

文章编号: 1672-8785(2011)12-0017-06

基于热释电红外传感技术的目标定位研究

肖 佳 杨 波

(北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院, 北京 100191)

摘 要: 利用配备有多重反射光学装置的热释电红外传感器感知节点接收运动人体的红外辐射能量。通过采集和分析红外传感器输出的模拟信号的特征, 可以提取人体的位置信息。当受试者沿离红外感知节点不同距离的路径通过节点观测区域时, 红外信号的最大峰值会随人体与节点距离的增大而下降。在此基础上, 设计了一种基于红外信号最大峰值的定位方法。与质心定位算法相比, 该方法的定位误差减少了 87.89%。

关键词: 热释电红外传感器; 峰值检测; 目标定位; 无线传感器网络

中图分类号: TP212.9 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2011.12.004

Target Localization Based on Pyroelectric Infrared Sensing Technology

XIAO Jia, YANG Bo

(School of Automation Science and Electrical Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: A pyroelectric infrared sensor equipped with a multiple reflection optical device was used to receive the infrared radiation emitted from a human body. By collecting and analyzing the signatures of the analog signals outputted from the pyroelectric infrared sensor, the location information of the human body could be extracted. When a person was passing through the area to be observed at a different distance from the infrared sensing node, the maximum peak of the infrared signal would be decreased with the increasing of the distance from the person to the infrared sensing node. A novel method for target localization based on the maximum peak of infrared signals outputted from the pyroelectric infrared sensor was designed. Compared with the centroid localization algorithm, the maximum localization error of this method was reduced by 87.89 %.

Key words: pyroelectric infrared sensor; peak detection; target localization; wireless sensor network

0 引言

作为目标监控、导航和智能家居等领域中的一项重要技术, 人体检测与运动跟踪技术一直倍受人们关注。传统的人体检测与跟踪技术一般是采用视频装置获取监测区域的图像片段,

然后通过图像处理方法提取人的位置和运动特征信息的^[1]。虽然这种方法的监测与跟踪精度高, 但是它的高成本、有线数据传输方式以及安装繁琐等特点限制了其应用范围。热释电红外传感器可以用来检测周边环境中的红外辐射信息^[2], 并且具有体积小、成本低、功耗低和灵

收稿日期: 2011-10-25

基金项目: 航空科学基金 (2008ZD51056)

作者简介: 肖佳 (1986-), 女, 湖南长沙人, 硕士, 主要研究方向为无线传感器网络。E-mail: xiaojia_buaa@163.com

IEEE802.15.4 标准的 2.4 GHz RF 无线电收发机；(3) 在休眠模式下仅有 0.9 μA 的流耗，外部的中断或 RTC 能够唤醒系统；在待机模式下流耗小于 0.6 μA ，外部的中断能够唤醒系统；(4) 具有较宽的电压范围 (2.0 ~ 3.6 V)；(5) 具有数字化的 RSSI/LQI 支持和强大的 DMA 功能；(6) 集成了 14 位模数转换 ADC；(7) 带有两个强大的支持

几组协议的 USART、一个符合规范的 MAC 计时器、一个常规 16 位计时器和两个 8 位计时器。同时, CC2430 芯片也支持 Tiny OS 操作系统。如果将 Tiny OS 系统移植到 CC2430 芯片上,那么以后的软件开发工作将会十分方便。图 2 所示为其外围电路。

