

文章编号: 2095-2163(2022)10-0224-03

中图分类号: TP399

文献标志码: A

GBDT 算法在无线非接触式人体行为识别中的应用研究

孙宏宇, 吴嘉伊, 吴宇

(吉林师范大学 计算机学院, 吉林 四平 136000)

摘要: 无线非接触式人体行为感知是指利用无线信号的传播特征反推人体行为的过程。由于非接触式感知具有造价低, 无需额外设备, 可以实现非视距感知等特点, 现已成为国内外的研究热点。但是现有的人体行为感知算法需要利用复杂的特征提取技术, 使其在嵌入式设备上运行困难。本文针对这一问题, 提出了基于 GBDT 的人体行为感知算法, 在不需要复杂的特征提取的基础上实现精准的人体行为感知。试验结果表明, 基于 GBDT 的技术在 rRuler 数据集上的识别准确度可以达到 98% 左右, 并有利于部署在实际嵌入式设备上。

关键词: GBDT; 非接触式感知; 人体行为

Application of GBDT algorithm in wireless contactless human behavior recognition

SUN Hongyu, WU Jiayi, WU Yu

(College of Computer Science, Jilin Normal University, Siping Jilin 136000, China)

[Abstract] Wireless device-free human behavior sensing refers to the process of using the propagation characteristics of wireless signals to deduce human behavior. Due to the characteristics of low cost, no additional equipment and non-line-of-sight perception, device-free sensing has become a research hotspot at home and abroad. However, the existing human behavior sensing algorithms need to use complex feature extraction technology, so it is difficult to run on embedded devices. To solve this problem, this paper proposes a human behavior sensing algorithm based on GBDT, which realizes accurate human behavior sensing without complex feature extraction. The experimental results show that the recognition accuracy of the technology based on GBDT on the rRuler data set can reach about 98%, and it is conducive to the deployment on the actual embedded equipment.

[Key words] GBDT; device-free sensing; human behavior

0 引言

随着科学技术的发展, 人体行为感知和分析技术已经广泛应用在生活的各个方面。由于现有的人体行为感知算法需要利用复杂的特征提取技术, 使其在嵌入式设备上的运行较为困难。而决策树算法、例如 GBDT 等就可以有效解决此问题, 在不使用复杂特征提取的基础上则能够实现精准的人体行为感知。与其他传统的感知技术手段相比, 通过无线信号的非接触式感知信号^[1]对人体行为的感知分析具备了很多优势和特点。首先, 无线信号的非接触式感知信号已经遍布在日常生活中的每个角落, 其对人体行为的感知就是通过对人体反射、散射以及衍射的无线信号的非接触式感知信号特征检测实现的, 不需要携带任何传感器, 并且还具备非视距感知能力, 可以较好地穿越障碍。同时, 因为无线信号

的非接触式感知信号属于电磁波, 可以不受外界的温度、湿度以及光照等因素的影响, 能大大提高对人体行为的分析能力^[2]。近年来, 无线信号的非接触式感知技术也一直处于不断的发展之中。2019年9月16日, Wi-Fi 联盟宣布启动 Wi-Fi 6 认证计划, 并于2020年1月3日将使用6 GHz频段的 IEEE 802.11ax 称为 Wi-Fi 6E; 2022年1月, Wi-Fi 联盟宣布了 Wi-Fi 6 第2版标准, Wi-Fi 6 目前支持频段(2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz)的电源管理^[3]。无线信号的非接触式感知技术的不断增强即使得对人体动作行为可做到更为精确的检测。

梯度提升树(GBDT)算法是一种集成机器学习算法, 是通过训练多个弱分类器来生成准确的结果, GBDT 算法在分类、回归等多方面均表现出优异性能, 同时也作为多种算法竞赛中最受欢迎的算法之一, 究其原因就在于 GBDT 可以高效地解决高维和

基金项目: 吉林省教育厅项目(JJKH20210457KJ); 吉林省大学生创新创业训练项目(2021JLSFDX-ajs03); 吉林师范大学第十九批大学生科研基金项目(19039); 吉林省大学生创新创业训练项目(S202210203056)。

作者简介: 孙宏宇(1986-), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向: 无线网络与智能计算; 吴嘉伊(2001-), 女, 本科生, 主要研究方向: 无线感知; 吴宇(1999-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 人工智能、无线感知。

通讯作者: 孙宏宇 Email: hongyu@jlnu.edu.cn

收稿日期: 2022-05-04

多分类问题^[4]。

本文利用梯度提升树 (GBDT) 算法, 并通过无线信号的非接触式感知信号对人体行为的识别进行研究和分析。仿真实验结果证明, 该方法在无线感知人体动作行为方面具有可实施性。

