



# 基于物联网的老年人跌倒检测和环境辅助系统

I. 钱德拉<sup>1</sup>·N. 西瓦库马尔<sup>2</sup>·钱德拉先生戈库尔纳特<sup>2</sup>·P. 帕塔萨拉西<sup>2</sup>

收到的日期: 2018年2月11日/接受日期: 2018年2月28日/在线发布时间: 2018年3月16日  
©施普林格科学+商业媒体有限责任公司, 施普林格自然的一部分

## 摘要

跌倒对老年人来说被认为是危险的,因为它可能会影响人们的健康。因此,近年来发展了许多老年跌倒检测方法。近年来,人们发展了许多跌倒检测方法,但它只使用加速度计传感器来检测跌倒。它可能无法找到实际跌倒和跌倒之间的区别,比如坐着和跳跃。在所提出的方法中,我提出了一种跌倒检测算法来检测老年人的跌倒。日常人体活动分为静态位置和动态位置两部分。利用三轴加速度计,提出的跌落检测可以快速检测前、前、跳跃、坐等四种位置。加速度和速度被用来确定下落的类型。我们的算法使用加速度计和陀螺仪传感器来正确预测下降,减少假阳性和假阴性,提高精度。此外,我们的方法是由成本较低的方法,它可以实时使用。

关键词 加速度计。陀螺仪。坠落检测。阈值加速度。长躺着。短说谎。检测周期。角速度

## 1 介绍

跌倒被认为是治疗老年人的新方法。根据最近的调查,每54人中就有一个人每年至少下降一次[1]。瀑布被认为对在高层建筑中工作的人和消防人员来说是非常危险的。所以跌倒检测必须被认为是危险的[2]。由于目前的跌倒检测方法只使用加速度计来检测跌倒,因此有时可能无法检测到跌倒。然而,在加速度和速度的帮助下,可以实现精度,并减少假阳性和假阴性。一些跌倒检测算法只检测跌倒,它们不会将真正的跌倒分类,比如真正的跌倒活动。市场上,它们没有被正确使用。监测对老年人群来说很重要,人类也可以这样做,但不可能每次都照顾他们,所以需要一台自动检测[3]的机器。智能手机进入

存在来检测跌倒,因为它不需要任何额外的方法,而且它也很轻。

借助连接在手机上的陀螺仪传感器,它可以检测到秋季的[4]。当陀螺仪和加速度计传感器连接在一起时,可以提高跌落检测的精度。陀螺仪可以用角度检测下落,而加速度计可以用加速度检测下落。

在医院病人数量增加的情况下,很难进行手动监测,因此跌倒的数量增加。一些跌倒检测算法认为睡眠也是一种下降,因此准确率较低,假阳性的数量增加。为了提高检测的精度,采用了利用加速度阶段[5]来检测下降的算法。

我们的解决方案将人体日常活动分为静态位置和动态位置两大类,在三轴加速度计结合陀螺仪的帮助下,加速度计使用加速度,陀螺仪使用速度角来检测下降[6]。

& N. 西瓦库马尔  
knsksiva@gmail.com

<sup>1</sup> R. M. D工程学院, 印度, 钦奈

<sup>2</sup> 维特大学, 维洛尔, 印度

## 2相关工作

有几种方法可以使用运动传感器来检测跌倒, 如Lopez等人所做的工作。[7]. 研究表明, 通过老年人的运动可以检测到跌倒, 研究表明, 检测准确率为83.673%。然而, 假阳性的数量增加, 这必须解决。在Rawal等人的工作中。使用相机和相机被放置在房间里, 监控老年人[8]。这台相机随机拍摄照片, 发现老年人位置的任何变化。这在探测跌倒时产生了很好的结果。然而, 借助于传感器的检测, 这是可能的。

在陀螺仪和加速度计传感器的帮助下检测到下降。在工作中, [9]使用加速度计传感器来检测跌倒, 他使用远程v芯片与计算机。所以检测只能在系统存在的地方进行。马诺加兰等人所做的工作。使用加速度计和陀螺仪陀螺仪使用它的角度加速度计使用加速度计使用加速度来检测下降[10]。

现有的下降检测算法使用两个传感器下降检测第一个加速度计传感器使用加速度检测和第二个是陀螺仪传感器及其使用其速度角度, 如果有任何改变速度角度被认为是下降系统算法[11, 12]。

