

科普 | 体育工程 | 基于无线电的活动识别研究进展

原创 刘泳庆 专业体育仪器器材 2021-09-22 09:44

前言：

“体育工程”的概念出现于1996年，其主要特征是利用工学领域的理论、技术和方法来分析和研究体育领域内的需求，并针对需求制定对应的研发方案和技术方案、具体实施工程，满足用户需求。

本专题旨在带来体育工程领域最新的科研成果，供广大读者参考。

#SPORTS ENGINEERING

论文基本信息

题目

A review on radio based activity recognition

作者单位

- 1 美国威廉与玛丽学院 计算机科学系
- 2 中国科学院计算技术研究所

发表时间

2015年3月

期刊

摘要

在日常生活中识别人类活动，使得如健康监测、辅助生活等以人类为中心的应用得到发展和广泛应用。传统的活动识别方法通常依靠物理传感器（照相机、加速度计、陀螺仪等）持续收集传感器读数，并利用模式识别算法在聚合器中识别用户活动。虽然传统的活动识别方法在以往的工作中已经被证明是有效的，但它们引起了一些问题，如隐私、能源消耗和部署成本。

近年来，人们提出了一种新的活动识别方法，它利用了无线电的能量体衰减和或信道衰落。与传统的活动识别方法相比，基于无线电的方法利用环境中的无线收发器作为基础设施，利用无线电通信特性实现高识别精度，降低能源成本，保护用户隐私。该研究将基于无线电的方法分为四类：基于ZigBee无线电的活动识别、基于WiFi无线电的活动识别、基于RFID无线电的活动识别和其他基于无线电的活动识别。

①基于ZigBee的活动识别技术

ZigBee是低成本、低功耗、无线网络标准，广泛用于无线传感器网络，例如体域网（body sensor network）。

案例：RadioSense

RadioSense包含三个组成部分：（1）两个人体传感器节点放置在用户的腕、踝关节关节上，作为无线电发射器工作。（2）一个传感器放置在用户身体中心，作为人体传感器网络和无线电接收器工作的基站。（3）笔记本电脑作为数据接收和显示端，记录到达消息的时间和接收信号强度指示器（RSSI）值。



图 RadioSense传感器部署

RadioSense从每个传感器节点的RSSI值的消息到达模式和18个统计特征中提取并选择最佳的packet delivery ratio (PDR) 特征，基于支持向量机 (SVM) 的分类模型进行了在线测试训练。对于跑、坐、站、走、趟、骑行等活动进行了分类，受试者1、2和3的总准确度分别为86.3%、92.5%和84.2%。

