



跟踪机器人

方州 邓雷

摘 要 本文针对跟踪机器人进行了研究,介绍了目前跟踪定位技术的一些常用方法,并根据目前跟踪机器人存在的一些不足和具体的应用场景,提出了一种基于主动红外信号源和超声测距的跟踪方案用来实现跟踪功能。

关键词 跟踪机器人; 红外定向; 超声测距

1 引言

随着机器人应用领域的拓展,大范围、高难度的作业要求机器人具有更大的活动空间和更强的适应能力,作为传感器、执行器、运动规划密切结合的活动载体,移动机器人具有广阔的应用前景和商业价值,其研究也越来越受到人们的重视。

在过去的20多年中,运动目标跟踪的理论和方法已取得了较大发展,成为当今热门研究领域之一。但将它应用于移动机器人技术还是一个新兴的重要发展方向。在未知环境下该问题具有几个特殊性:首先,由于机器人常常是在未知的环境中进行运动因此带来的目标和背景的可变性及复杂性,对跟踪概率和精度提出了更高要求。其次,目标位置空间、时间的不确定性,使得跟踪的实时性要求和信息获取的空间分辨率要求比固定目标的高得多。最后,由于机器人本身处于移动中,自身的位置也不确定,因此涉及到坐标系的相对运动,相比与固定的系统又增加了复杂度。迄今已付诸工程实践的移动机器人运动目标跟踪技术大多是基于特定的场所和任务,如足球机器人等。因此,具有未知环境下运动目标自主跟踪技术的移动机器人在众多领域具有普遍意义。

而且跟踪机器人的应用空间也非常广阔,行李运输就是其中一个潜在的发展领域:例如它可以在机场帮助乘客运输行李,能按照乘客行走的路线,在同一时间将行李运送到乘客到达的位置。再比如超市的购物车如果安装上这种跟踪模块,则购物车就可以自动的跟着顾客行走,从而使顾客的购物过程能够更加的方便和愉快。

2 国内外研究现状分析

2.1 基于视频图像处理的跟踪技术

目前,关于目标跟踪技术研究最多的是基于视频图像处理的跟踪技术,主要有下面几种方法。

2.1.1 基于运动分析的方法

帧间差分方法和光流分割法是基于运动分析的主要方法。

帧间差分方法是对相邻帧图像作相减运算之后,对结果图像取阈值并分割,提取运动目标。

光流分割法是通过目标和背景之间的不同速度来检测运动目标。

2.1.2 基于图像匹配的方法

基于图像匹配的方法可以识别待定目标及确定运动目标的相对位置,正确截获概率和定位精度是图像匹配的主要性能指标。基于匹配的原理,该方法可分为区域匹配、特征匹配、模型匹配和频率域的匹配。

区域匹配的思想是把参考图像的某一块整体与实时图像的在所有可能位置上进行叠加,然后计算某种图像相似性度量的相应值,其最大相似性相对应的位置就是目标的位置。

特征匹配即在提取特征后,对特征属性矢量(点、边缘、线段、小面或局部能量)作相关度计算,相关系数的峰值即为匹配位置。

模型匹配是建立合适的目标模型,通过与图像的匹配结果来选定目标的位置。

频率域匹配^[9]是将视频图像变换到频率域,然后根据变换系数的幅值或相位来检测目标的运动。

2.2 基于红外的跟踪技术

除了基于普通的视频图像处理的跟踪技术,基于红外图像的跟踪技术也有较多的应用。

物理学研究告诉我们，自然界中任何温度高于绝对零度的物体都在向外辐射各种波长的红外线，物体的温度越高，其辐射红外线的强度也越大。因此，从理论上讲，任何目标都有可能被红外探测器探测到，因此基于红外的跟踪技术具有抗干扰能力强，探测距离远，对光照条件无要求等特点。由于这些特点红外跟踪技术更多的应用在军事领域，例如红外制导、机载红外搜索跟踪系统、红外热瞄准等。