一个三轴加速度计, 它被放置在人体中, 根据加速度值, 系统[13, 14]预测了下降。采用加速度计和陀螺仪传感器相结合, 根据得到的加速度和速度值对下落进行了预测。瓦拉萨拉扬等。[15]研究了加速度下降的精度, 手、打带、腰系绑上加速度计, 检查了加速度, 找到了精度。马诺加兰等。[16]使用了2三轴加速度计, 他们把它绑在手里, 另一个绑在腿上, 检查加速度计的阈值, 如果阈值超过两个加速度计, 就被认为是下降。只有在只有加速度传感器的帮助下, 就可能会提高精度和增加假阳性, 因此不能正确地检测到跌倒。

Thota等。[17]在其工作中使用了三个传感器, 三个传感器是倾斜传感器, 运动传感器和公里加速度计来预测加速度, 运动传感器监测老年人的运动。他们根据监测传感器检测身体跌倒, 检测身体方向, 并检测运动[18]。设计了一个模型, 使用五步监测过程, 使用五个加速度计, 并连接到身体的某些部分, 甚至与

这些衣服和检测跌倒是基于从系统获得的加速度值。飞利浦的生命线[19]使用了一个隐藏的模型, 使用一个小睡按钮, 用来发送警报消息给发送者, 并在发生跌倒时提醒他们, 这是[20, 21]。通过在靴子中放置一个加速度计传感器开发了一个模型, 结果显示, 其83.34%, 当放置在靴子末端时产生假阳性。

Thota等。[22]使用了一个可穿戴的加速度计, 并使用了一个隐藏的支持向量机算法来检测准确性和假阳性, 并在系统的帮助下检测跌倒。马诺加兰等。[23]提出了一个预测准确率的模型, 其灵敏度为93%, 特异性为94%。[24]提出了利用三轴加速度计预测下降的新算法, 得到了93%的结果。他们开发了一个用于跌倒检测的移动应用程序, 每当它预测跌倒已经发生时, 它就会发送警报消息。

马诺加兰等。[25]开发了一款移动应用程序, 作为可穿戴设备, 在预测跌倒时发送警报, 并将信息发送到已存储的联系人, 并发送受害者的GPS位置。常用的传感器有加速度计、陀螺仪传感器、运动传感器、倾斜传感器、红外线传感器、压力传感器等检测算法。洛佩兹等人。[26]提出了一个模型, 使用身体的轴, 并使用阈值和速度角度来检测坠落。马诺加兰等。[27]设计了一个模型, 并捕获随机图像, 如果图像有任何差异, 它认为这是一个下降。

可穿戴传感器可以佩戴在人体中并检测跌倒, 大约几乎模型目前使用加速度计来预测模型, 其余系统使用加速度计结合陀螺仪传感器和预测跌倒瓦拉塔拉扬等人。[28]在脚上放置了一个传感器, 并使用了三轴加速度计, 并检测出它预测是否发生下降的阈值。洛佩兹等人。[29]监测日常活动和跌倒, 并根据决策算法进行决策。带有手机的加速度计可以检测跌倒, 并使用支持向量加工、监督机器学习 and 逻辑回归等算法。

## 3数据采集

为了获得加速度值, 我们使用了一个流程图, 并通过加速度计传感器获得了数据。加速度计传感器使用加速度和速度来得到这些值, 在这些值的帮助下, 我们可以检测是否发生了下降。在这一步中与

帮助志愿者的行动，以及快、跑和坐等行动。

在这种方法中，研究通过执行以下身体姿势，如快速行走，快速坐着，从以下身体姿势跳跃，加速度数据，并在加速度传感器的帮助下检查它是否发生了跌倒。

无论何时，只要身体姿势发生变化，传感器都会发送警报，帮助加速度数据已经通过帮助三坐标X来获取A，XB，XC. 当前身体姿势的加速度数据，用公式计算，

$$X \approx \sqrt{A^2 + X_B^2 + X_C^2}$$

#### 4 坠落检测参数

为了检测跌倒，使用志愿者进行了5个身体姿势，如果传感器的位置有变化，传感器发送警报信息，获取幅值，幅值之和表示为(SVEM)，幅值之差表示为(DFSVEM)，加速度角表示为( $\theta$ )。

$$\begin{aligned} \text{A斯维姆} \theta &= \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \\ \theta &= \arccos \left( \frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}} \right) \times \frac{180}{\pi} \\ \text{ADVEM} &= \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \\ \text{DFSVEM} &= \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \end{aligned}$$