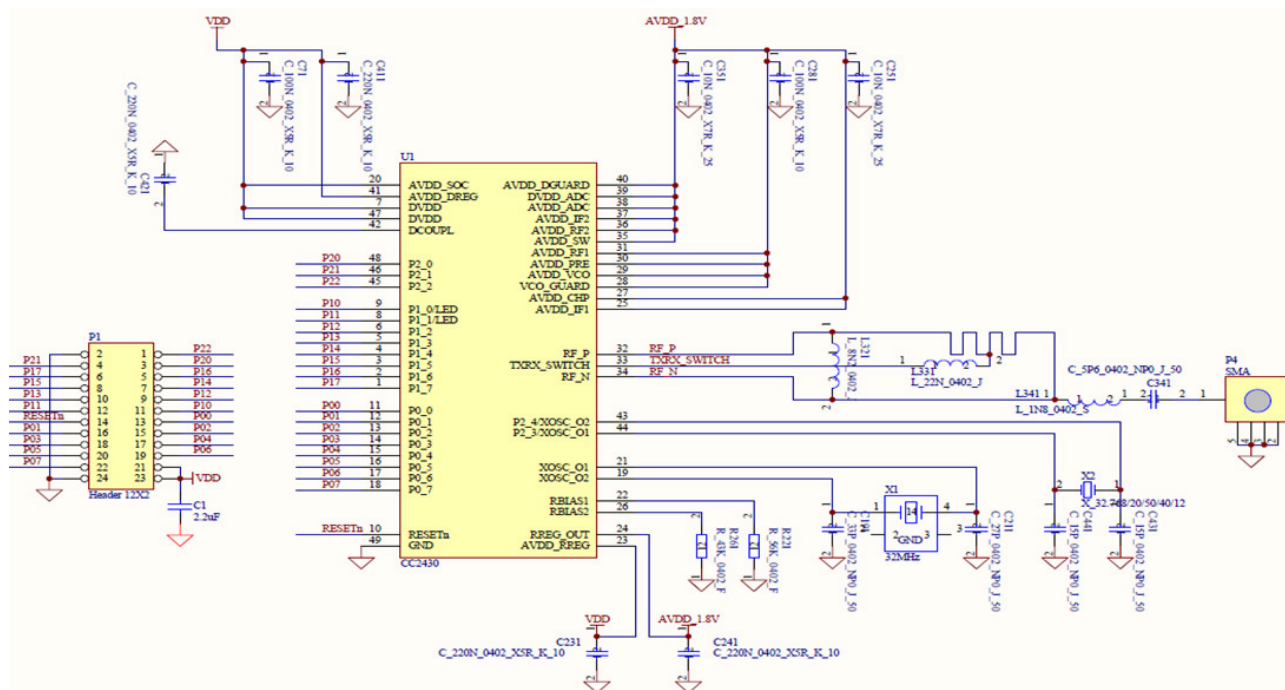


图 2 CC2430 芯片的外围电路

1.2.2 红外传感器模块

热释电红外传感器选用瑞士 Kube 公司生产的 C172 型红外传感器,同时配置该公司生产的 TR230 光学装置。该传感器具有功耗低、体积小和检测距离远等特点。由于红外传感器的模拟交变输出信号的峰峰值仅有几毫伏,必须对其进行放大滤波处理,以供 CC2430 芯片进行采样。图 3 所示为两级滤波放大电路。其中,运算放大器选用 TI 公司的 OPA2340 轨对轨运放芯片,以保证放大输出饱和电压与节点供电电压一致,从而最大程度地提高红外信号输出的有效动态范围。

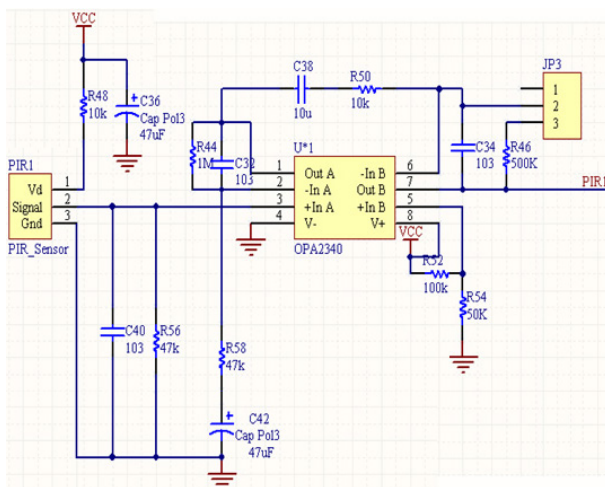
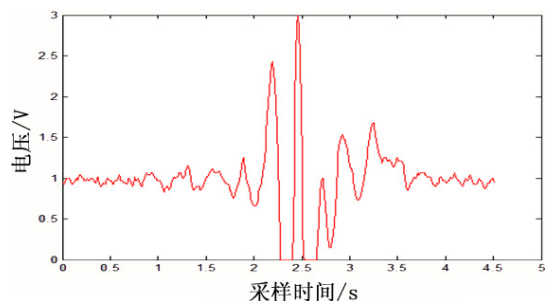
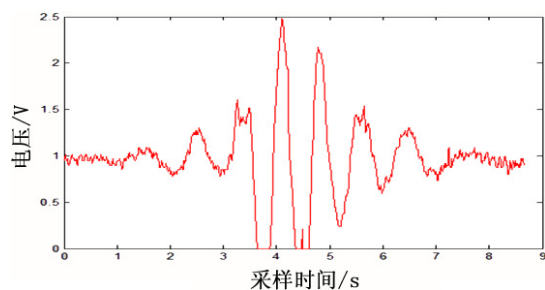


