

一种基于多轮廓特征融合的步态识别方法

王 兵

民政职业大学 康复工程学院 北京 大兴 102600

摘要: 步态特征类型多样, 具有自然性、隐蔽性、非接触等优势。针对现有步态识别方法中特征使用单一、外观变化等因素, 提出了一种特征融合的步态识别方法。本文根据步态识别的基本原理, 将常见的两种步态轮廓特征进行融合, 提升步态识别的准确率。同时对比了深度学习常用步态识别方法, 验证了深度学习方法在步态识别研究上的优势。

关键词: 步态特征; 轮廓特征; 步态识别

引言:

步态识别技术是一种先进的生物识别手段, 相较于指纹、面部和虹膜等传统生物特征识别方法^[1], 步态识别的优势十分显著: 它不需要直接接触, 不易被个体察觉, 且难以被有意隐藏或伪装。这些特性使得步态识别在远距离识别场景中尤为有效, 成为目前可行的技术选项。个体的步态受到肌肉力量、骨骼结构和身体协调性等多种因素的影响, 造就了每个人独一无二的行走方式。

基于轮廓的方法通常是从步态视频序列中提取得到步态轮廓图, 然后将得到的轮廓图作为输入进行步态特征提取和比较。陈玲等^[1]提出一种基于人体质心和轮廓关键点的步态表示方法, 该方法处理速度快、计算代价小, 可以满足步态识别的实时性要求; Fan等^[2]提出了 GaitPart网络模型, 该模型将输入一系列步态轮廓的每一帧作为输入, 之后对输出的特征图进行水平切割, 由此得到多个部分的帧级特征序列, 从而通过微运动捕获模块对其局部的短时时空特征进行捕获, 简单连接形成最终的步态特征来实现步态识别; Chao等^[3]提出了 GaitSet 网络模型, 该模型将所有的步态都视为独立的帧组成的步态序列, 从而在进行特征识别的时候能够不受到帧的排列方式的影响, 该模型将每一帧的步态图像都经过多个连续的帧级特征提取模块和集合特征聚集模块, 然后使用水平金字塔映射从其中获取步态表示。

一、特征提取

步态识别技术常用的特征为轮廓特征, 有步态区域面积, 关键距离和质心到下半部分最外轮廓点的距离特征等。不同人的步态根据相同部位的摆动频率和幅度有较大差别, 但受限于体型和习惯, 仍存在极为相似的步态, 给识别带来挑战。一般步态识别研究选取序列帧步态图像组成的视频进行研究, 随着帧图像的变化, 身体不同部位在行走过程中面积的变化幅度不同, 一般变化幅度越大, 对应的身体部分运动幅度也越大。因此, 步态区域面积可以作为典型的步态特征^[4]。柴艳梅等人^[5]将人体按照人体的大致比例, 即身高20%、40%、40%的比例划分为头、上身和腿三个代表区域, 如图1.1所示。但是人在行走过程中参与的身体部位也较多, 仅用3个区域描述步态整体变化细致程度明显不足, 比如腿作为一个区域不能充分展示不同腿的

姿态变化。为了提高步态识别率, 根据人体骨骼化模型^[6]重新划分区域, 将人体轮廓按照关键点位置占人体高度的比值, 将步态轮廓图分为6个区域(头、颈、肩、髋、膝、踝), 并进行中心线左右对称; 由于人体在行走过程中, 大小腿运动区分较为明显, 将他们平均分为两部分, 最终得到16个子块, 后续进行归一化操作, 则得到更加细致的步态轮廓图, 如图1.2所示。



图1.1 将人体分为3个区域

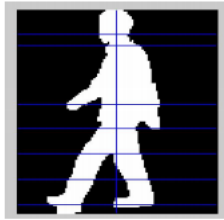


图1.2 步态轮廓图分成16个区域

步态周期内腿部的运动较为明显，文献^[1]选取人体的四个关键点（质心、左脚尖、右脚跟、过质心的直线与头顶相交的点），连接这些点，选取质心高度、质心分别到左脚尖、右脚跟和头顶的距离作为步态特征，并增加左脚尖到右脚跟的距离特征，作为行走时不断变化的显著特征，将这些特征作为关键距离特征，如图1.3所示。

