

人体动作识别数据采集方法研究综述

龙江腾 江广庚

(江西信息应用职业技术学院软件工程系 江西南昌)

摘要:本文对现有的人体动作识别方法以采集数据的硬件设备不同进行区分,从视觉传感器、惯性传感器、无线射频和多模态的动作识别,四个方面介绍了当前主流的人体动作识别方法以及应用场景。总结了目前国内外人体动作识别方法存在的问题,探讨了目前研究难点,阐述了与未来可能的研究发展方向。

关键词:图像识别;惯性传感器;模态数据融合;高层视觉理解

Review of Data Acquisition Methods for Human Motion Recognition

LONG Jiang-teng JIANG Guang-geng

(Jiangxi Vocational and Technical College of Information Application 330043)

Abstract: This article distinguishes the existing human motion recognition methods based on the different hardware devices that collect data, introducing the current mainstream human motion recognition methods and application scenes in terms of visual sensors, inertial sensors, radio frequency and multi-modal motion recognition. Furthermore, it summarizes the existing problems of human body movement recognition methods at home and abroad, discusses the current research difficulties, and expounds the possible future research development directions.

Key Words: Image recognition; Inertial sensor; Modal data fusion; High-level visual understanding

1 引言

人体动作识别技术作为人机交互技术的一种,被广泛应用于智能监控、机器人、人机交互、虚拟现实,智能家居,智能安防,运动员辅助训练等方面。传感器技术与人工智能算法相结合,共同应用在人体动作识别领域,使得人体动作识别技术得到突飞猛进的发展。人体动作识别主要流程是通过不同的硬件传感器采集人体在运动状态下的数据,对其数据进行去噪和预处理,然后选择合适的特征提取方式提取能够表示特征动作的特征值,最后根据特征值实现对人体动作的分类识别。本文以数据采集的硬件传感器设备的差异为观察角度,对现有的人体动作识别方法进行区分。从视觉传感器、惯性传感器、无线射频和多模态的动作识别四个方面介绍了当前主流的人体动作识别方法,并思考了目前动作识别方法存

在的难点问题。

2 基于视觉传感器的人体动作识别

在人体动作识别领域中最普遍的是:基于视觉各类传感器人体动作识别技术,该技术运用较多发展也相对成熟。例如:徐健等人提出基于摄像头的近距手势识别系统的设计。刘婷婷等人提出多视角深度运动图的人体行为识别。沈西挺等提出基于深度学习的人体动作识别方法。NezihaJaouedi等人提出的 A new hybrid deep learning model for human action recognition[10]。基于摄像头的人体行为识别主要是为了解决原始图像和图像序列数据的处理分析问题,通常是计算机通过传感器(摄像头)采集的,同时该方法还能学习并理解其中人的动作和行为。人类行为识别涵盖了计算机视觉中的许多研究课题,包括视频中的人体检测、姿态估计、跟踪以及对时间序列数据

的分析和理解。识别过程主要分为以下3部分:

- 在视频帧中检测运动信息并提取底层特征;
- 对人体行为模式进行建模研究;
- 建立人体动作行为类别与图像特征之间的对应关系。

近年来,该领域得到了广泛的关注与研究,例如:IJCV(International Journal of Computer Vision)、CVIU (Computer Vision and Image Understanding)、PAMI (Pattern Analysis and Machine Intelligence) 等国际知名期刊以及 ICCV (IEEE International Conference on Computer Vision)、CVPR (IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition) 和 ECCV (European Conference on Computer Vision)等重要学术会议都将人类行为识别与理解作为一个重要的研究课题。但该识别方法成本较高,需要面对摄像头,易受环境背景等影响,此外,该识别方法依赖于视频图像的处理,需要有一个识别运算的过程,所以存在一定的延迟。

3 基于惯性传感器的人体动作识别

另一种是基于惯性传感器的人体动作识别方式。近年来,随着微机电系统(MEMS:micro-electro-mechanical systems)技术的发展及其在惯性传感器中的应用,基于可穿戴设备采集人体动作信息已经成为效果及佳的人体动作获取方法。基于惯性传感器的动作识别利用惯性传感器设备获取人体动作产生的信号数据进行分析识别。通过数据采集、特征提取、动作分类和模型建立4个步骤来实现人体动作识别。目前惯性传感器的动作识别技术已经应用在体育运动姿态识别、临床医疗康复、人体三维建模和虚拟现实人机交互等领域。

陈佩等人使用 MPU6050 六轴传感器采集运动数据,通过支持向量机(SVM)算法分析羽毛球挥拍运动,辅助羽毛球运动姿态调整。任宇飞通过 Android 系统采集智能手机内置惯性传感器的数据,提出一种基于 SVM 的人体运动分析与防跌倒检测技术,该技术在检测到用户处于跌倒状态时会发出求救信息。其所提出的方法能获得 97.5%的敏感性和 98.3%的特异性,对老年人跌倒行为具有较高的识别精度。单彬等人提出使用 MPU6050 传感器,通过 MATLAB 显示和分析数据的特征值,再利用支持向量机(SVM)算法进行运动状态建模和预测,识别出包裹当前的状态加速度,分析出快递包裹当前姿态。Kunze 等人采用陀螺仪和加速度计惯性传感器,将八个传感器分别贴在四个不同的人身上,这些人反复地进行了三个不同的太极运动,通过识别动作序列以改进太极拳动作。基于惯性传感器的人体动作识别方式因为其低成本和不易受到干扰的特性,已经越发受到国内外相关领域研究者的重视。但惯性传感器也有其局限性,其测量精度不高,人体细微动作难以准确的识别,因此对识别算法要求较高。