其中I表示振幅值为x(i)，y(i)，z(i)，表示x轴，y轴和z轴，即 $\theta$ 表示加速度计传感器的幅值与加速度计下降之间的标题夹角，根据加速度计幅值检测。

#### 5 坠落检测系统

跌落检测方法依赖于人体中放置的静态和动态位置以及加速度计和陀螺仪传感器等传感器，加速度计使用加速度，陀螺仪使用速度角，并借助基于算法的功能做出决定检测下降。

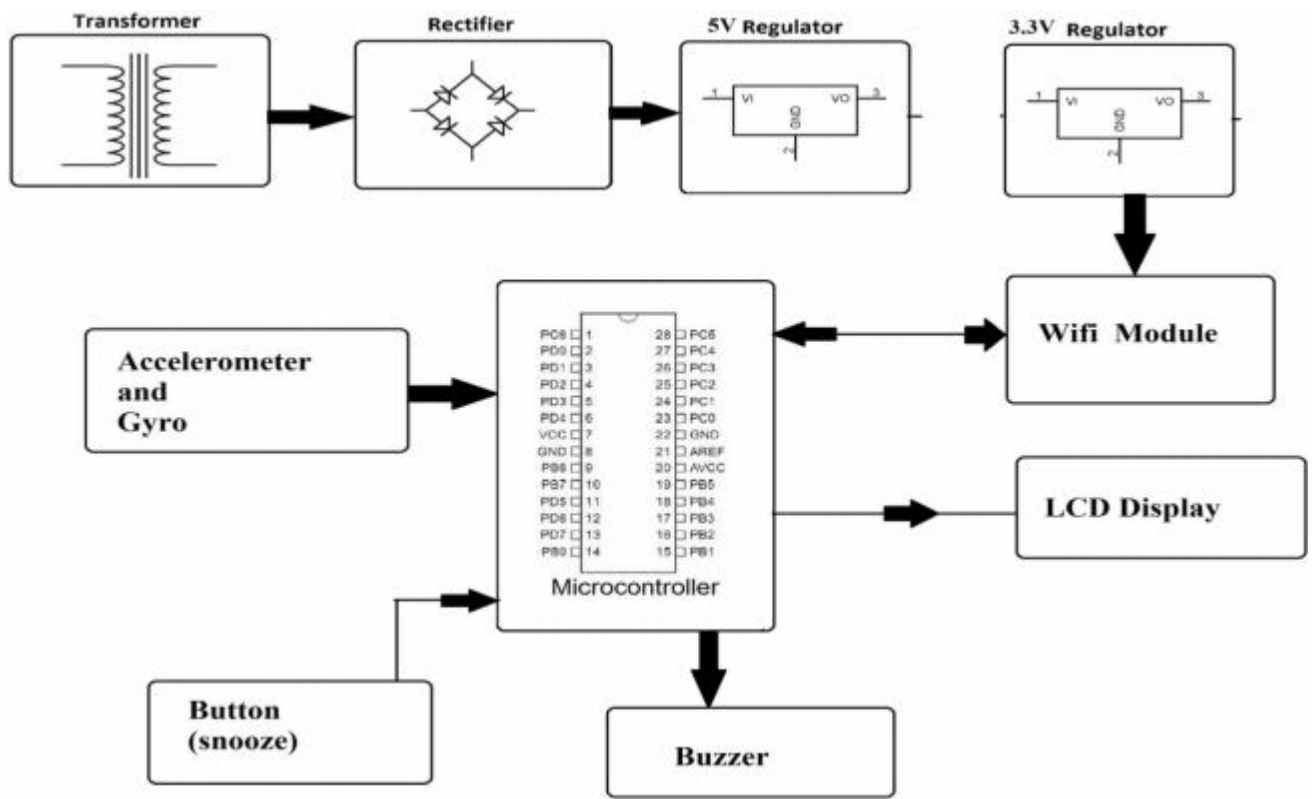
##### 5.1、坠落探测器方框图

方框图包含主要部分，如(i)加速计和陀螺仪传感器、(ii)Wi-Fi模块、(iii)蜂鸣器、(iv)小睡按钮。加速度计传感器用于查找

用加速度和陀螺仪来探测坠落

速度角的帮助，它保持一个阈值，如果值超过极限，它被视为下降。其次，它由Wi-Fi模块组成，用于通过互联网传输信息。GPS模块用于共享该位置，以防跌倒发生时，来自受害者的信息将被发送到已经存储的联系人。有一个蜂鸣器按钮，它会在跌倒发生时发出警报，假设它发出跌倒警报，类似的活动，老年人可以关闭蜂鸣器按钮，所以警报信息就不会发送给附近的人。三轴加速度计用于查找身体姿势。角度信息从三个轴获得，不同的姿势。通过一次只选择一个信号，在不同的引脚中取由三个轴产生的不同值。借助模数转换器将得到的信号转换为数字格式，然后将得到的数字值与存在的静态阈值进行比较。将获得的位置值延迟23%，以减少产生的假阳性。

