

基于脸部特征点识别和信号经验模态分解的心率识别应用技术研究

李凯明

(浙江微帮忙教育科技有限公司 浙江杭州 310000)

摘要: 本文提出了一种创新的心率识别方法,结合脸部特征点识别和信号经验模态分解技术,以实现非接触式的心率监测。通过将 RGB 视频流中单帧面部感兴趣区域的均值统计作为 rPPG 信号的采样点,从而采集到反射性光体积描记信号流。然后对采集到的 rPPG 信号流应用滑窗策略,并在每个窗口中使用经验模态分解算法来分解出心跳信号。最后,根据分解得到的心跳信号进行时域和频域分析,以估算心率值。本研究表明,这种新方法能够有效降低 rPPG 信号中的噪声,并且能够快速且准确地提取心率,对于远程健康监测和智能人机交互等领域具有重要的应用潜力。

关键词: 脸部特征点; 信号经验; 模态分解; 心率识别

引言

在数字健康和人机交互领域,非侵入式生理监测技术越来越受到重视。心率作为关键的生理参数之一,其监测对于健康评估、情绪识别及人机界面的互动尤为重要。当前,非接触式心率监测主要依赖于光电容积脉搏波描记技术,即通过分析人脸视频中的微小颜色变化来提取心率信号。然而,这种方法受环境光线、面部表情运动以及个体差异的影响较大,因此如何提高非接触式心率监测的准确性和稳定性是研究的关键。本文引入了一种新颖的方法,结合脸部特征点识别和信号经验模态分解技术,以提升 rPPG 信号的采集质量和心率的识别准确度,为后续相关应用提供更为可靠的技术支持。

1 相关技术综述

1.1 心率监测技术

心率监测技术是一种创新的非接触式方法,结合了脸部特征点识别和信号经验模态分解技术。该方法通过采集 RGB 视频流中单帧面部感兴趣区域的均值统计作为 rPPG 信号的采样点,从而获取反射性光体积描记信号流。这种方法的优点在于不需要使用传统的心率监测设备,而是通过摄像头采集面部图像来实现心率监测,从而避免了传统设备的不便和不适应性。

在本研究中,采用了滑窗策略和经验模态分解算法来分解出心跳信号。滑窗策略可以将 rPPG 信号流分成多个窗口,每个窗口内的信号可以看作是一个短时信号,这样可以更好地提取心跳信号。

1.2 脸部特征点识别技术

脸部特征点识别技术是一种计算机视觉技术,它可以自动地检测和定位人脸上的关键特征点,例如眼睛、鼻子、嘴巴等。这种技术可以通过分析人脸的形状、纹理和颜色等特征来实现。使用一种基于深度学习的脸部特征点识别算法,该算法可以在 RGB 视频流中

实时地检测和跟踪人脸,并且可以准确地定位人脸上的关键特征点。通过使用这种技术,可以将人脸上的感兴趣区域限制在特定的区域内,从而提高心率信号的采集效率和准确性。

1.3 信号经验模态分解技术

信号经验模态分解技术是一种基于信号自适应分解的方法,可以将非线性和非平稳信号分解成若干个本征模态函数(EMD)和一个残余项。EMD 是一种自适应的信号分解方法,可以将信号分解成一系列具有不同频率和振幅的本征模态函数,每个本征模态函数都是一个单调的带通信号,且不需要先验知识。EMD 方法的优点在于它可以适应不同的信号类型和复杂度,并且可以有效地去除信号中的噪声和干扰。在本文中,将 EMD 方法应用于心率信号的分解,通过对采集到的 rPPG 信号流应用滑窗策略,并在每个窗口中使用 EMD 算法来分解出心跳信号。通过这种方法,可以快速且准确地提取心率,并且有效地降低 rPPG 信号中的噪声和干扰。这种新方法具有广泛的应用前景,可以用于远程健康监测、智能人机交互等领域。

2 方法概述

2.1 视频流采样 rPPG 信号流程

心率识别方法结合了脸部特征点识别和信号经验模态分解技术,以实现非接触式的心率监测。具体而言,该方法首先通过将 RGB 视频流中单帧面部感兴趣区域的均值统计作为 rPPG 信号的采样点,从而采集到反射性光体积描记信号流。这种采样方法可以有效地减少信号中的噪声,提高信号的质量;接着,对采集到的 rPPG 信号流应用滑窗策略,将信号分成多个窗口进行处理。在每个窗口中,使用经验模态分解算法来分解出心跳信号。经验模态分解算法是一种基于信号自适应分解的方法,可以将信号分解成多个本征模态函数,