2.3 基于卫星定位的跟踪技术

主要思想是通过导航定位卫星获取绝对位置在进行跟踪。目前的导航卫星主要有GPS、GLONASS、GALILEO这三个系统。

GPS是目前全球使用最为广泛的导航定位卫星星座，是由美国国防部于20世纪70年代建立的。

GLONASS是由前苏联(现由俄罗斯)国防部独立研制和控制的第二代军用卫星导航系统，与美国的GPS相似，该系统也开设民用窗口。

与GPS和GLONASS系统不同，GALILEO系统完全是一个非军方控制和管理的民用导航定位系统。Galileo系统是欧盟和欧空局共同提出的项目。

2.4 总结

虽然对于跟踪的研究已经有了很多的算法，但是目前各种算法都存在的一定的局限性。例如基于图像处理的算法存在着目标容易丢失，对障碍物遮挡的处理还没有太有效的方法往往只能靠预测的手段，对多个目标的识别存在困难，同时视频图像的处理计算量较大对硬件的处理要求高，在嵌入式系统上实现的时候就会影响到系统的响应时间。而基于卫星导航的技术则存在着精度不高，误差较大，不适合在室内使用等问题。

3 跟踪方案介绍

由于目前的跟踪算法都存在一定的局限性，难以满足和解决上面提出的一些技术难点，想要实现一个应用范围较广，系统稳定性好的模块具有一定的难度。因此该方案是在被跟踪的物体例如人的身上增加一个信号源，该信号源发出特定的信号用来引导跟踪模块进行准确的定位和跟踪。如图1所示：

该方案相对与传统的跟踪方法的区别在于跟踪

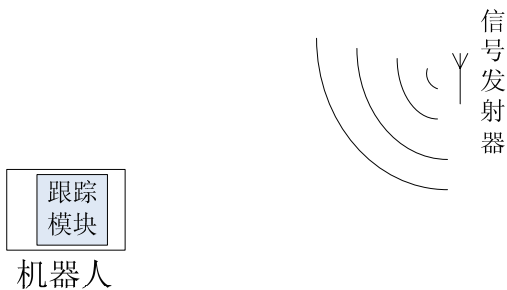


图1 跟踪方案

模块采集的信息是由信号源发出的经过设计好的信息，而传统的跟踪方法采集的信息是由于被跟踪物体本身的特性发出的信息例如可见光、红外等。这样做的好处在于使跟踪模块更容易准确地锁定目标，避免了过多的无用信息，同时不容易丢失目标。另外由于信号源发出的信号是特定的，因此当有多个目标时采用不同的信号编码就可以轻松的实现目标的区分避免错误跟踪的情况发生。由于可以自由的选择合适的信号源和接收系统，因此可以寻找不易被障碍物遮挡或者干扰的信号从而增强跟踪的稳定性能。而且可以避免使用视频图像处理的手段从而大幅的减少计算量进而提高系统的响应速度。而该方案存在的缺点——在被跟踪的物体上增加信号源，在相当多的场合例如前面说到的行李的运输都是可以接受的，因此该方案的可行性很高。

整个系统由安装在机器人上的跟踪模块和放置于被跟踪物体的信号发射器两部分组成。系统结构图如图2和图3所示：

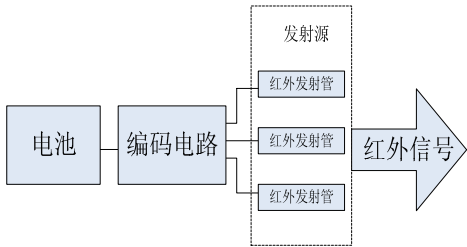


图2 信号发射器

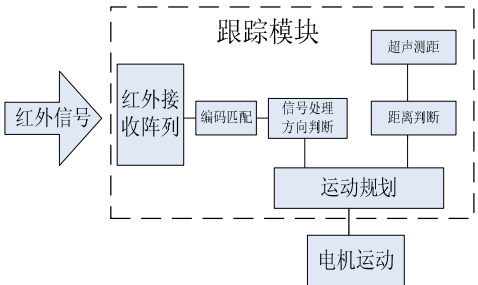


图3 跟踪模块

信号发射器结构较为简单，由于携带在被跟踪物体主要是人的身上，因此要求整个模块体积小、重量轻。采用电池供电，为了能让接收端识别不同的发射器需要对发射的红外信号进行一定的编码或者调制，因此还需要编码电路。发射源主要是使用红外的发射管，不断向周围发射红外信号。