Wi-Fi模块用于向附近的老年人联系人发送警报信息并帮助他们。邮件联系人将在之前保存。微控制器和Wi-Fi模块通过USB电缆进行充电，并对控制器的每个部分产生充电。



5. 2数据分析

对于每个活动，都存储了加速度值。每个位置都有不同的值，用于检测是否发生了下降。根据所得到的值，需要显示的一些重要特征如下：

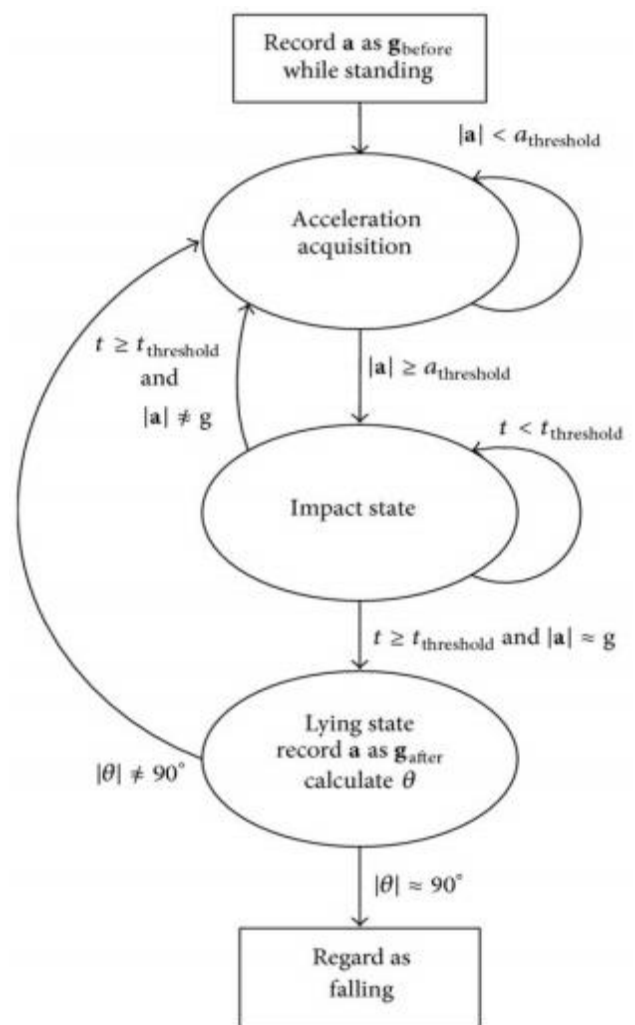
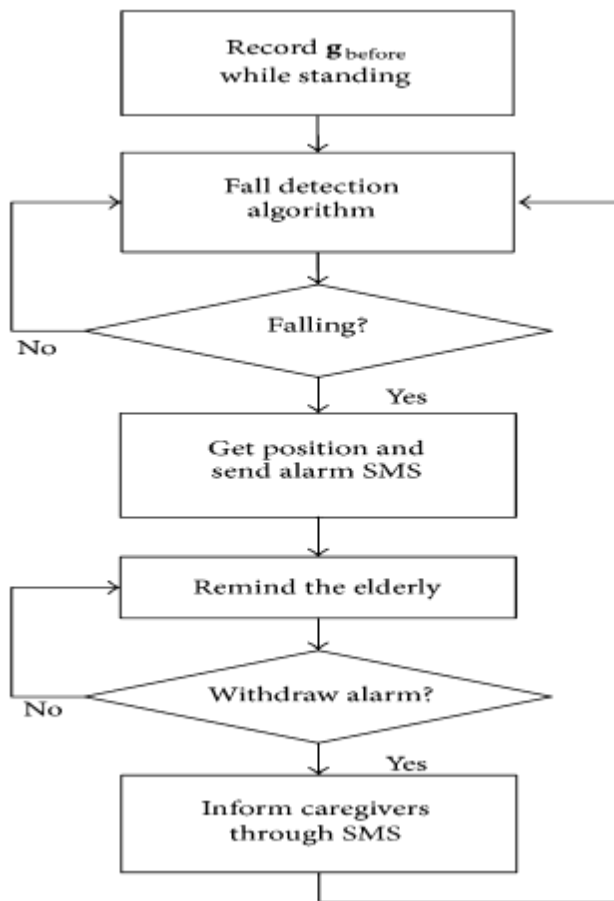
- (i)在快速座椅状态下，加速度值几乎相同。因为在坐座位时，这个值不会改变。
- (ii)在跳跃状态下，跳跃时加速度值上升，下降时加速度值下降。计算高低的差值的两倍。
- (iii)站立时值高，座椅时加速度值下降，最小值的差值的三倍。