4 基于无线射频的人体动作识别

随着无线技术(Wireless Technology)日益发展和无线网络

覆盖面积日益扩大,我们无时无刻都在无线网络覆盖范围内生活。近几年也有学者开始研究如何利用无线射频信号实现对人体动作识别。例如:FadelAdib 等人在 2013 年 AcmSigcomm 会议上提出利用 WIFI 信号识别物体在门后的反射信号,并且创新提出 MIMO Interface Nulling 和 Inverse SyntheticAperture Radar 技术做到识别墙后人体做出的简单手势。Pu Q 等人利用一种新颖的无线信号(例如 Wi-Fi)手势识别系统 WiSee,来实现整个家庭的感知和手势识别。由于无线信号不需要视线并且可以穿过墙壁,因此 WiSee 可以使用很少的无线源实现整个家庭的手势识别。Sigg S 等人研究在手机上使用 WiFi 接收信号强度信息(RSSI)来识别人体活动和手势的动作,并提出了一种无需设备的被动活动识别系统,该系统不需要用户携带任何设备并使用环境信号。该系统在区分多达 11 个手势时达到了 0.51 的准确度,另外四个不同的手势平均可以达到 0.72。Kellogg B 等人从实用性角度出发,利用低功耗的 AllSee 手势识别系统,从现有的无线信号和电视信号中提取有用的手势信息,可以帮助智能手机和平板电脑实现始终在线的手势识别。

基于无线射频的手势识别有其本身的有点,比如:容易大规模部署、可以在黑暗中使用、可以穿墙、不用穿戴传感器设备等优势。但是它也有其本身的局限性,如何文锋在论文中描述:手势的定义准确度、不能进行身份识别、特制专用设备去实现和成本开销比较大等问题。

5 基于多传感器的人体动作识别

随着传感器技术和人工智能算法的发展,有人开始研究多种传感器同时采集人体运动数据,数据融合之后再对动作进行分类识别。Brashear 等人用摄像头和加速度计设计了多传感器系统,让失聪孩子通过游戏娱乐进行手语学习,有 5 个实验者参与手势识别,在手势语法流畅的情况下能够达到 92.62%的识别率。Chen 等人提出一种基于分类器集成的多模态活动识别方法 MARCLE,利用神经网络作为基础分类器构造多模态模型,并将分类器集成的多样性嵌入到模型的误差函数中,在每次迭代中误差被分解并反向传播到基础分类器,能够产生具有竞争力的性能,并具有开发多模式信号的优势。于汉超等人利用 Kinect 和陀螺仪捕捉手部挥动书写十个数字和 26 个小写字母的位置和运动轨迹信息,通过特征层数据融合对数字和字母进行分类识别,可以达到 92.8%的识别率。Maurer 等人设计出基于 eWatch 多传感器平台的动作识别与监控系统,加速度传感器和光传感器穿戴在人体六个不同的部位,对于六个人体运动的常见动作识别率达到 88.07%,通过比较多个时域特征集和采样率,对佩戴电子设备的不同身体部位进行分类准确性进行了评估。陈香等人提出基于多种传感器信息的融合的中国手语识别方法,利用表面肌电传感器,惯性传感器和摄像头采集 201 组手语词汇数据,通过多级分类算法对多类数据进行融合,在单人试验中

识别率达 99%，在多人实验中，识别率达 98%。

多传感器数据融合类似于人体对于外界感知，人体就是基于不同的感觉器官获取的数据融合后获得的综合知识识别。多传感器数据采集相当于使用摄像头代替眼睛、用麦克风代替耳朵、用加速度传感器代替小脑、用 CPU 代替人体大脑对多种数据融合，结合人工智能算法达到对人体动作判断的目的。不同传感器获取的数据加以融合后的信息进行分析，可以获得更加精准的判断效果。

6 目前的难点问题与未来可能的研究方向

尽管近年国内外人体动作行为识别的研究取得了重要进展，但人体运动的高复杂性和多变化性使得识别的精确性和高效性并没有完全满足相关行业的实用要求。总体来说人体动作行为识别中的挑战来自以下几个方面：

- 人体动作种类变化太大；
- 容易受到环境背景等影响；
- 需要考虑时间变化的影响；
- 数据的获取和标注缺乏多样性、全面性；
- 对于带情感的人体动作理解困难。

人体动作识别遇到的困难都可以使用不同种类的传感器来采集不同数据，通过数据判断来解决困难问题。随传感器技术的发展和人工智能算法的不断深入融合应用研究，基于人体动作识别研究方向势必会朝着传感器种类多样化、数据类型多样化、传感器应用组合多样化的方面发展。