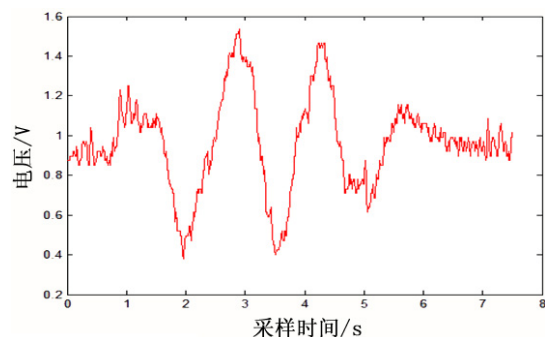
图 3 红外传感器数据采集模块



(a) 0.965 m



(b) 3.965 m



(c) 7.565 m

图 7 不同距离时的红外信号

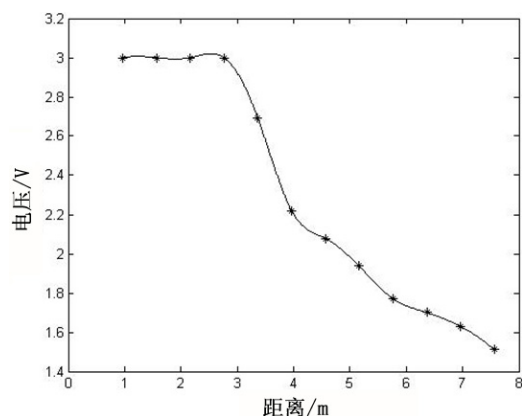


图 8 最大峰值电压与距离之间的关系

从图 8 中可以看出, 当目标距红外窗口 3 ~

8 m 时, 红外信号电压随距离的增加而单调递减, 故可直接利用最大峰值对目标进行定位。另外, 当目标距红外窗口 1 ~ 3 m 时, 红外传感器输出信号饱和, 不能对目标进行有效定位。为了克服红外传感器的这一定位缺陷, 可以利用红外传感器网络中两个相邻的红外节点来协同定位, 如图 9 所示。综合考虑红外传感器的探测范围、探测分辨率以及饱和工作区间, 设置两节点间的距离为 7 m。这样可以保证当目标从两个相邻的红外节点之间通过时, 至少有一个节点工作在非饱和状态。

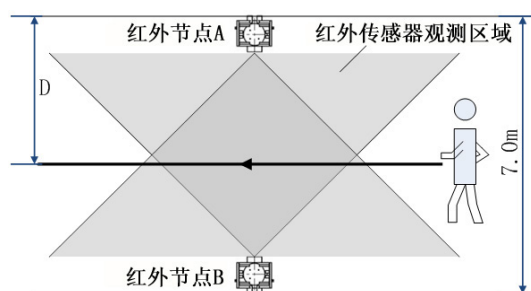


图 9 协同定位系统

当目标通过红外传感器的观测区域时, 红外节点 A 和红外节点 B 分别采集观测区域的红外辐射信号, 并通过 ZIGBEE 无线通信协议将其传送给汇聚节点。然后汇聚节点取各节点中红外信号不饱和的节点进行定位。