. 35算法

在此基础上，提出了一种跌落检测算法。该算法表示以下步骤端口检查和充电和模拟数字转换模块已放置转换

相应值全局定位系统配置在块中，用于将信息从一个系统传输到另一个系统。从传感器获得基本模拟值，并使用模拟到数字转换器将模拟值转换为数字。假设发生了跌倒，则使用GPS模块将信息传输到老年人的办公场所。根据得到的模拟值，并与预定义的阈值进行比较，如果该值大于阈值，则会等待一些延迟和下降。

- 步骤1。初始化微控制器的串行通信端口。
- 步骤2。配置ADC和模拟输入通道。步骤3。初始化GPS和GSM模块。
- 步骤4。从传感器接收模拟输入。步骤5。从GPS接收位置信息。
- 第6步。将传感器信号的数字值与预定义的阈值进行比较。如果加速度大于阈值转到步骤7，否则转到步骤4。
- 步骤7。等待时间t，然后再次读取加速值。再次与相同的阈值进行比较。
- 步骤8。是否检测到错误？如果是，请转到步骤9，如果不是，则转到步骤4。步骤9。向存储的号码发送短信，当工作模式为1时，向指示灯发送报警信号。如果模式为2，则只向指示灯发送报警信号。



#### 4.45 阈值电压的选择

跌倒检测装置放置在腰部，以仔细注意值并敏感。设备在运动前得到 $g$ 的值，不需要放置设备，但是对于阈值，设备必须处于静态位置 $a$ 阈值平均组合值幅度加速度和 $t$ 阈值表示在幅度时间 $a$ 期间的振荡时间。

当得到三轴的值，计算加速度值之和，记为 $|a|$ 。当老年人的跌倒被预测时的图表抖动将不会停止，直到它达到的值 $|a| \geq a_{threshold}$ 。

当预测下降时，加速度值不会随时间 $t$ 保持不变阈值。然后， $a$ 的加速度被抑制为 $a_{threshold}$ 。最后，根据旋转角度预测了下降幅度。

根据实验结果，保持真正负值是比特风险过程。在该算法中，为了保持阈值，假阳性和假阴性之间的值很大。假阳性和假阴性的值应该是正确的，并根据阈值预测下降。如果价值是错误的，那么就会发生下降，这对老年人可能是危险的。

为了保持真阳性和假阳性的准确性，增加了一个额外的层来检查准确性。老年人即使跌倒了，也能恢复正常的活动。在这种情况下，算法等待相同的时间来预测他是否没有回到稳定状态，那么它就被认为是下降。

6. 实验结果与讨论

通过跌倒检测算法，增加了长谎特征来预测和检测老年人的跌倒。为了得到真正值，必须省略一些假阳性值。为了得到跌倒检测值，志愿者在第一种情况下使用，低检测值根据身体加速度减少和增加。长谎言周期是根据老年人躺在地上的时间计算的，为了说这是一个长谎言状态，延迟延迟了30秒。检测的周期因传感器而异，它间接地取决于身体姿势。

为了得到不同的低阈值，高阈值，短长谎言值，最大长高值等合适的结果，得到了不同的结果（表1）。

从上面得到的短长值和实验值的最大长值。为了做出下降决策，对上述算法进行了改变。老年人要求表演这些姿势的时间约为2.35min。每个老年人被问及不同的身体姿势，如前倾、后倾、跳跃和跑步，从老年人不同的身体姿势得到结果。每个老年人都被要求做5到6次的身体姿势，从该算法检测到跌倒的次数，并检查真阳性和真阴性，并已检测到跌倒（表2）。