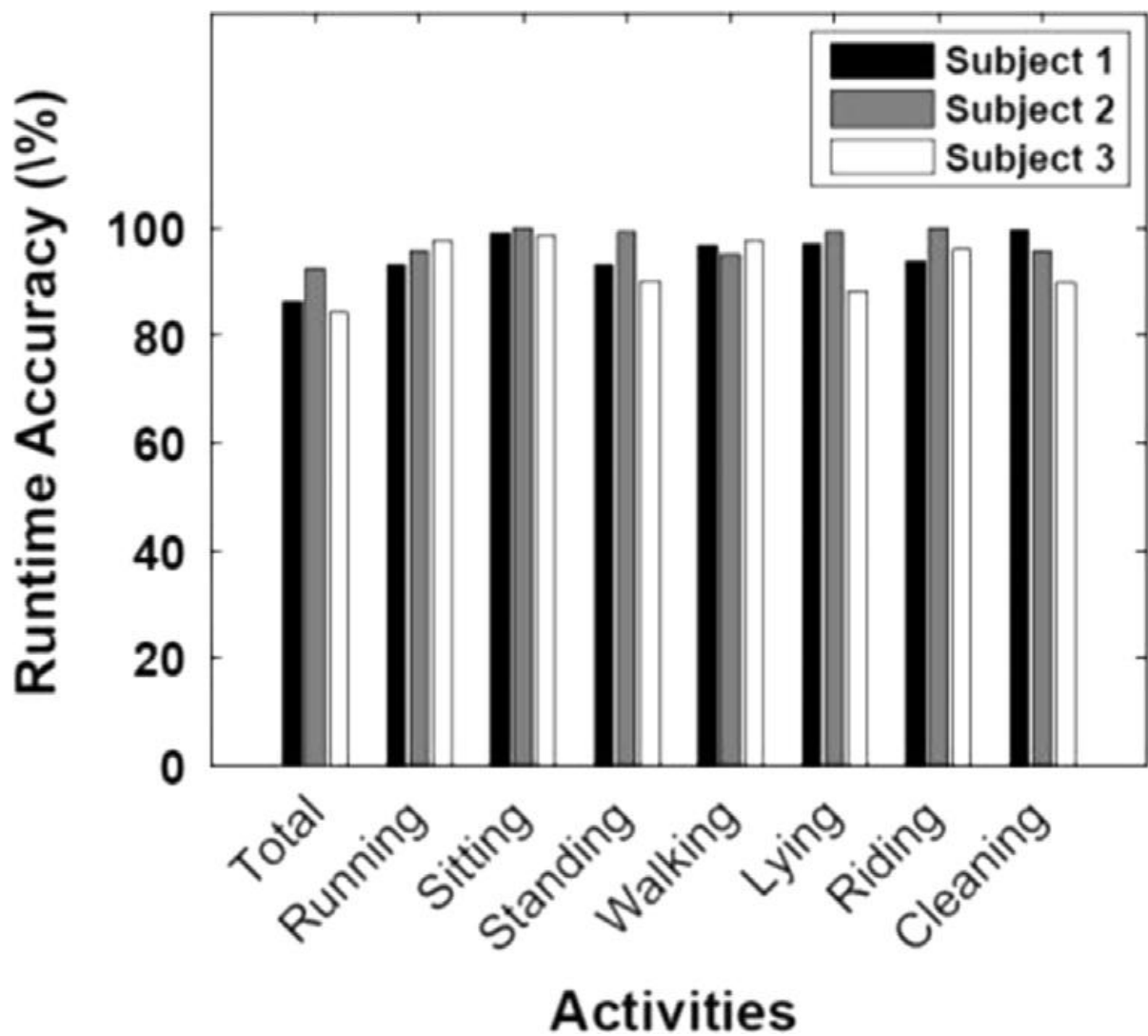


图 RadioSense活动监测精度

② 基于WiFi的活动识别技术

与基于ZigBee的活动识别相比，基于WiFi的活动识别可以利用办公楼、购物中心等现有的WiFi基础设施。

案例：

Adib等通过检测WiFi信号以跟踪墙后的移动物体，确定它们的相对位置，识别一些简单的姿态，而移动物体无需佩戴任何设备。其基本原理是利用MIMO干扰抵消技术来消除静目标的反射。首先测量两个发射天线到一个接收天线的通道，然后对接收天线的信号进行消零，以排除静目标的反射，以此跟踪运动目标。

