

基于步态的身份识别技术

谢林海^{1,3}, 刘相滨², 佟 施³

(1. 湖南师范大学 物理与信息学院, 湖南 长沙 410081;

2. 湖南师范大学 图像识别与计算机视觉研究所, 湖南 长沙 410081;

3. 广西交通职业技术学院 信息工程系, 广西 南宁 530023)

摘 要:随着信息社会对安全的要求不断提高,利用生物特征进行快速准确的身份识别成了当今的主流。与传统的身份鉴定手段相比,生物特征识别具有无可比拟的优势,特别是步态识别技术,由于其对系统分辨率要求低、远距离识别、非侵犯性和难以隐藏等特点而倍受计算机视觉研究者的关注。对步态识别所涉及的运动检测与跟踪、特征提取、特征处理以及模式识别分别进行了详细论述。

关键词:生物特征;步态识别;特征提取;神经网络

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)09-0106-03

Survey of Gait-Based Identification

XIE Lin-hai^{1,3}, LIU Xiang-bin², TONG Shi³

(1. Coll. of Physics & Information, Hunan Normal Univ., Changsha 410081, China;

2. Inst. of Image Recognition & Computer Vision, Hunan Normal Univ., Changsha 410081, China;

3. Dept. of Information Eng., Guangxi Vocational & Technical Coll. of Communications, Nanning 530023, China)

Abstract: With the development of the security requirement of information society, it becomes the mainstream to identify one's identity with biometric today. The biometrics recognition has unexampled advantages compared with previous conventional figure identifying means. And the gait recognition is attached more extensive of its predominance such as unaffected, simple collection, non body-involving, identification from far away, difficult to be disguised and so on. All of these lead the gait recognition becomes more attractive on the vision movement. A comprehensive survey of gait recognition is provided, involving motion detection and tracking, feature extraction, feature process and pattern recognition.

Key words: biometrics; gait recognition; feature extraction; neural network.

0 引 言

步态识别是根据人们走路的姿势进行身份识别,它是生物特征识别技术的一个新兴领域。在远距离监控情形下,脸像、指纹、虹膜等特征将不可能被使用,而人的步态仍是可感知的,且它可在被观察者没有觉察的情况下从任意角度进行非接触性的感知和度量,因此,从视觉监控的观点来看,步态是远距离情况下最有潜力的生物特征,从而引起了广大研究者的浓厚兴

趣。如美国国防高级研究项目署 DARPA 在 2000 年资助的 HID 计划,就是开发多模式、大范围的视觉监控技术以实现远距离情况下人的检测、分类和识别,从而增强国防、民用等场合免受恐怖袭击的自动保护能力。国际上许多研究机构和大学如英国的南安普敦大学、美国的麻省理工学院、马里兰大学、卡耐基梅隆大学等在 HID 计划的驱动下于 2000 年开始了步态识别研究,另外,中国、日本、加拿大、瑞士等国家的一些高校或研究机构也逐步展开了相关研究。

1 步态识别分析

步态识别是融合了计算机视觉、模式识别与视频图像序列处理的一门技术,在安全监控场合中,步态识别系统的一般框架如图 1 所示,它通常包括人体检测与跟踪、特征提取和步态识别几个过程。

收稿日期:2006-12-06

基金项目:湖南省自然科学基金资助项目(03JJY6025);湖南省教育厅资助科研项目(06B058)

作者简介:谢林海(1974-),男,湖南邵阳人,硕士研究生,研究方向为数字图像处理、模式识别;刘相滨,博士,教授,研究方向为计算机图形图像处理、模式识别;佟 施,副教授,研究方向为多媒体技术、网络教育等。

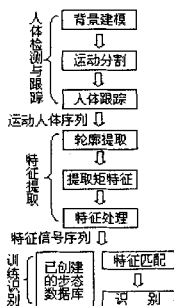


图1 步态识别流程图

1.1 人体检测

检测的目的是从图像序列中将运动人体区域从背景中提取出来,这是步态识别的前提。当前用于人体检测的方法有背景减法、光流法、统计法、时间差分法等。

(1)背景减除法是最常用的方法,通常用于简单的均匀或静止背景中,利用当前图像与背景图像的差分来检测运动物体。特点是简单,但对动态场景的变化(如光照)等敏感。

(2)光流法利用运动目标随着时间变化的特性,通过计算帧间像素的位移来提取人的运动。即使在摄像机运动时也可检测出运动目标,但计算量大、反应慢、抗噪性差。

(3)统计法则是基于像素的统计特性而从背景中提取运动信息。它首先计算背景像素的统计信息(颜色、灰度、边界等),再将现有像素与之比较,然后归类。该方法比背景减除法更 robust,但涉及大量计算和变换。