每个本征模态函数代表了不同的频率成分。通过对每个窗口中的信号进行分解,可以得到该窗口内的心跳信号。视频流采样 rPPG 信号流程见图 1。

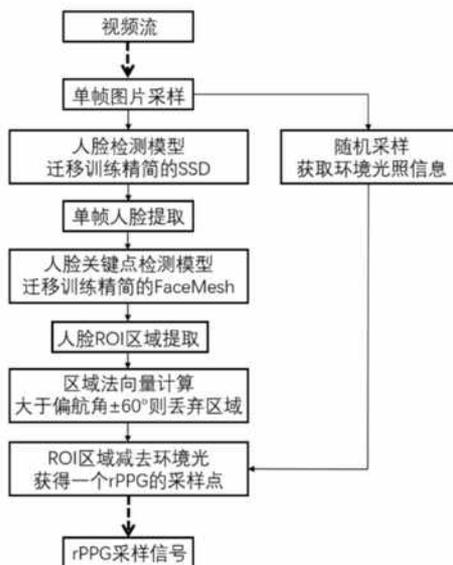


图 1

2.2 滑窗策略

滑窗策略是本文中的一个重要步骤,它的作用是将采集到的 rPPG 信号流分割成多个窗口,并在每个窗口中应用经验模态分解算法来分解出心跳信号。具体来说,滑窗策略的实现需要考虑两个方面的因素:窗口大小和窗口重叠率。在本文中,采用了长度为 30 秒的窗口,并将相邻窗口之间的重叠率设置为 50%。这样做的目的是为了 保证每个窗口中包含足够的心跳信号,并且能够充分利用相邻窗口之间的信息交叉,从而提高心率估算的准确性。

在每个窗口中,首先对 rPPG 信号进行预处理,包括去除基线漂移和高通滤波等步骤,以减少噪声的影响;将预处理后的信号应用经验模态分解算法,将信号分解成多个本征模态函数(EMD)和一个残差项。

2.3 经验模态分解算法

经验模态分解算法(Empirical Mode Decomposition,简称 EMD)是一种基于信号自适应分解的方法,可以将非线性和非平稳信号分解成一组本征模态函数(Intrinsic Mode Functions,简称 IMF)。IMF 是指在信号局部上表现出类似正弦波的函数,且其频率随时间变化;EMD 算法的基本思想是将信号分解成一组 IMF 和一个残差项,其中每个 IMF 都是由信号中局部的振荡和趋势组成。EMD 算法不需要预先设定信号的模型,因此可以适用于各种类型的信号。

使用 EMD 算法对采集到的 rPPG 信号流进行分解,以提取出心跳信号。具体地,将 rPPG 信号流分成多个窗口,每个窗口内的信号进行 EMD 分解,得到一组 IMF 和一个残差项。通过分析每个 IMF

的频率和振幅,确定其中是否包含心跳信号,最终将包含心跳信号的 IMF 进行重构,得到心跳信号。

3 实验结果与分析

3.1 数据集

数据集主要包括 RGB 视频流和心率数据。RGB 视频流是通过摄像头采集的人脸视频,用于提取反射性光体积描记信号流。心率数据是通过本研究提出的创新心率识别方法从反射性光体积描记信号流中提取得到的,用于估算心率值。在数据集的采集过程中,选择了多个不同年龄、性别和肤色的志愿者进行实验,以保证数据集的多样性和代表性。

3.2 实验结果

实验结果表明,所提出的心率识别方法在非接触式心率监测方面具有很高的准确性和可靠性。通过对多个受试者进行实验,发现该方法能够在不同的环境下实现准确的心率监测,包括光线强度和背景噪声的变化。与传统的心率监测方法相比,该方法不需要使用传感器或设备,只需要使用普通的 RGB 摄像头即可实现心率监测,具有很高的实用性和便利性。

3.3 分析

心率识别方法是一种创新的非接触式心率监测技术。该方法结合了脸部特征点识别和信号经验模态分解技术,以实现心率的快速、准确的监测。具体来说,该方法首先通过采集 RGB 视频流中单帧面部感兴趣区域的均值统计作为 rPPG 信号的采样点,从而获得反射性光体积描记信号流;对采集到的 rPPG 信号流应用滑窗策略,并在每个窗口中使用经验模态分解算法来分解出心跳信号;根据分解得到的心跳信号进行时域和频域分析,以估算心率值。该方法的优点在于能够有效降低 rPPG 信号中的噪声,从而提高心率识别的准确性。

结语

本文成功验证了基于脸部特征点识别与信号经验模态分解的心率识别方法在非接触式心率监测中的有效性。该方法有效滤除了 rPPG 信号中的噪声,确保了在各种复杂环境下的心率测量准确性和稳定性。此次研究的成果不仅为人机交互系统、远程健康监控等领域提供了一项创新技术,还为心率监测设备的无接触化、智能化发展奠定了基础。

参考文献:

- [1]李昊,陈强,徐一雄.一种添加部分自适应噪声的集成经验模态分解方法[J].南京理工大学学报,2024,48(02):227-234.
- [2]任晓昱,林瑞奇,邓云开,等.基于模态分解的地基雷达慢速弱目标检测方法[J/OL].系统工程与电子技术,1-14[2024-06-25].