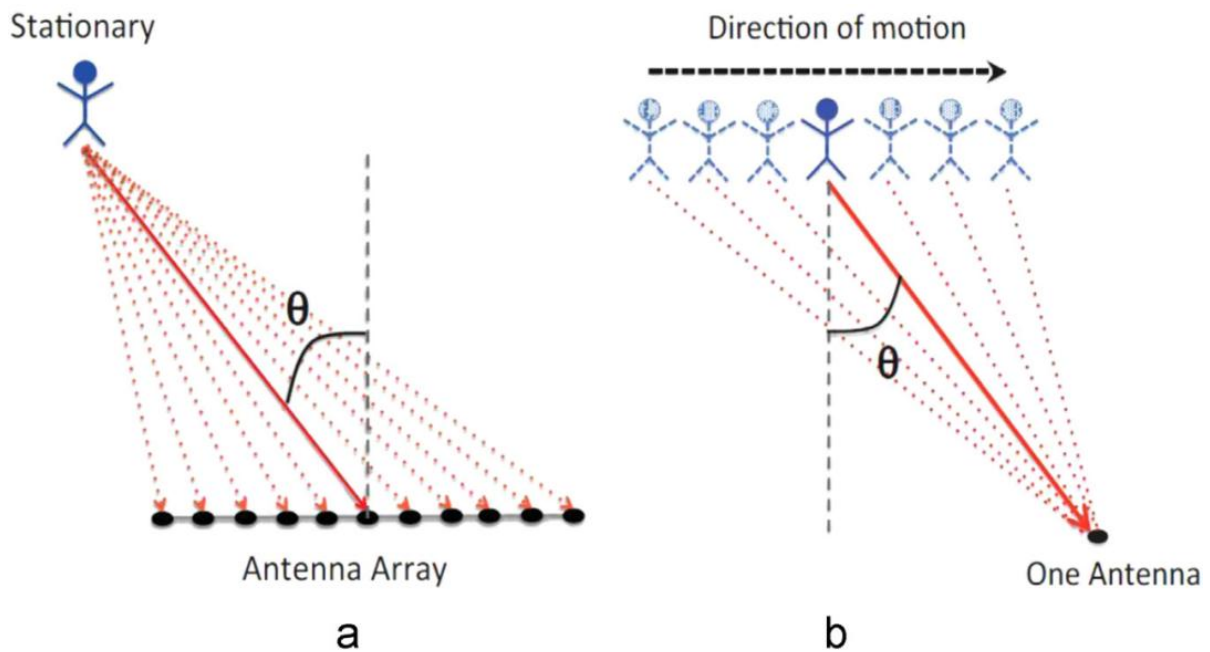


图 基于WiFi对墙后运动物体的检测原理

③ 基于RFID的活动识别技术

射频识别 (RFID) 是 Radio Frequency Identification 的缩写。其原理为阅读器与标签之间进行非接触式的数据通信，达到识别目标的目的。

案例：Allsee

Kellogg等提出了一种基于RFID的姿态识别系统Allsee。Allsee有一个特别设计的接收电路，采用包络检波器来提取振幅信息。通过使用无源和低功耗模拟元件消除功率密集型模拟元件，“Allsee消耗的功率比最先进的系统低3到4个数量级，并且能够为智能手机和平板电脑提供始终在线的姿态识别。”利用采集到的幅度信息，结合幅度变化的结构和时序信息对不同的姿态进行分类，开发了基于RFID的原理样机。Allsee对八种姿态 (flick, push, pull, double flick, punch, lever, zoom in, and zoom out) 的识别性能进行了评估。结果表明，在基于RFID的原理样机上，平均准确率分别为97%。同时，Allsee获得了较低的假阳性率 (24小时内每小时0.083个事件)、快速响应时间 (80 μ s) 和低功耗 (5.85 μ w) 等优良特性。此外，硬件原型与现成的Nexus手机集成，通过口袋场景识别上述手势，实现了92.5%的准确度。