(4)时间差分法是在连续图像序列中的两个或三个相邻帧间采用基于像素的时间差分并且阈值化来提取出图像中的运动区域。时间差分法对于动态环境具有较强的自适应性,但一般不能完全提取出所有相关的特征像素点,在运动实体内部容易产生空洞现象。

1.2 人体跟踪

人体跟踪是在连续的图像帧间创建基于位置、速度、形状、纹理、色彩等有关特征的对应匹配问题,常用的数学工具有卡尔曼滤波、Condensation 算法及动态贝叶斯网络等。其中 Kalman 滤波是基于高斯分布的状态预测方法,不能有效地处理多峰模式的分布情况;Condensation 算法是以因子抽样为基础的条件密度传播方法,结合可学习的动态模型,可完成鲁棒的运动跟踪。目前,就跟踪对象而言,有跟踪如手、脸、头、腿等身体部分与跟踪整个人体的;就跟踪视角而言,有对应

于单摄像机的单一视角、对应于多摄像机的多视角和全方位视角;还可以通过跟踪空间(二维或三维)、跟踪环境(室内或户外)、跟踪人数(单人、多人、人群)、摄像机状态(运动或固定)等方面进行分类。

1.3 步态特征提取

步态特征提取是步态识别的关键,总的说来,可以划分为基于模型和非基于模型两类方法。

(1)基于模型的特征提取方法。

基于模型的方法是首先将人体用恰当的模式表示,通过跟踪分析模型及其参数,将二维图像序列与模型匹配,再进行步态识别。

Lee 等^[1]采用七个椭圆表达人体的不同部分,每个椭圆用质心等四个特征表示,加上整个身体图像的质心高度,共用 29 个特征表示整个人体的侧面图像,再通过模板匹配进行步态识别;Cunado 等^[2]将大腿建模为链接的钟摆,从其倾斜角度信号的频率分量中获取步态特征;Yoo 等人^[3]根据解剖学知识建立了线图模型,利用线段表示身体的不同部分,提取头、脖颈、肩、胸、骨盆、膝盖和脚踝的位置,假设人体的高度为 H ,则相应的脖颈、肩部、骨盆、膝盖和脚踝的高度分别为 $0.87H$, $0.818H$, $0.720H$, $0.285H$, $0.039H$, 然后计算各个位置的运动学特征(相对于垂直方向的摆动角度),进行步态的分类识别。

基于模型的方法优点在于步态特征能够直接从模型中获得,步态特征可以很方便地用低维的数据空间表示,便于理解,另外,基于模型的方法对外界的干扰和噪声影响不大;缺点是匹配和搜索过程比较复杂,计算代价高,不利于进行实时检测。

(2)非基于模型的特征提取方法。

非基于模型的特征提取方法不需要建立模型,而是直接从人体轮廓或运动中提取步态特征参数,再进行步态识别。

Kale 等人^[4]利用人的二值化图像的侧面外轮廓作为图像的特征,对于每一个人在一个步态周期内利用均值算法选择一个标本集,在识别的过程中计算一个步态序列的每一帧与标本集合之间的所谓的 FED 矢量,采用 HMM 进行步态识别;J. Little 和 J. Boyd^[5]利用步态序列图像的光流的频率和相位信息进行步态识别;Chiraz Ben 和 Abdelkader^[6]分别提供了一种基于步态图像自相似性的非参数化方法和一种基于步态的周期和跨距的参数化方法进行基于步态识别的身份认证;Johnson 与 Bobick^[7]在步态识别中使用了静态身体参数,假设人体的高度基本不变,从上到下的人体轮廓左右两边的距离构成一个宽度矢量,作为步态识别的特征;王亮^[8]提取运动人体的外轮廓,计算人体质心,

然后计算运动过程中轮廓上每个点与质心的欧氏距离作为人的步态特征。

基于特征的方法的优点是算法的适应性好,不仅适用于人也可以适用于其它运动物体,另外,计算量较小,可以满足实时性要求;缺点是对外界干扰(如遮挡、光照)比较敏感。

1.4 特征处理和步态识别

(1)特征空间变换(EST)。

识别过程中,当特征矩阵很大时,其计算量是巨大的,对系统性能的影响也是很大的,因此,降低特征向量的维数至关重要。特征空间变换法在确保信息损失的均方差最小的情况下,将相关的高维数据空间映射到不相关的低维数据空间,以达到降低输入数据空间维数的目的。王亮^[6]利用 EST 将轮廓图像映射到特征空间,选择 15 个特征值作为特征空间维数,识别率为 96.43%,同时算法对噪声的影响不敏感。

