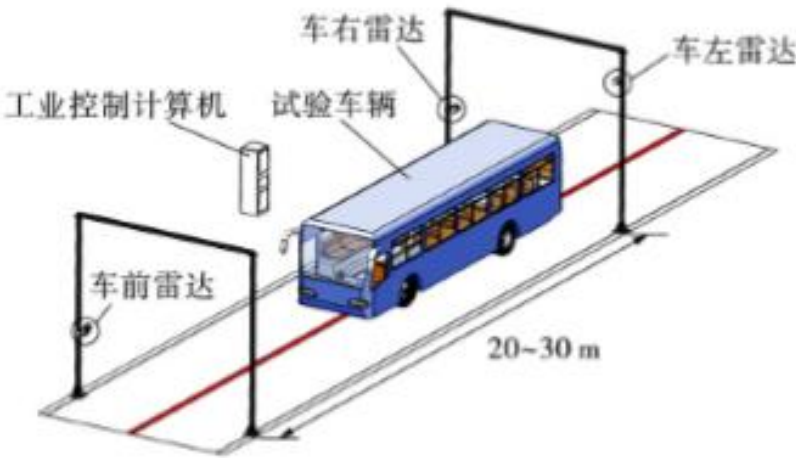


图 2 车辆外廓尺寸动态测量系统布置方案

此法虽然在实验室中利用龙门框架进行测量，但由于雷达探测方法的特殊性，我们依然可以在野外利用自然环境进行隐蔽，设置不易被发现的入侵探测系统，得到相关入侵的载具相关的信息。其安全性能和隐蔽性甚至比摄像头更加优越。使用此文中的方法得到的结果如图所示。

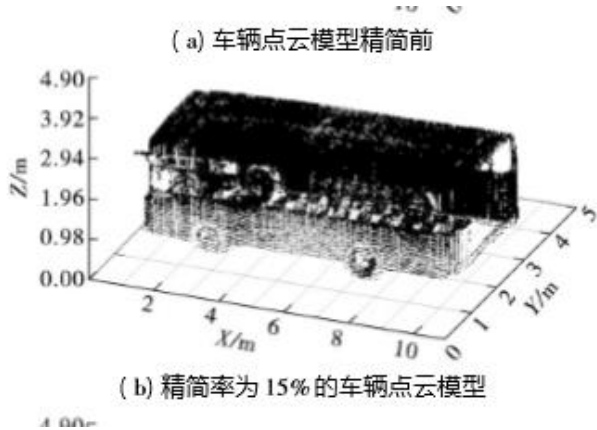


图 3 车辆点云模型

## （二）用于探测人经过的摄像头（ov7725）

滤除杂色功能，色彩鲜艳，使图像不失真，更加准确地识别入侵对象。640\*480，60 帧。输出缓存 348KB,镜头参数 3.6mm，F2.0，78°，工作电流 60mA，功耗不算太高省电，工作温度-20℃~70℃，保暖措施做好可用于全球大部分地区。拍摄距离需求 150 米，此款镜头不能达到要求，考虑加装外设透镜以扩展视距。

## 四、通信部分

### （一）LoRa 通信

一种低功耗的通信系统，有利于供电不稳的环境或者野外不能及时更换电池的环境使用。由《LoRa 通信技术的应用》一文可知，该通信方式位于多免费波段，节省通信资费，可以免去一大笔用于维护的开支。在《应用于工厂自动化的 LoRa 通信系统设计与实现》一文中我们了解到，它的穿墙绕射能力更强，适合于野外复杂的环境；且其支持节点多，便于大量部署，在本系统的背景之下，可以设置多个采集终端，利用扩频技术，将每 bit 的数据都分割成码片，扩大数据传输路径的容量，以提高防入侵能力。故而在各个外设间的通信以及防入侵系统中的各个本地端之间的通信可以进行简单组网，利用其无线传输的灵活性进行信息传递。。同时这种通信方式抗干扰能力较强，可以较大幅度上对抗对方在入侵目标上安装的反侦察系统。

### （二）网线通信

设置中继站，使之成为多个 LoRa 通信的终端，接收多个本地端信号；网线通信的前端，将接收到的信息上传中央端，网线可以埋入地下或经过伪装后隐蔽在自然环境中，有足够的安全性和稳定性。

## 五、中央端

### （一）图像处理

图像处理识别分类算法，可以使用深度学习算法获取到的图像进行分类。深度学习算法进行图像分类已经有几年的发展历程，从最初简单的黑白图像文字识别分类已经发展到了精细化的实物特征分类。在刑侦、及军事等方面我们可以看到人脸识别或重建、追踪器、追踪算法的利用。

