

# 基于跟踪监测的快速摔倒算法在智能护理系统上的研究

李明进 李晓晨

电子科技大学成都学院 四川 成都 611731

**摘要：**为了更加准确、实时的监测到老人室内意外摔倒的情况，更智能地护理老人，提出了一种基于跟踪监测的快速摔倒算法。算法先通过运动检测法检测人的轮廓和姿态，利用人站立和摔倒的姿态的差异，然后用人体宽高比，中心变化率，有效面积比进行多特征融合，分别设定阈值来判断摔倒是否发生。在研究现有摔倒检测算法的基础上，本文的摔倒算法要进一步的对前景区域判别，最大化的消除鬼影区域和噪声区域，实现对运动目标的高精度检测，并使其可以灵活的运用在智能护理系统上。

**关键词：**跟踪监测；摔倒算法；智能护理；多特征融合

## 1 引言

随着人类社会的发展和进步，人们的物质和生活水平有了很大的提高。与此同时，人们对身体健康和生活环境安全稳定的要求也在不断提高。意外摔倒威胁着人们的健康和安全，尤其是老年人。目前，检测摔倒行为有两种传统的技术手段，一种是使用可穿戴传感器来检测摔倒<sup>[1]</sup>，当检测到摔倒时，与人体连接的传感器装置将发送摔倒信号；另一种是根据视频设备检测摔倒<sup>[2]</sup>，使用一个或多个摄像机连续监控场景，并通过处理视频来检测摔倒。

虽然传统方法在摔倒行为的检测方面取得了一定的成果，但也存在着很大的局限性。使用传感器检测摔倒行为会给人类行为带来很大不便，而使用传统的视频监控设备检测摔倒行为不仅难以达到实时检测和识别，而且还会受到外部条件变化的不利影响。

基于以上的分析，本文算法基于运动检测，自动跟踪运动中的人物并计算人形的轮廓和大小，利用人体的长宽比特征进行压制检测，因为人的长宽比特征简单且容易分析，大大降低了算法的复杂度和计算量。然后利用跟踪的人形的时间和空间变化，针对一些特殊情况自动识别非摔倒情况，如坐在椅子上伸懒腰以及突然蹲下等等。一般的摔倒检测算法都是仅利用人体的长宽比的特征进行判断<sup>[3]</sup>，但在实际应用中，只利用这一个特征参数会产生许多误判的现象，本研究提出的改进的自动跟踪快速摔倒算法还与另外两个特征参数结合来判断摔倒事件的发生：有效面积比和中心变化率，以纠正误判结果。

## 2 目标检测

本研究的运动目标检测方法是利用背景差法与跟踪检测法结合，将这两种方法结合不但可以降低对于背景发生微小变化的干扰，还可以去除视频中发生轻微抖动的重影和误差，并且进一步对前景区域判别后，最大化

的消除鬼影区域和噪声区域，使得运动目标的检测更加的准确。

首先设定一个合适的阈值，选取背景中的一帧或者几幅图像的平均作为背景图像，然后把当前帧的每一个像素与背景图像的每一个像素做差，将背景消除。若所得到的像素值大于阈值，则判断存在运动目标；反之，则不存在。监测到目标的位置后，进行跟踪，若前一帧和后一帧的中心可以重合，则判断为同一个人。该算法的原理和设计方法简易，所得到的结果可以直接得到运动目标的位置、大小等信息，并且得到的这些运动目标的信息都较精确。

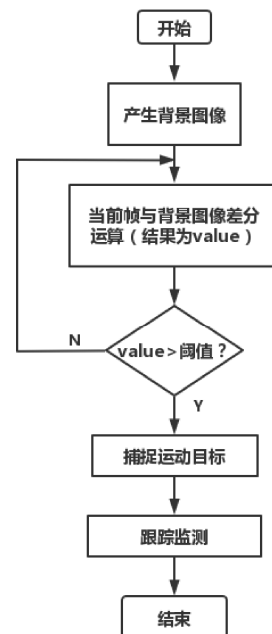


图1 目标检测流程图

## 3 摔倒检测

摔倒的特征参数对于检测摔倒事件是否发生是至关

重要的。如果仅用一个特征参数来判断摔倒事件的发生，会产生许多误判的情况，因此本文通过背景减法得到人体运动或变化的姿态，利用最小外矩形（人体外部最小矩形框定义为人体周围面积最小的矩形框）判断其是否满足人体宽高比WH—ratio、有效面积比EA—ratio以及中心变化率CV—ratio，利用这三个特征参数来判断是否有摔倒行为。

### 3.1 特征参数提取

#### (1) 人体宽高比WH—ratio

人体宽高比WH—ratio定义为图像中人体最小外部矩形框的宽度和高度之比。当人站立时，高度将远远大于宽度，因此宽高比远小于1。如果发生摔倒事件，人体宽度将远大于高度，宽高比将远大于1。