从上表中可以看出，该算法以95.5%的速率达到了真实的跌落检测方法。假阳性总数为12个，假阳性总数为12个

经过长期检查后的阳性结果为1。在检测算法中，当老年人在运动时，得到了来自同一人的假阳性值。当额外的特征，如长检查，被添加时，假阳性率降低。

为了找到所提出的模型和算法的准确性，我们进行了一些实验。在加速度计和陀螺仪传感器的帮助下，用三种方法进行了精度测试。

第一种方法是座位位置。在座位身体姿势的情况下，许多方法无法找到座位和下降的区别。这种方法是借助于加速度计传感器来实现差异的。第二种姿势在这种状态下运行，也很难找到差异，所以使用陀螺仪传感器。在第三种情况下，由于同时使用了加速度计和陀螺仪传感器，必须扣除下降(图。1)。

这是在下降发生时可以计算出来自这个阈值的三轴加速度计数据。

为了找到所提出的模型和算法的准确性，我们进行了一些实验。在加速度计和陀螺仪传感器的帮助下，用三种方法进行了精度测试。

第一种方法是座位位置。在座位身体姿势的情况下，许多方法无法找到座位和下降的区别。这种方法是借助于加速度计传感器来实现差异的。第二种姿势在这种状态下运行，也很难找到差异，所以使用陀螺仪传感器。在第三种情况下，由于同时使用了加速度计和陀螺仪传感器，必须扣除下降(图。2)。

表1跌落检测参数

不	低检测 (m/s <sup>2</sup> )	高检测 (m/s <sup>2</sup> )	检测周期(s)	低长躺 (m/s <sup>2</sup> )	高长躺 (m/s <sup>2</sup> )
1	7.5	15.6	1.6	9.6	9.9
2	8.2	17.4	2.2	9.7	9.9
3	8.1	17.2	1.8	9.7	10.0
4	8.5	17.6	1.4	9.6	10.1
5	8.4	17.3	1.6	9.7	10.0

表2延长时间使用时的结果

人	不的下降	不检测到的跌倒	没有长时间的谎言检查的假阳性数	长谎检查假报数
1	5	5	5	1
2	5	4	3	0
3	6	6	0	0
4	5	5	0	0
5	6	4	3	0

图1加速度计数据原始

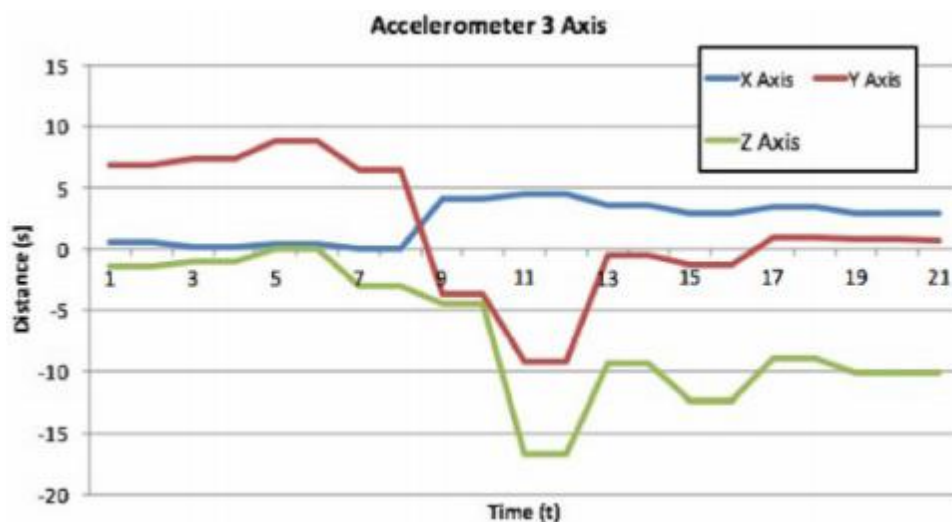
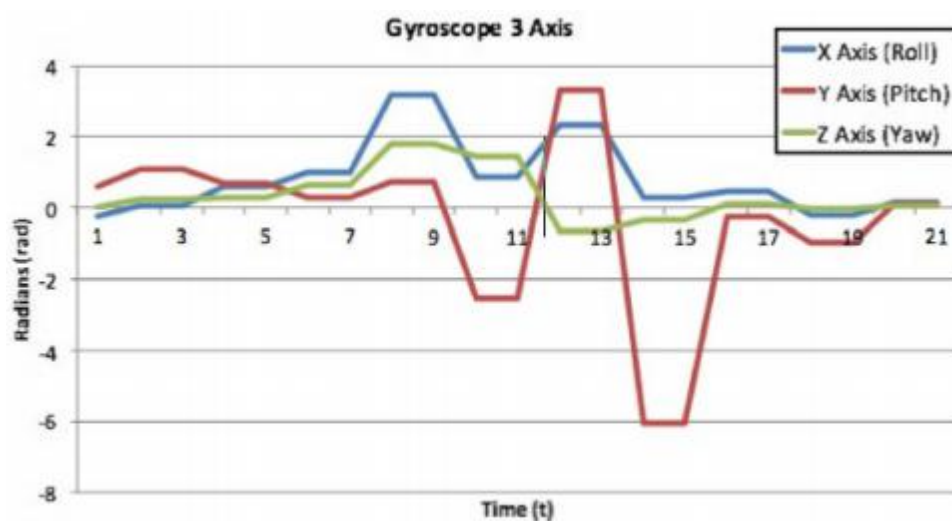