3 红外最大峰值定位法

对距离 - 电压曲线中的单调段分别进行一次多项式拟合、二次多项式拟合和三次多项式拟合, 分别得到式 (1)、式 (2) 和式 (3) 所示的定位算法:

$$d_1 = -0.059V + 10.14 \quad (1)$$

$$d_2 = 4.2 \times 10^{-4}V^2 - 0.141V + 13.97 \quad (2)$$

$$d_3 = -1.37 \times 10^{-5}V^3 + 4.41 \times 10^{-3}V^2 - 0.51V + 25.64 \quad (3)$$

将测得的电压值分别代入式 (1) ~ 式 (3), 得到了表 1 所示的定位距离及其相应的定位误差。由表 1 可知, 随着定位多项式算法次数的增加, 最大定位误差和误差平方和均会减小。在实际应用中, 可根据对定位精度的需求和存储资源的大

小来选择合适的算法。表 1 还列出了用质心定位算法和文献 [7] 中提出的定位算法获得的定位结果。由表 1 可知, 本文提出的红外信号定位方法

的最大定位误差和多点定位误差平方和明显小于上述两种定位算法。与质心定位算法相比, 一次拟合算法的最大定位误差减少了 87.89 %。

表 1 采用不同定位算法得到的定位距离与定位误差 (数值单位: m)

真实 距离	测量 电压	红外最大峰值定位法						质心算法		PIZZA 算法	
		一次拟合		二次拟合		三次拟合					
		定位 距离	定位 误差	定位 距离	定位 误差	定位 距离	定位 误差	定位 距离	定位 误差	定位 距离	定位 误差
2.765	2.976	2.685	0.080	2.866	0.101	2.785	0.020	3.500	0.735	3.500	0.735
3.365	2.764	3.272	0.093	3.250	0.115	3.339	0.026	3.500	0.135	3.500	0.135
3.965	2.473	3.993	0.028	3.838	0.127	3.918	0.047	3.500	0.465	3.500	0.465
4.565	2.102	4.915	0.350	4.772	0.207	4.724	0.159	3.500	1.065	3.500	1.065
5.165	1.937	5.325	0.160	5.256	0.091	5.183	0.018	3.500	1.665	5.825	0.660
5.765	1.819	5.619	0.146	5.627	0.138	5.572	0.193	3.500	2.265	5.825	0.060
6.365	1.606	6.147	0.218	6.347	0.018	6.435	0.070	3.500	2.865	5.825	0.540
误差平方和			0.233		0.110		0.071		18.02		2.640

4 结 束 语

利用配置多重反射光学装置的 TR230 热释电红外传感器接收运动人体的红外辐射能量。通过对热释电红外传感器的模拟输出信号进行深入分析和研究后发现, 红外传感器的输出最大峰值电压与人体距节点的距离之间存在一一对应的关系。本文提出了一种基于红外信号最大峰值的定位方案, 并将该方案与目前常用的红外定位方法进行了对比。结果表明, 该方案能够大大地提高目标的定位精度。

参考文献

- [1] Cai Q, Aggarwal J K, Inc R. Tracking Human Motion in Structured Environments Using A distributed-camera System [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1999, **21**(11): 1241-1247.
- [2] Muralt P. Micromachined Infrared Detectors Based on Pyroelectric Thin Films [J]. *Reports on Progress in Physics*, 2001, **64**(10): 1339-1344.
- [3] Selvaraj Victor. Test-bed Design for Target Detection and Tracking Using WSN [D]. Chennai: Anna University, 2006.
- [4] Arora A, Ramnath R. Exscal: Elements of An Extreme Scale Wireless Sensor Network [C]. In Proceedings of The 11th IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications, 2005: 102-108.
- [5] Prati A, Vezzani R, Benini L, et al. An Integrated Multi-modal Sensor Network for Video Surveillance [C]. In Proceedings of The Third ACM International Workshop on Video Surveillance of Sensor Networks, 2005: 95-102.
- [6] Zappi P, Farella E, Benini L. Enhancing The Spatial Resolution of Presence Detection in A PIR Based Wireless Surveillance Network [C]. In Proceedings of The IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, 2007: 295-300.
- [7] Zappi P, Farella E, Benini L. Pyroelectric InfraRed Sensors Based Distance Estimation [C]. In Proceedings of The IEEE Conference on Sensors, 2008: 716-719.