1 GBDT 算法原理

梯度提升 (梯度增强) 是一种用于回归和分类问题的机器学习技术, 由其产生的预测模型是弱预测模型的集成, 例如采用典型的决策树作为弱预测模型, 这时则称为梯度提升树 (GBDT)。如其他提升方法一样, 这是以分阶段的方式构建模型, 但却通过允许对任意可微分损失函数进行优化作为对一般提升方法的推广。GBDT 是一种准确有效的程序, 可用于各种领域的回归和分类问题, 例如 Web 搜索、排名和生态领域等^[5]。

给定训练集 $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$, 损失函数 $L(y, f(x))$, 基函数集 $\{b(x, \gamma)\}$, 算法的设计步骤可具体表述如下。

(1) 初始化 $f_0(x) = 0$, 对此可表示为:

$$F_0(x) = \underset{\gamma}{\operatorname{argmin}} \left[\sum_{i=1}^n L(y_i, \gamma) \right] \quad (1)$$

(2) 对 $m = 1, 2, \dots, M$

① 计算残差。其数学表达式可写为:

$$r_{im} = - \frac{\partial L(y_i, F(x_i))}{\partial F(x_i)} \Big|_{F(x) = F_{m-1}(x)} \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

② 以残差 r_{mi} 为预测值, 训练一个回归树 $T_m(x, \theta)$ 。

③ 更新 $f_m(x)$ 。此处需用到的数学公式为:

$$f_m(x) = f_{m-1}(x) + \rho T_m(x, \theta) \quad (3)$$

(3) 经过 M 次迭代后得到最终模型, 采用函数的形式进行表示, 即:

$$f_M(x) = \sum_{i=1}^M \rho T_i(x, \theta) \quad (4)$$

2 实验与结果分析

2.1 数据集

研究人体动作行为的识别需要进行实证分析, 本文在信号采集上使用了构建原型系统, 如图 1 所示。该原型系统共采集了 1 040 个样本数据, 数据采集场景如图 2 所示。这些样本均来源于实验室的志愿者, 本文测定后选取了 7 个和人体日常行为相关的动作作为指标, 其中包括水平走 (WH)、垂直走 (WV)、跑 (RV)、跳 (JM)、向前摔倒 (FF)、向左摔倒

(FL)、向右摔倒 (FR), 并对这 7 个动作行为进行特征提取。



图 1 非接触感知系统原型系统

Fig. 1 Prototype system of device-free sensing system

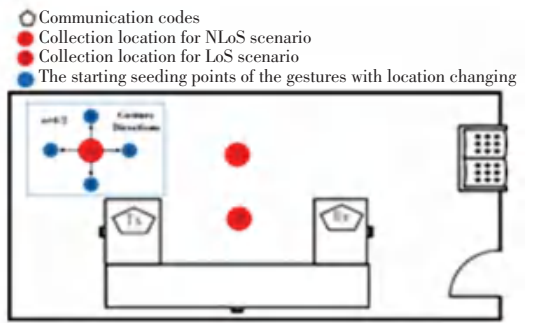


图 2 数据采集场景

Fig. 2 Data acquisition scenario

2.2 实验及结果

动作分类准确率是评价算法对人体动作行为识别的重要评价指标。其中, 本文所使用的梯度提升树 (GBDT) 算法进行动作识别不主要做特征工程, 该算法中共使用了 4 个参数, 具体来说分别为 $n_estimate$, $learning_rate$, max_depth , $random_state$ 。其中, 每个参数的取值不同会对其预测结果产生不小的影响, 本文实验针对 4 个参数的不同取值共做了 16 组随机实验取值, 实验结果如图 3 所示。由图 3 可知, 当 4 个参数分别取值 ($n_estimate = 150$, $learning_rate = 1.0$, $max_depth = 3.0$, $random_state = 0$) 时, 其分类准确率最高, 可以达到 0.987 89, 此时可以对人体行为进行很好的识别, 且基本没有误差, 其识别准确度结果接近 100%。