(2)隐马尔可夫模型(HMM)。

HMM 是一种状态空间模型,它的基本思想是用双重随机过程来描述一个模式,一是 Markov 链,描述模式内部状态序列;另一随机过程描述状态和观测值之间的关系。HMM 在学习能力和处理未分割的连续数据流方面比 DTW 有更好的优越性,当前被广泛地应用于人的运动模式匹配中。

(3)动态时间规整(DTW)。

DTW 具有概念简单、算法鲁棒的优点,早期广泛应用于语音识别,最近才应用于匹配人的运动模式;对 DTW 而言,即使测试序列与参考序列的时间尺度不完全一致,只要时间次序约束存在,仍能较好地完成测试序列和参考序列之间的模式匹配。Kale^[4]采用 DTW 对待测序列和样本序列进行匹配对比,对步行中可能出现速率变化进行非线性调整,效果很好。

(4)神经网络(NN)。

神经网络是一种非线性动力学系统,在解决问题的自适应性和鲁棒性方面有极好的特性,同时还具有精度高、误差容忍性好、分布式运行机制、能利用样本集进行自学习等特点,在数据挖掘、医学数据处理等领域具有广泛应用,近年来也逐步应用于运动分析和模式识别。

2 工作难点及研究方向

尽管步态识别研究已经取得了一定的成果,但远未达到实用阶段,下述几个方面是目前研究的难点,同时也是今后的研究方向,迫切需要引起广大科研工作者的关注。

(1)运动检测。

快速准确的运动检测是个相当重要但又是比较困难的问题。这是由于动态环境中捕捉的图像受到多方面的影响,比如天气的变化、光照条件的变化、背景的混乱干扰、运动目标的影子、物体与环境之间或者物体与物体之间的遮挡,甚至摄像机的运动等,这些都给准确有效的运动检测带来了困难。目前图像运动分割主要利用背景减除方法,但如何建立对于任何复杂环境的动态变化均具有自适应性的背景模型仍是相当困难的问题。

(2)遮挡处理。

目前,大部分人的运动分析系统都不能很好地解决目标之间互遮挡和人体自遮挡问题,尤其是在拥挤状态下,多人的检测和跟踪问题更是难于处理。遮挡时,人体只有部分是可见的,而且这个过程一般是不可训练的,简单依赖于背景减除进行运动分割的技术此时将不再可靠,为了减少遮挡或深度所带来的歧义性问题,必须开发更好的模型来处理遮挡时特征与身体各部分之间的准确对应问题。另外,一般系统也不能完成何时停止和重新开始身体部分的跟踪,即遮挡前后的跟踪初始化缺少自举方法。当然,可喜的进步是利用统计方法从可获得的图像信息中进行人体姿势、位置等的预测。不过,对于解决遮挡问题最有实际意义的潜在方法应该是基于多摄像机的跟踪系统。

(3)三维建模与跟踪。

二维跟踪有着简单快速的优点,对于那些不需要精确的姿势恢复或低图像分辨率的应用场合是很成功的。主要的缺点是受摄像机角度的限制。而三维方法在不受限的复杂的人的运动判断、更加准确的物理空间表达、遮挡的准确预测和处理等方面的优点是二维方法所不能比拟的;它能提供更加有意义的与身体姿势直接相关的可视化特征用于行为识别。目前基于视觉的三维跟踪研究仍相当有限,应值得更多的关注。

(4)建立大范围的步态特征数据库。

当前步态数据库的建立受到客观条件的约束,一般局限于几个至几十个人,算法的适应性和实用性受到影响,建立大范围的步态特征数据库是基于步态特征的生物识别技术能够顺利应用于机场、广场、重要政府部门等人流量大的场合的必备条件。

(5)步态特征与其它生物特征进行融合。

相对于指纹、虹膜、脸型等生理特征,步态行为特征的识别能力偏弱。另外,步态也会受一些诸如醉酒、怀孕、关节受伤等物理因素的影响。因此,步态特征与其它生物特征进行融合具有极高的应用前景。例如,在远距离时可以用步态特征做粗分类,再用其它生物特征如脸型做精确识别。

