

文章编号: 1672-8785(2011)12-0023-04

基于阈值分割和边缘检测的枪支 THz 图像识别

冯艳平 王 徽

(郑州职业技术学院, 河南 郑州 450121)

摘 要: 针对太赫兹 (THz) 图像的特点, 采用阈值分割和边缘检测等数字图像处理技术将枪支分割出来, 然后提取枪支的有效特征, 并对人体携带枪支的 THz 图像进行自动识别和判断。若发现有危险品或可疑物品, 则发出警报信号。实验结果表明, 该方法能够有效地将人体隐蔽携带的枪支类危险品同钢笔、钥匙、挂饰等人体通常携带的其它物品区别开来, 实现了安全检查中对枪支武器类违禁品 THz 图像的自动识别。

关键词: 太赫兹成像; 安全检查; 图像处理; 特征提取; 图像识别

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2011.12.005

Feature Recognition of Pistol in Terahertz Image Based on Threshold Segmentation and Edge Detection

FENG Yan-ping, WANG Hui

(Zhengzhou Vocational Technology College, Zhengzhou 450121, China)

Abstract: According to the characteristics of THz images, some digital image processing methods such as threshold division and edge detection are used to segment the pistol from a THz image. Then, the effective signatures of the pistol are extracted and automatic recognition and judgment are implemented on the image. If hazardous or suspicious goods are found, an alarm signal is generated. The experimental result shows that this method can effectively discriminate the pistols concealed in clothes from other metal goods such as pens, keys and ornaments which people usually carry. It can be used to automatically identify the contraband goods such as pistols in the THz images in a security check.

Key words: terahertz imaging; security check; image processing; feature extraction; image recognition

0 引言

THz 成像技术是一种利用 THz 辐射 (通常是指波长在 $30\ \mu\text{m} \sim 3\ \text{mm}$ 之间的远红外电磁辐射) 作为信号源进行成像的技术^[1]。THz 辐射对电介质如衣物、纸箱等包装材料具有很好的穿透性, 因此可以对隐蔽在这些材料下的物品进行成像。与 X 射线相比, THz 辐射的电子能量很低, 不会对被检测物质和人体造成电离性伤害^[2]。这些特性使 THz 成像在安全检查、无损检测^[3] 等方面具有广阔的应用前景^[4]。

由于 X 射线等辐射对于人体具有一定的伤害, 目前大多数安检系统都只是针对行李等物品进行检测。许多场所对人身携带的危险物品的检测力度不够, 以致无法预防一些不法分子隐蔽携带枪支进入人员密集场所持枪行凶。THz 辐射在安检领域具有独特的优势。它对人体组织没有辐射损伤, 并且对电解质材料、纸张、纺织物等常用包装材料具有很强的穿透力。人们可以在机场、车站等场合利用 THz 辐射对人体进行成像检查, 以探测人体携带的隐蔽物品^[5]。目前, 大多数安全检查及监控图像都是靠人眼

收稿日期: 2011-10-18

作者简介: 冯艳平 (1983-), 女, 河南人, 助理讲师, 硕士, 主要研究方向为 THz 成像技术及图像处理。

E-mail: appleple@qq.com

来识别的。这很容易造成人眼疲劳,以致误检或漏检。本文基于数字图像处理技术,对人体隐蔽携带枪支的 THz 图像进行图像分割、变换和边缘检测等处理,并从不同角度对其进行分析和判断,以判别可疑物是否属于枪支危险品。若满足条件,则启动报警装置,发出报警信息。

1 THz 图像的输入及预处理

近几年来,世界上的多个研究小组已经在 THz 成像技术的诸多应用方面开展了研究工作。研究表明,普通的包装材料(如衣物、塑料、纸张等)对 THz 辐射是透明的,光谱没有特征。THz 辐射能够探测隐藏在这些包装材料下的违禁品,而且它没有 X 射线的致电离性,不会对材料和人体造成伤害。