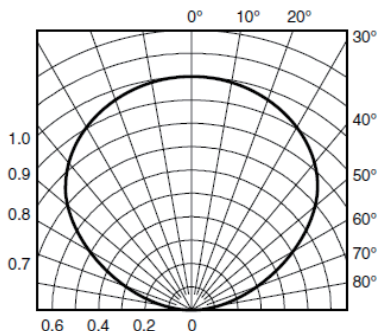


图4 发射管方向图

在跟踪模块上首先使用一个有一定数量红外接收管组成的接收阵列来收集红外信号。红外接收管使用和信号发射器上的红外发射管相匹配的红外频率，这样可以去除掉周围物体发射的红外的影响。接收管存在一定的接收角度如图4所示，将接收管按图5的方式摆放，阴影部分表示接收管接收的信号衰减一半以内的范围，每个接收管可以最佳的接收一定范围内的信号，同时使整个接收范围覆盖整个平面。

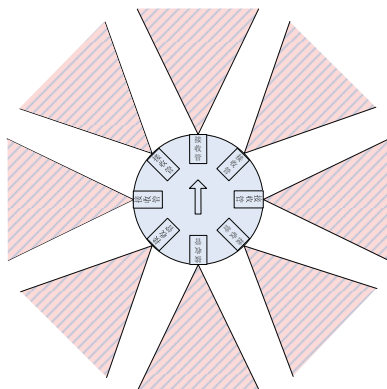


图5 接收管摆放

在进行跟踪时，首先将收集到的信号与预先设定好的编码进行匹配从而判断是否需要跟踪的目标发出的信号。然后根据阵列中哪一个接收管接收到的信号最强来判断信号源的方向。根据判断出的方向来控制机器人转向信号最强的方向。

利用超声传感器检测机器人与目标的距离。如图7所示，超声波测距原理是通过超声波发射器向某一方向发射超声波，在发射时刻的同时开始计时，超

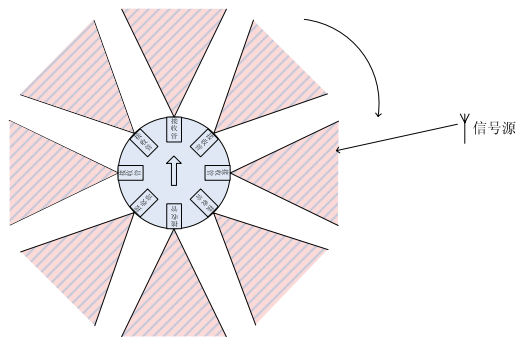


图6 方向判断

声波在空气中传播，途中碰到障碍物就立即返回来，超声波接收器收到反射波就立即停止计时。超声波在空气中的传播速度为C，根据计时器记录的时间t，就可以计算出发射点距障碍物的距离(S)，即： $S = C \cdot t / 2$ 。