图2陀螺仪数据原始



## 7 结论

在该模型中，提出了一种跌倒检测方法。在给定的数据中，利用被称为长谎言阈值的额外特征得到假阳性和真阳性值，减少了假阳性数，该模型的准确率为95.53%。当老年人摔倒时，模型就会检测到并激活警报。此外，该算法还必须开发用于检测不同类型的身体姿势或跌倒。

## 参考文献

1. 马诺, , 塔, C., 洛佩兹 D., 维贾亚库马尔, v., 阿巴斯, K. M.: 医疗保健领域的大数据知识系统。见: 面向下一代医疗保健的物联网和大数据技术 (pp. 133 - 157). 施普林格国际出版社, 柏林 (2017年)
2. 库马尔, P. M., 甘地, 美国。在物联网中使用神经学习的智能人脸识别和导航系统。集群计算数据, 1-12 (2017年)
3. 库马尔, P. M., 甘地, 华盛顿大学。: 一种新型的三层物联网架构与机器学习算法, 用于早期检测心脏病。Comput. 电气化。雕刻 (2017)
4. 甘地, 美国。D., 库马尔, P. M., 瓦拉塔拉扬, R., 马诺加兰, G. 研究热点: 监视物联网设备以防范最近的威胁。威瑞尔。人委员会, 16年1月 (2018)
5. 库马尔, P. M., 甘地, 美国。D.: 基于医疗保健应用领域的增强DTLS认证方案。J. 超压缩., 1 - 21 (2017)
6. PriyanM. K. Nath, C. G., 巴兰, E. V., PrabhaK. R.: 使用TSO程序检测和消除桌面网络钓鱼攻击。在: 计算、通信、控制、能源和材料的智能技术和管理 (ICSTM),