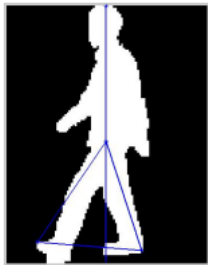


图1.3 关键点及关键距离信息

二、实验结果与分析

本实验使用CASIA^[7]步态数据库中的多视角库Dataset B数据集，该数据集共有124个实验对象的步态视频，每个对象有3种状态，包括正常行走、穿大衣行走和携带背包行走三种状态，每种步行状态下有11个视角（0°，18°，36°，…，180°）。本文选取90°视角正常行走状态，以不同的分割线将每个数据帧图像分成不同数目的区域（8, 10, 12, 14和16），将步态轮廓图分成不同数目的区域如图3.1所示。为了快速验证，直接采用最近邻分类器进行

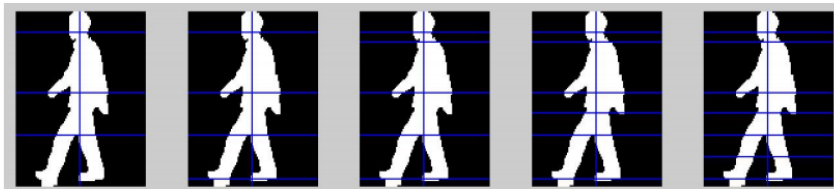


图3.1 步态轮廓图分为不同数目的区域（8, 10, 12, 14, 16）

识别，结果如3.1所示。

表3.1 90°视角正常行走状态下区域面积特征的实验结果

区域数目	3	8	10	12	14	16
识别率(%)	31.25	72.39	77.61	79.43	83.67	84.52

实验结果表明，随着区域数目的提升，步态识别的准确率不断提升。由于划分区域的数目越来越多，反应步态变化的细节也随之增加，可以区别的特征愈加明显，原本不可分的模糊部分，也随着区域数目的增多，变得易于描述，从而增加了步态识别的准确率。

然后采取同样的操作提取关键距离特征，并与区域数目为16的区域面积特征进行级联操作，使用最近邻分类器进行分类。同时本文还使用了GaitPart网络结构融合两种特征进行测试，结果如表3.2所示。

表3.2 不同轮廓特征的实验结果

方法	识别率(%)
区域面积(16)	84.52
关键距离	48.67
区域面积+关键距离	87.31
GaitPart(区域面积+关键距离)	90.5

随着两种特征的级联融合，互相补充，近邻分类器可以显著提升步态识别的准确率。但相较于GaitPart神经网络结构，仍然有一定差距。这是由于深度学习方法可以在帧级别图像的基础上，去挖掘组合步态的细粒度特征和步态序列的多尺度时间信息，更进一步提升步态识别的准确率。对比显示了深度学习方法在步态识别研究上的优势，在后续的研究中将集中在神经网络和特征细节的深度挖掘。

参考文献:

- [1] 陈玲, 杨天齐. 基于质心和轮廓关键点的步态识别[J]. 计算机工程与应用, 2015, 51(19): 173-188.
- [2] Fan C, Peng Y, Cao C, et al. Gaitpart: Temporal part-based model for gait recognition[C]. Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. Virtual, Online, United states, 2020. 14225-14233.
- [3] Chao H, He Y, Zhang J, et al. Gaitset: Regarding gait as a set for cross-view gait recognition[C]. Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence. Honolulu, HI, United states, 2019, 33(01): 8126-8133.
- [4] 丰明聪, 葛洪伟. 基于可变区域特征和SVM的步态识别研究[J]. 计算机应用, 2007, 27(12): 3081-3083.
- [5] 柴艳妹, 赵荣椿. 一种新的基于区域特征的快速步态识别方法[J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(9): 1260-1265.
- [6] Yoo J H, Nixon M S, Harris C J. Extracting human gait signatures by body segment properties[C]. Image Analysis and Interpretation, 2002. Proceedings. Fifth IEEE Southwest Symposium on. IEEE, 2002: 35-39.
- [7] Yu S, Tan D, Tan T. A framework for evaluating the effect of view angle, clothing and carrying condition on gait recognition[C]. 18th international conference on pattern recognition (ICPR'06). IEEE, Hong Kong, China, 2006, 4: 441-444.

基金项目：中央高校基本科研业务费资助项目（JBKYQN2025-23）

作者简介：王兵（1990-），男，河南永城人，博士，讲师，研究方向为多模态融合、智能计算。

Email: wangbing@bcsa.edu.cn