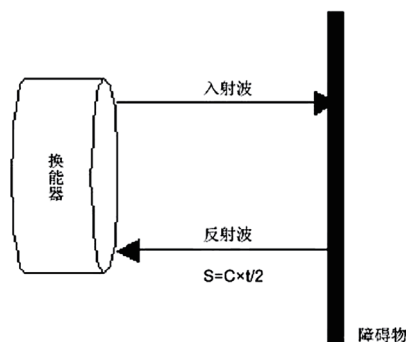


图7 超声波测距原理

图7 超声测距原理

如图8，类似于红外接收管的方式摆放一圈超声测距模块在机器人上，这样当机器人周围有物体出现在超声模块的探测范围之类就可以测出该物体距机器人的距离

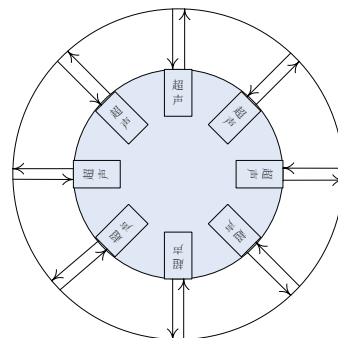


图8 超声模块摆放

通过测量出的机器人与目标的距离来控制运动速度，使机器人和目标之间保持一个合适的距离，同时也可以用来检测周围是否存在障碍物。如图9所示，中间灰色代表机器人，红色区域是机器人的避障

区域, 当这个区域有人或障碍物时候, 机器人要进行避让或者停止; 绿色区域为机器人跟踪目标的合适距离, 机器人与目标的距离保持在这个区域。当机器人与目标的距离超过绿色区域时, 机器人跟踪目标进行运动, 并保持距离在绿色区域内。

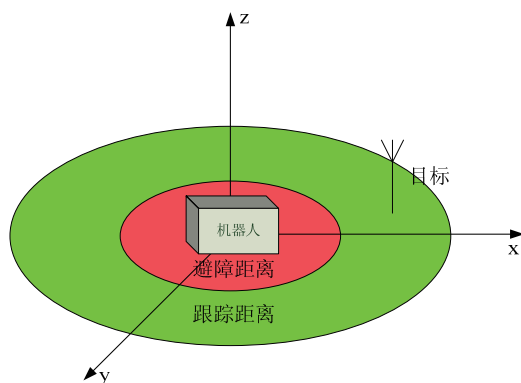


图9 距离控制

参考文献

- [1] 邵文坤, 黄爱民, 韦庆. 目标跟踪方法综述. 影像技术, 2006, 1.
- [2] Koivunen T. A Noise-Insensitive Motion Detector. IEEE TCE, 1992, 38(3).
- [3] Horn B K P, Schunck B G. Determining Optical Flow. Artificial Intelligence, 1981, 17.
- [4] Kass M, Witkin M A, Terzopoulos. Active contour models. International Journal on Computer Vision. 1998, 1.
- [5] Menet S, Saint-Marc P, Medioni G. B-Snakes. Implementation and application to stereo. DARPA Image Understanding Workshop, 1990.
- [6] 张桂林, 徐捷. 频域相关技术在图像匹配中的应用. 模式识别与人工智能, 1997, 10.
- [7] 罗荣海, 江驹. 基于平行接近法的对运动目标跟踪的研究. 机器人技术与应用, 2001, 6.
- [8] 向卫军, 韩根甲. 基于模版匹配的目标跟踪算法在红外热成像跟踪技术上的应用. 计算机应用.
- [9] 张长城, 杨德贵, 王宏强. 红外图像中弱小目标检测前跟踪算法研究综述. 激光与红外, 2007, 2.
- [10] 周孟然, 刘文清. 红外激光技术在运动物体位置跟踪系统中的应用. 低温与超导, 2003, 2.
- [11] 申洋, 唐明文. 机载红外搜索跟踪系统(IRST)综述. 红外技术, 2003, 1.
- [12] 杨廷梧, 刘上乾. 基于多传感器的机动目标跟踪与融合技术综述. 飞行试验, 20, 2.
- [13] 栗恒义. GLONASS系统综述. 导航与雷达动态, 1997, 4.
- [14] 李铁, 孙贵新. “伽利略”卫星导航系统综述. 国外电子测量技术, 2005, 11.

作者简介

方州 男, 中国科学院深圳先进技术研究院07级硕士研究生。研究方向为嵌入式系统设计。

邓雷 博士, 副研究员, 于2006年获中国科学院物理电子学博士学位。现为中国科学院深圳先进技术研究院智能仿生中心副研究员。研究领域包括光电技术、遥感技术、图像处理以及智能仿生。