在《入侵目标视觉检测与识别的研究进展》一文中我们了解到，特征提取是进行视觉化目标识别的主要方法之一。该文章以识别进入机场周围的无人机、飞鸟、异型飞行器为例，进行

了有关天地分割，目标识别和分类的研究。文中提到，在机器视觉处理过程中，会受到来自各方面的影响，包括环境中的光线强弱、地面上的障碍物、图像获取质量的优劣、分辨率等。传统的图像处理系统中虚警率和误判率都较高。

此文由于是针对机场等同时具有天地背景的情况进行处理，故而在文中提出了可以用阈值法和基于聚类法进行天地分割，通过天地背景不同的边界变化的测量，有效提高识别的效率。虽然我们设计的系统主要用于地面人类和载具的识别，但依然可以参考此法。在地面画面中设置不同的颜色阈值或动静状态阈值，即可对被监视区域进行分割，缩小下一步进行特征提取范围，提高识别效率。

文中还提到了关于在机器视觉方面关于特征提取的一些内容。其方法和我们涉及到的深度学习方法有类似之处，都是通过特征提取和分类来将机器制造出一种类似于人脑依模型判断种类的功能。基于光学机载图像的入侵目标识别分为在线识别和离线训练两阶段。离线训练又可分为特征提取与分类器训练两个步骤，通过特征提取获取目标的特征描述，再通过分类器训练获取目标在特征空间上的分界面。在线识别同样需要提取目标的特征描述，在此基础上通过计算出目标相对于分界面的位置获取入侵目标的类型。因此特征提取是入侵目标识别部分的核心。

入侵目标分类识别中一般用到的特征包括：颜色特征、形状特征、梯度特征和模式特征，梯度特征通过对图像块提取方向和梯度来描述目标特征，包括尺度不变特征以及梯度方向直方图等。模式特征通过分析图像中局部区域之间纹理信息的区别获得特征描述。与梯度特征相比，纹理特征的缺点在于特征维度较高，为后续的分类带来的较大的计算负荷。形状特征通过提取目标的轮廓信息获得目标的特征描述，该特征的优点在于尺度、旋转和平移不变特性，但是缺乏目标的颜色与纹理特性。颜色特征通过计算图像灰度与颜色分布来获取目标的特征描述，该类特征的稳定性较差，因此应用受到了限制。

## （二） 振动信号处理

### 1. 原始信号降噪

在《入侵报警系统中振动源的目标识别算法研究》一文中我们了解到了在周界入侵检测系统中安装的传感器收集到的信号频率成分混杂，容易在信号处理的过程中引起误判，并且在此系统的信号处理算法中低频成分比高频成分更加有意义。另外，由于精度要求，该系统中的振动传感器往往收集到数量十分巨大的数据，在描绘出信号的幅频基本特性的同时，往往还具有大量的数据冗余，因此我们要使用滤波器对该系统收集到的信号进行处理，留下尽可能少数数据，达到尽可能不影响特性的失真的目的。

在《信号与系统》、《数字信号处理》等相关课程中我们学到过一些滤波的方法，比如窗函数法、线性相位法等。在此文中关于人类脚步和移动载具引起振动的处理的示例中，我们可以



发现在该种情况下窗函数法拥有更合适的滤波特性。文中在滤波时使用了凯泽窗进行处理，可以看到文中实验的结果中，冗余数据得到了有效的过滤，并且基本保持了原有的幅频特性。

文中还提到了另一种滤波方法——小波降噪。该方法是近二十年来新发展出的方法，丢包率低，处理质量更高。

## **2. 处理后信号特征提取与识别**

进行了冗余数据处理后的振动信号幅频特性更加清晰，便于下一步的特征提取。在之前了解到的深度学习相关知识、参与过的相关项目中了解到。深度学习的本质是设置一个特殊的滤波器对被处理对象的特定部分进行特征提取和比较，并与已经建立好的模型的特征值进行拟合，若能在一定的范围内拟合，即可归为某类。

通过对特征值的细化和分类标准的细化，我们可以将获取到的信号，分为多的细化类，识别出更加准确的目标。但是特征值的提取的过程本质上是采样，因此本身就存在误差，所以过于细化可能会引起较大的误判。幸而本系统设计是多传感器融合系统，除了振动传感器获取到的信号以外，还有其他传感器获取到的信号进行对比，所以只需用此法将被测信号分数类即可，不会发生过大的误差。