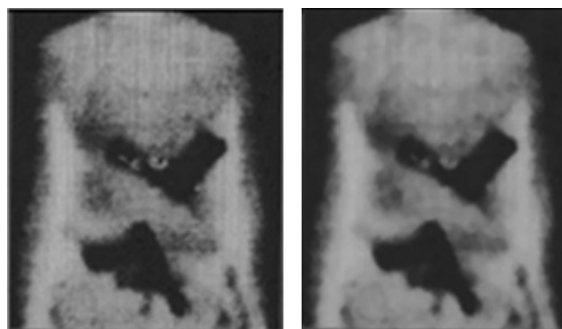
图 1(a) 为一幅普通的光学图像。其中,一个人上身穿着黑色外套。但是我们从图 1(a) 中看不到衣服内是否夹带物品。图 1(b) 所示为此人的 THz 辐射成像。THz 辐射能够穿透服装,将衣服遮盖下的枪支清晰地显示出来。



(a) 普通的光学图像 (b) THz 辐射成像结果
图 1 检测结果对比

为了保证特征提取和最后的分类识别顺利进行,我们采取以下几个步骤对人体隐蔽携带枪支的 THz 图像进行预处理。通过图像转换将其变成适合于计算机进行特征提取的形式。对图像进行平滑处理的主要目的是去除干扰、噪声以及差异,在有效保留图像边缘的同时,使图像看起来更加平滑。通过比较几种方法的结果,本文选择窗口大小为 3×3 的中值滤波^[6]方法对人体隐蔽携带枪支的 THz 图像进行平滑处理。中值滤波可以有效地清除噪声,保持图像良好的

边缘特性,而且在实际运算过程中不需要图像的统计特性,运算简单、速度快。图 2(a) 为经过转换后的灰度图像,图 2(b) 为 3×3 中值滤波处理后的图像。



(a) 灰度图像 (b) 3×3 中值滤波

图 2 图像处理结果

2 阈值分割

阈值分割^[6]是指先确定灰度图像的一个处于图像灰度取值范围内的灰度阈值,然后将图像中各个像素的灰度值与这个阈值进行比较,并根据比较结果将对应的像素分割成两类:像素灰度大于阈值的一类 and 像素灰度值小于阈值的一类,灰度值等于阈值的像素可以归入两者之一。分割之后的两类像素一般分别属于图像的两个不同区域,所以根据阈值对像素进行分类可以达到区域分割的目的。如果感兴趣的物体在其内部具有均匀一致的灰度值并分布在一个具有另一个灰度值的均匀背景上,那么使用一个固定的门限值时的分割效果就非常好。如果图像由于光照不均、各处对比度不同、突发噪声以及背景灰度变化等原因使分割效果受到影响,那么可以使用动态阈值分割方法。该方法的时间复杂度和空间复杂度比较大,但抗噪声能力强。

为了有效地提取出枪的主要特征,需要准确、有效地将枪具与背景物分割出来,以保证后续的识别工作能够顺利进行。获取图像的灰度直方图,然后采用直方图分析方法求得图像分割的最佳阈值,并将图像分为背景和目标两部分。该方法不仅直观性强,程序简单,而且对于本文所涉及的图像的分割效果也比较理想。通

过阈值分割处理, 可以增加图像中目标与背景的对比度和增强枪具的边缘显示, 从而准确地提取出枪具区域。在通过阈值分割获得的二值分割图像中, 图像周边产生的一些凹坑和凸起可能会影响形态学特征的获取。在提取形态特

征之前, 可以先对图像进行适当的腐蚀与膨胀处理, 以消除这些噪声的影响。实验结果表明, 枪具的内部灰度值比较均匀, 分割处理后的图像效果比较好, 内部平滑, 轮廓也比较清楚。图 3(c) 所示为分割处理后的效果图。