本文还使用其他常用算法也进行了动作行为的识别和分析, 其他行为的动作分类准确率均不如本文所使用的梯度提升树 (GBDT) 算法, 参见图 4。

从图 4 可以看出, 在面对相同一组动作行为数据时, 该算法与其他算法相比, 其准确度更高, 拟合度更好。

实验结果表明, 与传统其他算法相比, 本文提出

的使用梯度提升树(GBDT)算法具有可实施性,其较低的误差率表明该方法可以广泛应用于睡眠检

测、跌倒检测、日常行为检测等方面,为人体行为的识别方面提供了更切实可行的方法。

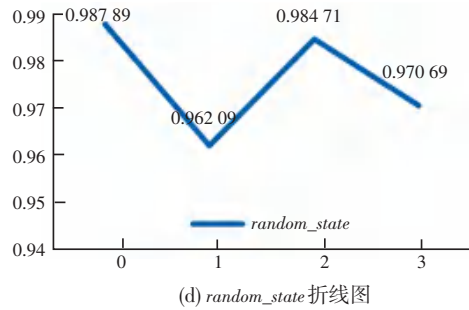
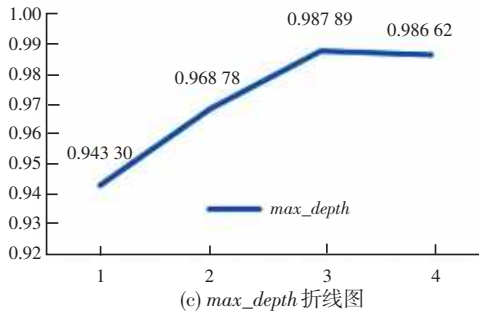
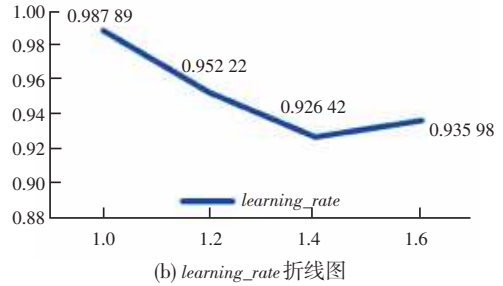
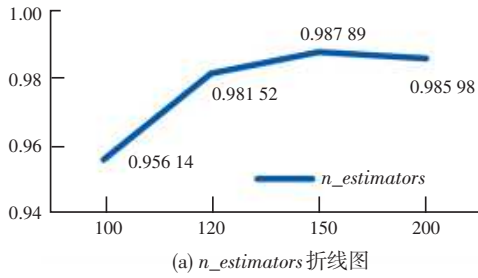


图3 不同参数预测结果折线图

Fig. 3 Line chart of prediction results of different parameters

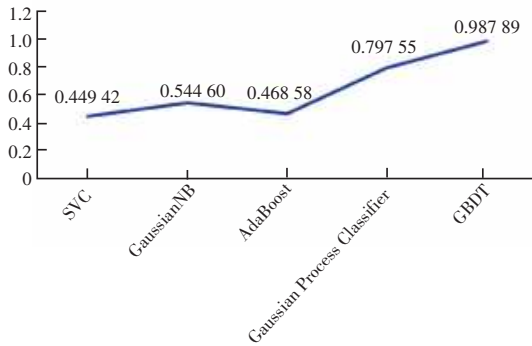


图4 本文算法与其他算法识别准确度对比

Fig. 4 The comparison of the recognition accuracy of this algorithm and other algorithms

3 结束语

针对通过无线信号的非接触式感知信号对人体行为动作感知分类问题,本文设计了一种基于梯度决策树(GBDT)算法对人体行为动作进行感知与分

析的方法。实验结果表明,在通过无线信号的非接触式感知信号对人体行为的感知方面,该方法在动作分类方面的准确率高出其他算法,证明了所提出的方法对于人体行为动作的感知和分类问题具有显著效果,并为后续的人体动作行为识别、预测研究做了有益的探索与尝试。

参考文献

- [1] 杨旭. 基于WiFi的室内人员非接触式感知方法研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2021.
- [2] 鲁勇, 吕绍和, 王晓东, 等. 基于WiFi信号的人体行为感知技术研究综述[J]. 计算机学报, 2019, 42(02): 1-21.
- [3] 黄宇, 李雨汝. WiFi6技术现状综述[J]. 中国无线电, 2021(05): 90-91.
- [4] 江佳伟, 符芳诚, 邵莹侠, 等. 面向高维特征和多分类的分布式梯度提升树[J]. 软件学报, 2019, 30(03): 784-798.
- [5] 沈夏炯, 张俊涛, 韩道军. 基于梯度提升回归树的短时交通流预测模型[J]. 计算机科学, 2018, 45(06): 222-227, 264.

(上接第223页)

- [8] 丰景春, 李雪名, 丰慧, 等. 资源约束条件下项目群工期优化模型研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(11): 219-225.
- [9] RUIZ R, STÜTZLE T. A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 177(3): 2033-2049.
- [10] 张其亮, 陈永生. 求解具有混合约束流水车间调度问题的迭代

- 贪婪算法[J]. 计算机应用研究, 2016, 33(02): 352-355.
- [11] 陆克中, 冯禹洪, 毛睿, 等. 有向传感器网络覆盖增强问题的贪婪迭代算法[J]. 电子学报, 2012, 40(04): 688-694.
- [12] WANG Hui, WANG Wenjun, SUN Hui, et al. A new cuckoo search algorithm with hybrid strategies for flow shop scheduling problems[J]. Soft Computing, 2017, 21(15).
- [13] 胡敏, 高永, 吴昊, 等. 融合边缘检测和递归神经网络的视频表情识别[J]. 电子测量与仪器学报, 2020, 34(07): 103-111.