

题目：基于薄膜压力传感器组的人体坐姿识别方法研究
作者：姚俊豪
关键词：人体坐姿识别；薄膜压力传感器；时间序列相似性；机器学习
<p>研究背景与目的：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 处于坐姿状态的人其各个身体部位所需要承受的压力是不一样的,长时间的坐下会造成人的腰椎间盘的位置产生异常的压力负荷,这种异常的压力负荷会导致人体的腰部、脊椎产生不舒适感。在日常生活中长时间驾驶的司机、伏案学习的学生以及现代社会中久坐的上班族都会不同程度的出现该类健康问题。2. Meirav Taieb. Maimon 等人进行了一项干预性研究,研究结果表明了如果在久坐工作者的电脑屏幕上同时显示当前实时坐姿和本人的正确坐姿的照片,有利于久坐工作者持续改善坐姿,减少肌肉骨骼疼痛。研究表明如果有智能健康设备可以准确的识别久坐者的坐姿,并通过一定的反馈系统对久坐者处于不正确坐姿时进行提醒,长时间持续的纠正就有利于久坐者改善自己的坐姿,减少因坐姿不正确带来的肌肉骨骼的疼痛。所以对人体坐姿识别方法的研究不仅可以有效的在青春期预防人体脊柱健康问题还可以让成年人实时纠正自己的坐姿、改善坐姿。
<p>研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 对国内外关于人体坐姿识别方法的研究进展进行调研。对国内外人体坐姿识别方法的研究现状进行详细的分析和总结,确定本文研究的方向是采用薄膜压力传感器组进行人体坐姿的识别和研究,而且是采用非阵列式的薄膜压力传感器组排布对不同的坐姿进行压力数据的采集。2. 设计压力数据采集系统。本文设计的压力数据采集终端通过 RX. D4046 柔性薄膜压力传感器组进行压力数据的采集,采集终端采用 STM32F103RCT6 进行数据的处理和传送,STM32F103RCT6 将从传感器获取的数据进行 A / D 转换、复合滤波、数据打包等处理后最终将数据传输至上位机的 UI 界面。本文是基于 PyQt5 开发了一套上位机 UI 界面,上位机 UI 界面可以实现压力数据的采集、存储以及绘制压力数据时间序列图的功能。3. 通过时间序列的相似性确定薄膜压力传感器的布局 and 数量。本文基于时间序列的相似性度量提出了一种薄膜压力传感器组的排布选择算法,通过将采集到的压力数据采用传感器排布选择算法进行比较,最终淘汰每个区域内压力传感器数据相似的压力传感器。在降低硬件成本的同时保证本文后面的坐姿的识别和分类准确性。4. 坐姿识别的算法设计和比较。坐姿识别算法的设计是将确定好传感器排布布局的压力传感器先进行实验采集数据,在对数据进行预处理后,将 STM32 采集到的压力传感的压力数据转换为时间序列数据,最后再提取压力数据时间序列中的 shapelet 小波并将 shapelet 通过不同的机器学习算法进行分类。
<p>研究方法：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 设计基于时间序列的相似性设计压力传感器选择算法 将薄膜压力传感器组阵列式排序,并通过设计实验采集压力数据。将采集到的压力数据通过压力传感器选择算法进行分析,淘汰每个区域内压力数据采集相似的压力传感器。2. 用通过传感器排布选择算法确定非阵列式布局的压力传感器组 通过实验采集试验者的坐姿压力数据,将薄膜压力传感器组的压力数据转换为时间序列数据并提取 shapelet 小波,然后通过 svm、随机森林、KNN 等传统机器学习的方法进行坐姿的分类识别。最后通过对比实验比较上述方法与直接采用机器学习进行分类后的准确率。