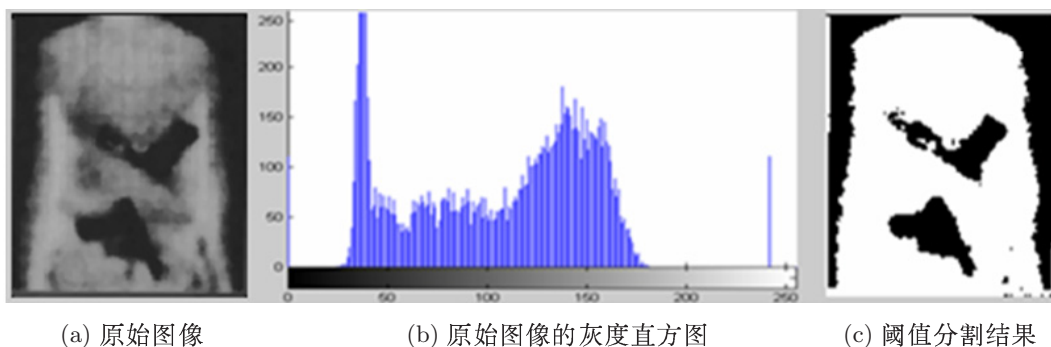


图 3 阈值分割的效果图

3 边缘检测

图像边缘是图像的最基本特征。边缘是指那些周围像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的像素的集合。边缘广泛存在于物体与背景之间、物体与物体之间以及基元与基元之间。在 THz 危险品检测中, 边缘主要以灰度值突变的形式表现出来。边缘能够勾画出目标异物, 使计算机软件更容易识别异物。边缘检测算子^[6]用于检查每个像素的邻域并对灰度变化率进行量化 (包括确定方向)。

在人体携带的物品中, 像枪支这种带有一个拐角形状的物品并不多。因此, 本文主要根据枪管与枪托之间的夹角来识别枪支。为了求得这个夹角的大小, 需要提取出枪支的图像边缘。本文对人体隐蔽携带枪支的 THz 图像边缘检测算子的选取, 是通过比较实验结果得出的。在对比几种经典边缘检测算子对人体隐蔽携带枪支图像的边缘检测效果图之后, 本文选取 LOG 算子来进行边缘检测处理。

4 枪支识别

4.1 特征提取

图像特征是指图像的原始特性或属性。图像特征的提取结果给出了某一具体物品的图像

与其他图像相互区分的特征。对于计算机图像识别系统而言, 物体的形状是一个赖以识别的重要特征。一个物品的图像的形状和结构特征有两种形式: 一种是数字特征, 主要包括几何属性 (如长短、面积、距离和凹凸特性等)、统计属性 (如黑色像素点在垂直方向的投影) 和拓扑属性 (如连通、欧拉数); 另一种是由字符串和图等所表示的句法语言^[6]。

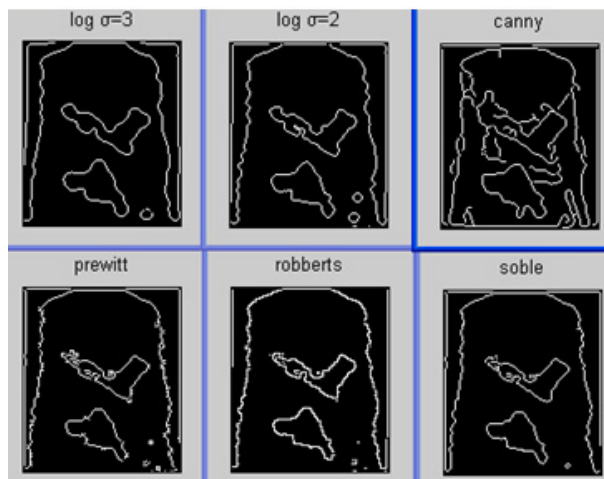


图 4 经典边缘检测算子的提取结果

在对图像进行边缘检测处理后, 根据枪支的边缘特点并结合前面的理论思想, 我们考虑用枪具的形态学特征来识别枪具类危险品。通

过观察手枪的图像,可以看出枪管和枪托之间都有一个夹角(J)。这个夹角(J)的大小一般都是大于 90° 而小于 160° 的。为了求出这个夹角的大小,我们在边缘图像的枪托与枪管交界处选取三个不在同一条直线上的点。由这三个点的坐标求出每两个相邻点组成的直线的斜率及其倾斜角,然后确定这三个点所在的两条直线间夹角(J)的大小。基于以上考虑,本文使用枪的面积(A)、长度(H)、宽度(W)以及枪管与枪托之间的夹角(J)等主要形态学特征。