7 结语

目前人体动作识别技术研究已成为人机交互领域的一个重要研究方向。本文根据动作识别传感器不同总结了 4 类常见的人体动作识别技术与其应用场景和发展趋势，最后总结了近年来人体动作识别技术中所存在的难点问题，引出未来可能的技术发展方向。

参考文献：

- [1] Wang H , Wang B , Liu B , et al. Pedestrian recognition and tracking using 3D LiDAR for autonomous vehicle [J]. Robotics & Autonomous Systems, 2016:S0921889015302633.
- [2] Godila , Bostelman R , Saidi K , et al. 3D Ground-Truth Systems for Object/Human Recognition and Tracking [C]// 2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. IEEE, 2013.
- [3] Gu Y , Hashimoto Y , Hsu LT , et al. Human-like motion planning model for driving in signalized intersections [J]. IATSS Research, 2017, 41(3):129-139.
- [4] A.Thamemul Ansari , K.Thivakaran , M.Hareesh Kumar , et al. Design of a Smart Ping Pong Robot [J]. 2015.
- [5] Li G , Zhang C . Automatic detection technology of sports athletes based on image recognition technology [J]. EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2019, 2019(1).
- [6] Suma E A , Krum D M , Lange B , et al. Adapting user interfaces for gestural interaction with the flexible action and articulated skeleton

toolkit [J]. Computers & Graphics, 2013, 37(3):193-201.

- [7] 徐健, 许开开, 翟阳, 周洲. 基于摄像头的近距手势识别系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(10):181-185
- [8] 刘婷婷, 李玉鹏, 张良. 多视角深度运动图的人体行为识别 [J]. 中国图象图形学报, 2019, 24(03):80-89.
- [9] 沈西挺, 于晟, 董瑶. 基于深度学习的人体动作识别方法 [J]. 计算机工程与设计, 2019, 41(04):1153-1158
- [10] Jaouedi N , Boujnah N , Bouhlel M S . fvA New Hybrid Deep Learning Model For Human Action Recognition [J]. 2019.
- [11] Aggarwal J K , Ryo M S . Human activity analysis [J]. Acm Computing Surveys, 2011, 43(3):1-43.
- [12] 胡琼, 秦磊, 黄庆明. 基于视觉的人体动作识别综述 [J]. 计算机学报, 2013(12):144-156.
- [13] 陈佩, 金立左, 李久贤. 一种羽毛球挥拍运动分析装置 [J]. 机械设计与制造工程, 2018, 47(12):19-22
- [14] 任宇飞. 基于 SVM 的人体运动分析与防跌倒检测技术 [J]. 信息技术, 2019(6).
- [15] 单彬, 毛丹辉, 王勇. 基于 MPU6050 传感器的包裹运动状态识别 [J]. 浙江万里学院学报, 2018, 31(12):58-62
- [16] Kai Kunze, Michael Barry, Ernst A. Heinz, Towards Recognizing Tai Chi An Initial Experiment Using Wearable Sensors [C]// International Forum on Applied Wearable Computing. VDE, 2011.
- [17] Brashear H , Henderson V L , Park K H , et al. American sign language recognition in game development for deaf children [C]// International AcmSigaccess Conference on Computers & Accessibility. ACM, 2006.
- [18] Guo H , Chen L , Peng L , et al. Wearable sensor based multi-modal human activity recognition exploiting the diversity of classifier ensemble [C]// the 2016 ACM International Joint Conference. ACM, 2016.
- [19] 于汉超, 刘明杰, 刘军发, 等. 基于双通道异构传感器融合的手势识别方法 [J]. 计算机应用与软件, 2012(11):1-3.
- [20] Maurer U , Smailagic A , Siewiorek D P , et al. Activity Recognition and Monitoring Using Multiple Sensors on Different Body Positions [C]// Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2006. BSN 2006. International Workshop on. IEEE, 2006.
- [21] 王文会, 陈香, 阳平, et al. Chinese Sign Language Recognition Based on Multiple Sensors Information Detection and Fusion [J]. 中国生物医学工程学报, 2010, 029(005):665-671.
- [22] Adib F , Katabi D . See Through Walls with Wi-Fi [C]// AcmSigcomm Conference on Sigcomm. ACM, 2013.
- [23] Pu Q , Gupta S , Gollakota S , et al. Whole-Home Gesture Recognition Using Wireless Signals [C]// Proceedings of the ACM SIGCOMM 2013 conference on SIGCOMM. ACM, 2013.
- [24] Sigg S , Blanke U , Troster G . The telepathic phone: Frictionless activity recognition from Wi-Fi-RSSI [C]// IEEE International Conference on Pervasive Computing & Communications. IEEE Computer Society, 2014:148-155.
- [25] Kellogg B , Talla V , Gollakota S . Bringing gesture recognition to all devices [C]// Usenix Conference on Networked Systems Design & Implementation. USENIX Association, 2014.
- [26] 何文锋. 基于 WIFI 的手势识别研究 [D]. 深圳大学. 2015