硬件设计：

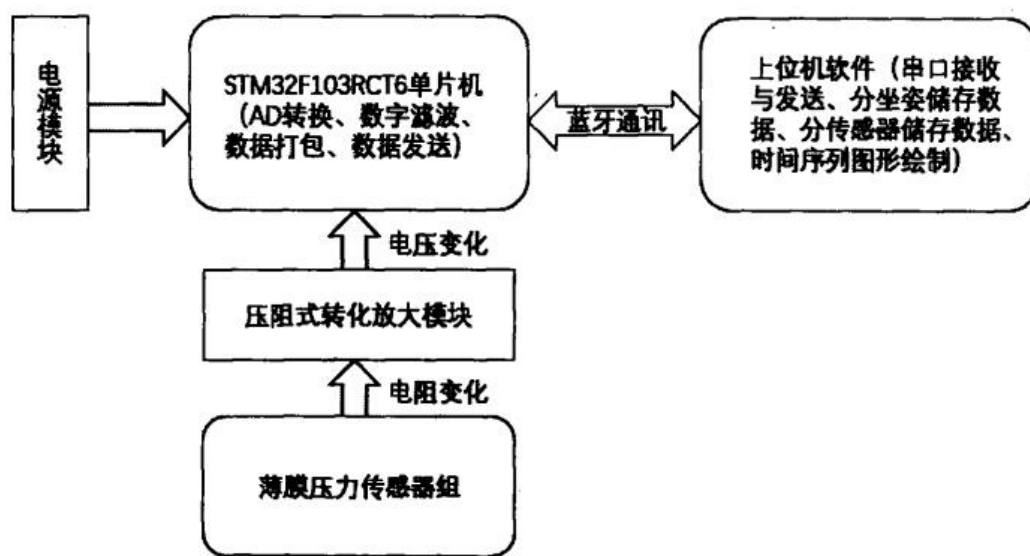


图 2.1 压力数据采集终端的框架图

实验设计：

1. 选择薄膜压力传感器组的排布
 - 1) 进行压力传感器一致性的检验。
 - 2) 将人体与座椅接触的区域分为臀部与大腿部接触区域，并将这些区域划分为四个部分。
 - 3) 对实验人员的坐姿进行一致性标定。
 - 4) 数据采集。对压力数据进行采集时采用分区域采集的方法，对区域一、区域二、区域三、区域四中的四个传感器采集过程中，要求每个受试者在数据采集中每种姿势保持 30s，根据数据上传的频率可知，每位测试人员每个区域将被采集 60 个有效数据。
 - 5) 数据处理。将得到的数据进行归一化，再通过对压力数据的转换得到时间序列数据。
 - 6) 通过基于时间序列相似性度量的压力传感器排布选择算法，分区域淘汰采集到的压力数据相似的薄膜压力传感器，并最终确定了非阵列式薄膜压力传感器排布位置和数量。
2. 将数据通过不同机器学习进行分类
 - 1) 通过第三章设计的薄膜压力传感器的布局，设计实验，采用 12 个薄膜压力传感器采集试验者前倾、后倾、左倾、右倾、正常等五种坐姿的实验数据。
 - 2) 采用 shaplete 转换算法，将采集到的压力数据转化为时间序列数据后提取 shapdet(时间序列中最具有辨别性的局部时间序列)，再对实验采集到的压力数据进行 SVM、KNN、随机森林等方法进行分类。
 - 3) 对比试验，对比直接将采集到的压力数据进行 PCA 降维再通过 SVM、KNN、随机森林等方法进行分类的识别准确率。

文章结论：

文章将采集到的压力数据分为训练集和测试集，通过将压力数据转换为时间序列，并提取转换后时间序列的 **shapelet**(时间序列中最具有代表特征的时间序列子序列)，再采用 **SVM**、**KNN**、随机森林等算法对从压力数据时间序列中提取的 **shapelet** 进行分类，得到测试集的分类准确率。设计对比实验，将采集到 12 个传感器的压力数据进行 **PCA** 降维后直接使用 **SVM**、**KNN**、随机森林等算法对降维后的数据进行分类，得到该方法下测试集的准确率。通过对比实验显示，对从最终获取到的压力数据进行时间序列转换以及提取 **shapelet** 后，再使用 **SVM**、随机森林等方法可以显著提高对测试集分类的准确率，尤其是随机森林算法在所有方法中达到的准确率最高。

文章创新点：

通过设计的传感器排布选择算法对薄膜压力传感器进行创新性的排布，减少了硬件成本。

文章局限性：

将传感器的采集到的压力数据转换为时间序列数据时，在对压力数据进行排列顺序时，应当增加算法以获取最能代表坐姿特征的时间序列数据。

我的收获：

文章的传感器排布和实验流程的设计很值得参考。
了解了基于 **shapelet** 的分类方法，对我自己的实验数据处理方法提供了参考。