(下转第 112 页)

表 2 利用最大一致块技术进行属性约简后的小汽车信息表

Car	Price	Size	Max-speed
1	high	full	low
2	low	full	low
3	*	compact	low
4	high	full	high
5	*	full	high
6	low	full	*

表 3 去除实例 1 price 属性值后所得小汽车信息表

Car	Price	Size	Max-speed
1	*	full	low
2	low	full	low
3	*	compact	low
4	high	full	high
5	*	full	high
6	low	full	*

对表 3, 利用最大一致块技术可得包含实例 1 的一个相容类为: $M1(A) = \{1, 2, 6\}$, 它将原有的两个相容类合并为一个类, 降低了原信息表的分类能力, 所以实例 1 的属性 Price 值是不可约简的。

同理, 可以利用同样的方法对信息表中每个实例的属性(决策属性除外)的非空属性值进行判断, 如果该属性值是可约简属性值, 则去掉该属性值, 否则保留。最后可得最终信息表如表 4 所示。

表 4 最终的小汽车信息表

Car	Price	Size	Max-speed
1	high	full	low
2	low	*	low
3	*	compact	*
4	high	*	high
5	*	full	high
6	low	full	*

(上接第 108 页)

参考文献:

- [1] Lee L, Grimson W E L. Gait Analysis for Recognition[C]// In: Proceedings of the IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition. Halmstad, Sweden; [s. n.], 2002: 301-310.
- [2] Canudo D, Nixon M, Carter J. Using gait as a biometric via phase-weighted magnitude spectra[C]// In: Proc International Conference on Audio- and Video-based Biometric Person Authentication. Crans - Montana, Switzerland; [s. n.], 1997: 95-102.
- [3] Yoo J, Nixon M, Harris J. Extracting Gait Signatures Based on Anatomical Knowledge[C]// In: Proceedings of BMVA Symposium on Advancing Biometric Technologies. Melbourne, Australia; [s. n.], 2002: 698-706.
- [4] Kale A, Rajagopalan A N. Identification of Humans Using Gait

通过对原有的信息表进行属性约简和属性值约简, 去掉了信息表的大量冗余信息。

4 结束语

信息表的属性约简和属性值约简都是一个 NP 完全问题。文中通过将基于不完备信息系统的属性约简和基于覆盖粗糙集理论的属性值约简相结合, 利用各自的性质分别对信息表进行属性约简和属性值约简, 从而去除了信息表中的冗余信息, 保留了有用的信息, 大大简化后继的规则提取工作。

参考文献:

- [1] Pawlak Z. Rough sets: Theoretical Aspects of Reasoning About Data[M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991: 72-80.
- [2] Leung Y, Li Deyu. Maximal consistent block technique for rule acquisition in incomplete information systems[J]. Information Sciences, 2003, 153(1): 85-106.
- [3] Kryszkiewicz M. Rough set approach to incomplete information systems[J]. Information Sciences, 1998, 112(3): 39-49.
- [4] 王国胤. Rough 集理论在不完备信息系统中的扩充[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(10): 1238-1243.
- [5] Kryszkiewicz M. Rules in incomplete information systems[J]. Information Sciences, 1999, 113(3): 271-292.
- [6] Zakowski E. Approximations in the space (U, Π) [J]. Demonstratio Mathematica, 1983(16): 761-769.
- [7] Zhu W, Wang Fei - Yue. Reduction and axiomatization of covering generalized rough sets[J]. Information Sciences, 2003, 152(1): 217-230.
- [8] 王珏, 苗夺谦, 周育健. 关于 Rough Set 理论与应用的综述[J]. 模式识别与人工智能, 1996, 9(4): 337-344.

[D]. MD: Center for Automation Research, University of Maryland at College Park, 2002.

- [5] Little J, Boyd J. Recognizing people by their gait: the shape of motion[J]. Journal of Computer Vision Research, 1998, 1(2): 22-32.
- [6] Ben C, Abdelkader. Motion-based Recognition of People using image self-similarity[C]// In: Proceedings of the IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition. Austin, Texas; [s. n.], 2002: 291-295.
- [7] Johnson A, Bobick A. A multi-view method for gait recognition using static body parameters[C]// In Proc International Conference on Audio- and Video-based Biometric Person Authentication. Halmstad, Sweden; [s. n.], 2001: 301-311.
- [8] 王亮, 胡卫明, 谭铁牛. 基于步态的身份识别[J]. 计算机学报, 2003(3): 353-359.