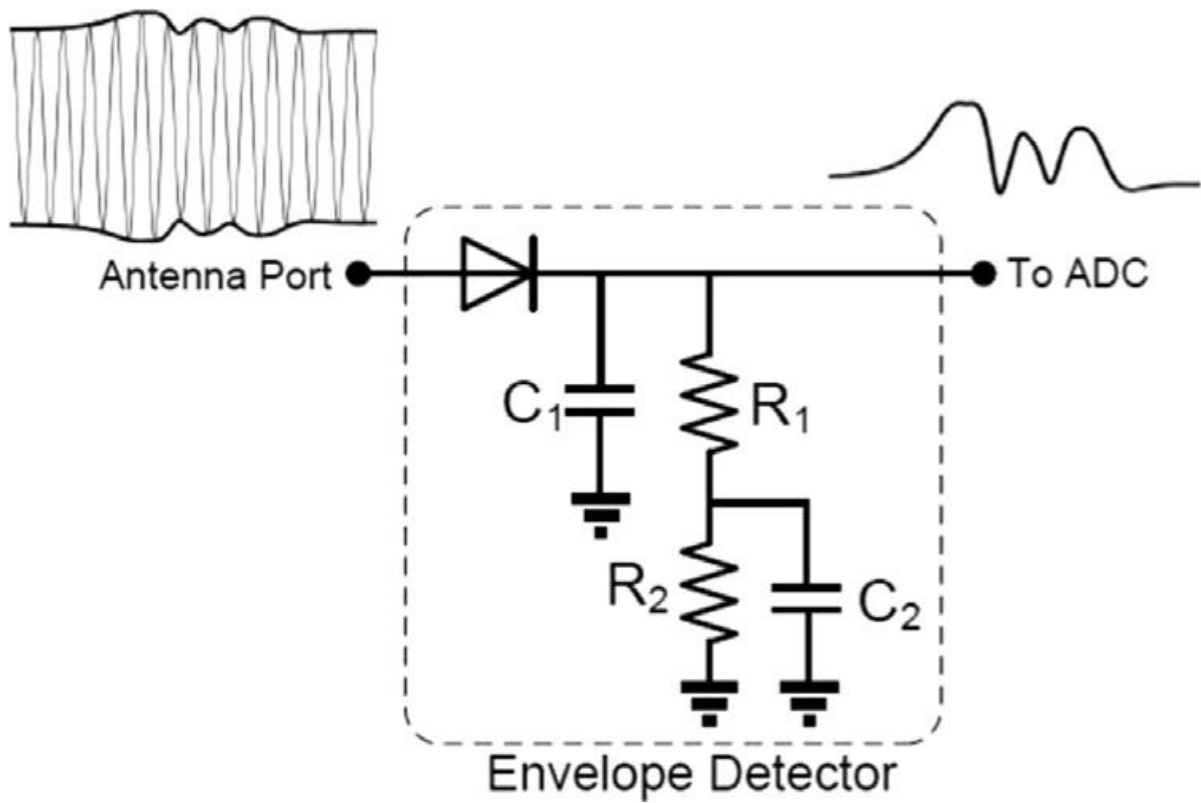


图 Allsee接收电路设计

④ 基于其他无线电技术的活动识别技术

除了ZigBee、WiFi和RFID无线电，还有一些其他无线电也可用于活动识别，如FM无线电、微波等。

案例：

Adib等介绍了一种无线呼吸监测系统，它检测人体外低功率无线信号的反射，并识别因吸气和呼气过程而引起的胸部微小运动。

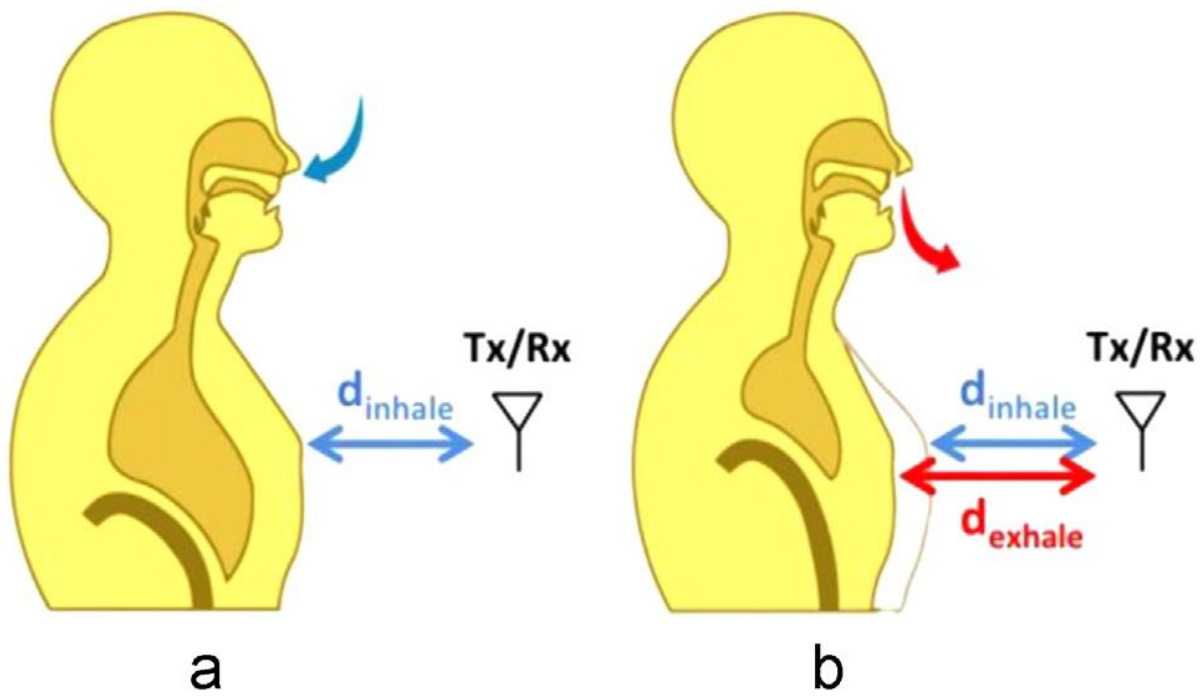


图 呼吸引起的胸部运动：(a) 吸气运动和 (b) 呼气运动

无线电活动识别技术比较

Category	Method	Comparison metrics					
		Coverage	Activity type	Accuracy	Existing infrastructure usage	System deployment cost	On-body device
ZigBee based	Qi et al. [40]	Body	Body motion	High	Yes	Low	Yes
	Ekure et al. [51]	Body	Body motion	Middle	Yes	Low	Yes
	Scholz et al. [53]	Room	Body motion	High	No	High	Yes/No
WiFi based	Wang et al. [41]	Room	Home activity	High	Yes	Low	No
	Adib et al. [57]	Room	Location tracking /gesture	High	No	Low	No
	Pu et al. [58]	Room	Whole-body gesture	High	Yes	Low	No
RFID based	Kellogg et al. [42]	Near receiver	Gesture	High	Yes	Low	Yes/No
	Wang et al. [61]	Room	Trajectory tracing/word input recognition	High	No	High	Yes
Others	Shi et al. [63]	Near receiver	Body motion	Middle	Yes	Low	No
	Adib et al. [68]	Near transceiver	Breath monitoring	N/A	No	Low	No