#### (2) 有效面积比EA—ratio

有效面积比定义为最小外接矩形框中人体面积与整个矩形框面积的比值：

$$EA-Ratio = \frac{S_p}{S_R} \quad (1)$$

式中，EA—ratio为有效面积比，sp是二值化图像矩形框中像素值为1的像素个数。sr是整个矩形框中像素值为1和0的像素总数。当人体占据矩形框的大部分面积时，有效面积大；反之，有效面积小。如图2所示。

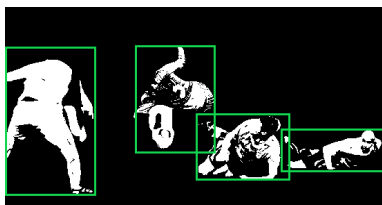


图2 框内有效面积比

#### (3) 中心变化率CV—ratio

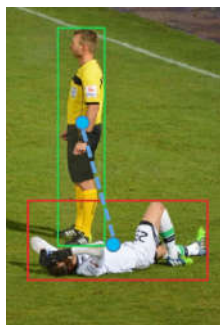


图3 框内中心点变化

在摔倒的过程中，两个相邻框架之间的人体中心点之间的距离会很大，坡度也会发生变化，如图2所示。当人们突然蹲下时，理论上坡度趋于正无穷大。相反，当人摔倒站起来时，距离人体中心的距离会很大，坡度趋于正无穷大。假设a和B是两个相邻帧中人体的中心点，A

和B点的坐标分别为  $(x_0, y_0)$  和  $(x_1, y_1)$ ，定义A和B两点之间连线的斜率为中心变化率：

$$K = \left| \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right| \quad (2)$$

$$|AB| = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2} \quad (3)$$

式中，K为中心变化率，|AB|为两中心点间的欧式距离。

### 3.2 误判情况的分析

以上三个特征参数均可以检测摔倒事件的发生，但如果仅使用其中一个特征参数来判断，将会产生许多误判，分析如下：

#### (1) 误判情况一

人从站立或正常行走突然蹲下或坐下，在这个过程中人体的宽高比发生了明显的变化，如果只通过人体宽高比来判断是否摔倒，在蹲下或者坐下后，人再做一些动作时，宽高比会再次变化，因此，蹲下或坐下以及之后的动作会被误判为发生摔倒。

#### (2) 误判情况二

当人做一些健身运动时，人体宽高比WH—ratio远远大于1。因此，如果此时只通过宽高比来判断是否摔倒，将会发生误判。

### 3.2 检测流程

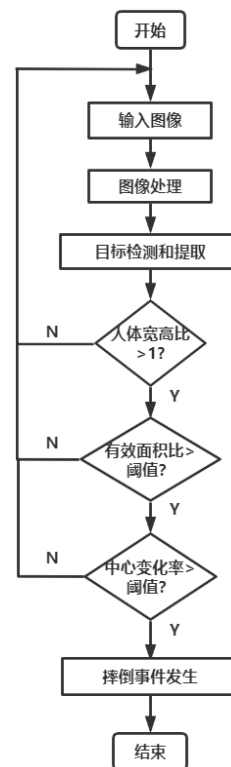


图4 检测流程图

如图4所示为检测摔倒事件的检测流程图,利用连续的输入图像,对每一帧都进行滤除干扰和灰度化处理。然后对运动目标进行动态检测和跟踪。当人体宽高比满足大于1的第一个特征时,算法进入第二个特征有效面积比。当有效面积比设置的阈值大时,判定摔跤事件发生。放弃本次图片,进行下一次重新

#### 4 实验结果分析

实验表明,在室内外使用基于跟踪监测的快速摔倒算法可以在不依赖人体的正侧面快速检测到摔倒特征并给出实时的报警,有较好的实用效果,如图5和图6。对于常见的判断也有良好的抑制作用。



图5 正面快速行走检测摔倒



图6 背面行走检测摔倒

#### 5 结束语

本文基于室内老年人发生摔倒的情况,将人体宽高比,有效面积比以及中心变化率这三个特征参数结合的快速摔倒算法应用于智能护理系统上,并且进一步对前景区域判别后,最大化的消除鬼影区域和噪声区域,进而可以准确的判断摔倒事件的发生。该方法简单,易于实现,检测精度较高。

#### 参考文献

- [1] 邓颖,吴华瑞,孙想.基于机器视觉和穿戴式设备感知的村镇老年人跌倒监测方法[J].西南大学学报(自然科学版):1-9[2021-10-23]
- [2] 王保栋,江鹏飞,董子昊,李金屏.基于人体骨架模型的远红外视频下老人摔倒检测[J].济南大学学报(自然科学版),2022(01):1-9[2021-10-23].
- [3] 邓志锋,闵卫东,邹松.一种基于CNN和人体椭圆轮廓运动特征的摔倒检测方法[J].图学学报,2018,39(06):1042-1047.