- 2015年国际会议。198-201). IEEE (2015年5月)
7. 贾., J.: 使用数学和神经网络方法模拟H1N1流感。比奥梅德。物品28(8), 1-5 (2017)
  8. 罗瓦尔, B. S., 维贾亚库马尔, 马诺加兰, 马诺加兰, 瓦拉塔拉扬, 奇拉姆库尔蒂: 隐私保护云存储的安全解体协议。威瑞尔。人委员会, 17年1月
  9. D.: 用于大气候数据分析和登革热传播的疾病监测系统。内。J. 环境压缩。知识(IJACI) 8(2), 88-105 (2017)
  10. D.: 用于大气候数据分析和登革热传播的疾病监测系统。内。J. 环境压缩。知识8(2), 1-25 (2017)
  11. 利用大数据分析的气候变化检测的空间累积和算法。Comput. 电气化。雕刻(2017)
  12. 马诺加兰, G., 和洛佩兹, D. (2017). 群集计算环境中的一个基于高斯过程的大数据处理框架。群集计算, 1-16
  13. 马诺加兰, G., 洛佩兹, D., 托, C., 阿巴斯, K. M., 佩恩, S. 美国共和党: 医疗保健物联网中的大数据分析。见: 21世纪的创新医疗保健系统。263-284). 施普林格国际出版社, 柏林 (2017年)
  14. 瓦拉塔拉扬, 瓦萨斯, 古纳塞卡兰, 普里安, 高, X. Z.: 一种基于自适应决策的克里格插值算法, 用以去除图像中的高密度盐和辣椒噪声。Comput. 电气化。雕刻(2017)
  15. 瓦拉塔拉扬, 马诺加兰, 普里安, M. K.: 使用动态时间扭曲算法早期检测阿尔茨海默病的可穿戴传感器设备。群集组合, 1-10 (2017)
  16. 瓦拉塔拉扬, 马诺加兰, 普里安, M. K.: 在云计算中, 使用LDA和增强的SVM方法对心电信号的大数据分类方法。多组。工具附录, 1-21 (2017)
  17. 马诺加兰, 瓦拉塔拉扬, 洛佩兹, 库马尔, P. M.: 一个物联网和大数据生态系统的新架构, 用于安全的智能医疗保健监测和警报。福特。热纳。Comput. 西斯特。(2017)
  18. Thota, C. R, 马诺加兰, 瓦拉塔拉扬, 普里安, M. K.: 医疗系统中物联网和云的集中雾计算安全平台。在: 探索大数据与物联网的融合。141-154). IGI全球 (2018)
  19. 马诺加兰, 维贾亚库马尔, V., 瓦拉塔拉扬, 库马尔, 下午, 孙达拉塞卡, 徐, C. H.: 基于机器学习的大数据处理框架, 使用隐马尔可夫模型和GM聚类。威瑞尔。人委员会, 1-18 (2017年)
  20. 洛佩兹, D. G.: 气候变化和疾病动态——一个大数据的观点。内。J. 感染。分离45, 23-24 (2016)
  21. 马诺加兰, 维贾亚库马尔, V., 瓦拉塔拉扬, 库马尔, P. M., Sundarasekar, R., Hsu, C. H. 基于机器学习的大数据处理框架的癌症诊断使用隐马尔可夫模型和GM聚类。威瑞尔。Pers, 通勤, 1-18 (2017)
  22. 瓦拉塔拉扬, 马诺加兰, 普里安, M. K.: 在云计算中, 使用LDA和增强的SVM方法对心电信号的大数据分类方法。多组。工具应用程序。1-21 (2017)
  - 23., 例如, 等, 等, 等., Priyan, M. K.: 医疗系统中物联网和云的集中雾计算安全平台。在: 探索大数据与物联网的融合。141-154). IGI全球 (2018)
  24. D.: 使用具有随机梯度下降的可扩展逻辑回归进行健康数据分析。内。J. Adv. 知识帕拉迪格。9, 1-15 (2016)
  25. D.: 对医疗保健领域的大数据架构和机器学习算法的调查。内。J. 比奥梅德。雕刻技术。25(2-4), 182-211 (2017)
  26. 马诺, , 塔, C., 洛佩兹 D.: 与大数据分析之间的人机交互。在: 大数据安全中的HCI挑战和隐私保护(页。1-22). IGI全球 (2018)
  27. 印度人志: 预测印度泰米尔纳德邦韦洛尔区H1N1流感的参数模型。请参见: 《统计学手册》。37, pp. 301-316). 阿姆斯特丹爱思唯尔 (2017)
  28. 马诺加兰, 瓦拉塔拉扬, 普里安, M. K.: 基于多核学习的基于自适应神经模糊推理系统的心脏病诊断混合推荐系统。多组。工具附录, 1-21 (2017)
  29. 基于反距离加权的地理空间生境适宜性模型的视觉分析。多组。工具附录, 1-21 (2017)

I. 钱德拉于1996年在马杜拉卡马拉杰大学工程学院获得电子和通信工程学士学位。应用电子专业技术学位。M. G. R. 2007年在金奈大学学习博士学位。D. 学位从圣。在钦奈, 彼得大学

2016. 目前, 她在大学电子与通信工程系担任副教授

域包括无线通信、无线网络、医学网络。她有超过19年的教学和研究



N. 西瓦库马尔收到了他的B. E. 马德拉斯大学计算机科学与工程专业及硕士学位。技术计算机科学与工程博士。M. G. R. 教育和研究所, 钦奈。他获得了博士学位。D. 安娜大学计算机科学与工程专业。他目前在维洛尔理工学院(VIT)的信息技术与工程学院担任副教授,

域包括图像处理、人工智能、软计







钱德拉先生·戈古尔纳特正在攻读博士学位。D. 现就读于维洛尔理工学院信息技术与工程学院。他分别在维尔理工大学和维洛尔理工学院获得工程学士和工程硕士学位。他目前的研究兴趣包括医疗保健领域的大数据分析、物联网、物联网、物联网。他发表了多种国际期刊和会议。



国际期刊和会议的数量。

P. 帕塔萨拉西正在攻读博士学位。现就读于维洛尔理工学院电气与工程学院。他分别在孔古工程学院和维洛尔理工学院获得工程学士和工程硕士学位。他目前的研究兴趣包括生物传感器、生物医学应用中的薄膜传感器、大数据分析、物联网、物联网、医疗保健中的物联网。他已经出版了