4.2 识别试验

图像识别^[7]也称模式识别,简单地说,就是根据某些特征对一种研究对象进行识别和分类。它不要求输出结果是一幅完整的图像,而是经过预处理、分割和描述处理后提取到的有效特征。根据提取的特征参数,采用某种分类判别函数和判别规则,即可对图像信息加以判断、分类和辨识。模式识别的目的就是采用某种仪器或设备自动处理某些信息,代替人完成分类与辨别任务,从而快速而准确地进行图像识别。

当确定枪具的形态学特征参数以后,我们利用下面的算法提取了可疑危险品。

```
if((J<Jth2)&&(J>Jth1))
    Q_Right=1    % 结论为危险
end
else if ((H>Hth1)&&(J>=Jth1)&&(W>=Wth1)
&&(W<=Wth2))
    Q_Right=2    % 该物品为可疑物
else Q_Right=0    % 结论为安全物
end
```

其中, Jth1、Jth2、Hth1、Wth1、Wth2 分别为 J、H、W 的阈值。它们是由实验获得的。

我们利用以上算法进行了一些形态学实验。

其程序运行结果如下:

```
Q_Right=
1
```

实验结果表明,该方法可以将枪支从人体隐蔽携带枪支的 THz 图像中分割并识别出来,并可发出有效信号。

通过进一步的实验验证,该方法还可以将枪支同钢笔、钥匙、挂饰等一些人体经常随身携带的物品区分开来。

5 结论

近几年来,恐怖分子从事恐怖活动日益猖獗,其手段也越来越隐蔽。将 THz 成像技术应用在机场、车站、广场、大型体育比赛、大型音乐会和地铁等人员密集场所进行人体安全检查,是现行安检手段的重要补充。

通过将数字图像处理技术与智能化监控报警系统相结合,可以对人体隐蔽携带的枪支进行图像分割、测量、分析和识别。Matlab 仿真结果表明,本文所研究的用于识别人体隐蔽携带枪支的 THz 图像识别方法是可行的。该方法可以将可疑物从人体的 THz 图像中分割出来,并可根据可疑物的形态特征分析其是否为我们所要搜寻的枪支类危险品。如果是此类危险品,就启动报警装置,发出报警信号;如果是可疑物品,则发出另一种报警信号,以便安检人员进一步检查和确认。通过采用图像识别技术可以减轻安检人员的劳动强度,提高安全检查的工作效率,增强安全检查的可靠性。这样才能及时有效地发现潜在的安全隐患,保障人民的人身和财产安全,维护社会的和谐与稳定。

参考文献

- [1] 汤庆乐. THz 成像探测技术 [J]. 光学与光电技术, 2005, 20(12): 61-63.
- [2] Wallace V P, Fitzgerald A J, Pickwell E, et al. Terahertz Pulsed Spectroscopy of Human Basal Cell Carcinoma [J]. Appl Spectrosc, 2006, 60(2): 1127-1133.
- [3] Matthew B C, Edwin J H. Noninvasive Detection of Weapons of Mass Destruction Using Terahertz Radiation [C]. SPIE, 2003, 5070: 38-43.
- [4] Kodo Kawase, Yuichi Ogawa, Masatsugu Yamashita, et al. THz Parametric Sources and Imaging Applications [J]. Sci Technol, 20(4): 258-265.
- [5] 冯艳平, 赵元黎. 基于阈值分割的 THz 图像刀具识别 [J]. 微计算机信息, 2009, 7(3): 270-271.
- [6] 冈萨雷斯. 数字图像处理 (第二版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [7] 四维科技. Visual C++/MATLAB 图像处理与识别使用案例精选 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.