未来的研究方向

1 基于基础设施的免费识别方法

在特定的应用环境中，有一些现有的无线电可以免费使用，如办公室的WiFi等。充分利用基础设施的免费功能，可以降低系统成本，提高用户的接受度，而且基于已有框架结构的识别方法更容易被广泛应用。

2 基于多无线电融合的识别方法

将两种或多种无线电结合起来，同时协同地执行识别任务。由于不同的无线电具有不同的传输特性，它们的融合必将提高识别性能，但如何定义最佳的无线电组合以及如何融合多个无线电仍在探索中，需要进一步研究。

3 将无线传感与常规传感器相结合

提高识别精度的另一种方法是将无线传感与常规传感器相结合，特别是在基于身体传感器网络的活动识别中。由于传统的识别方法需要采集物理传感器数据，并通过无线通信将其发送到基站，因此传统的传感器数据和无线电特性是同时可用的。无线传感与常规传感器相结合，可以提高识别系统的性能和稳定性。此外，组合算法应适应不同的应用需求，以最大限度地降低系统成本。

4 干扰影响分析

由于基于无线电的方法利用无线电的衰减和/或信道衰落来识别人类活动，无线电干扰会改变无线电通信模式，从而影响识别性能。某些干扰可能来自同一类型的无线电，其他一些干扰可能是由不同类型的无线电引起，那么如何评估干扰对识别性能的影响，以及如何减轻无线电干扰的影响就非常重要。

5 上下文感知识别策略

由于活动识别算法可能在不同的场景中使用，因此应用层上下文（准确度要求、人类主体的差异等）和较低层上下文（剩余功率、设备可用性、网络条件等）可能不同或动态变化。固定识别策略可能无法获得最大的系统性能，因此需要上下文感知识别策略。

6 节能问题

无线传感是基于无线通信的，它消耗了大量的能量，降低无线数据包的发送速率是节能的最直接途径。但会相应降低识别精度，增加识别延迟。人类活动状态的跟踪和预测有助

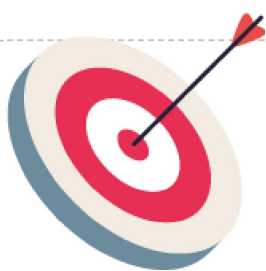
于进一步降低数据包发送速率，从而提高能源效率，因此，如何基于识别历史精确预测人类活动状态是另一个潜在的研究热点。

7 参数优化

一种活动识别算法可以包含多个参数的设定。每个参数对最终的识别结果都有很大的影响。当参数相互关联时，情况会变得更复杂。通过人工调整来优化所有参数是非常困难的，因此，如何同时自动优化所有算法参数是一个重要研究方向。

8 隐私问题

与传统的识别方法相比，无线方法没有物理传感组件，更适合隐私保护。然而，私人信息也可以从无线电台功能中挖掘出来。如何在识别过程中保护用户隐私是另一个重要的研究课题。



Wang S, Zhou G. A review on radio based activity recognition[J]. Digital Communications & Networks, 2015, 1(1):20-29. doi: 10.1016/j.dcan.2015.02.0

原文信息

文字编辑



刘泳庆

责任编辑



陈 骥

#SPORTS ENGINEERING

编者寄语：

为了进一步推动体育工程助力体育强国建设，国家体育总局体育科学研究所体育工程中心将开始收集和整理当前人工智能、传感器、数据科学、人机工程学、网络与通信等

先进技术应用于体育训练、科学研究和教育等领域的最新成果，与广大体育界同仁共享交流。发布的成果由国家体育总局体育科学研究所体育工程中心组织专家遴选并编辑，由合作单位提供微信排版和发布等技术支持。欢迎广大同仁关注，提出宝贵意见和建议，并积极投稿，共同为体育强国建设贡献力量。联系邮箱：liuyongqing@ciss.cn

阅读 39

分享 收藏

1 在看

写下你的留言