(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110755090 A
(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201911124705.3

(22)申请日 2019.11.15

(71)申请人 合肥师范学院
地址 230601 安徽省合肥市经济技术开发区莲花路1688号

(72)发明人 卫兵 钟锦 潘洁珠 曹风云 钱田芬 李宜兵 王则灵

(74)专利代理机构 北京华仁联合知识产权代理有限公司 11588
代理人 陈建

(51)Int.Cl.
A61B 5/1455(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)
G06K 9/62(2006.01)

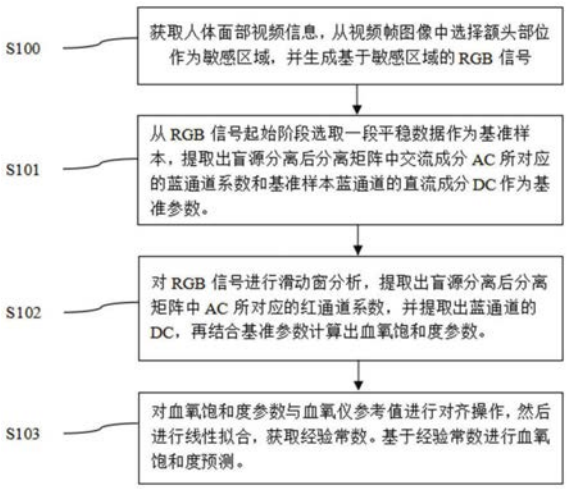
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法，该测量方法通过获取人体面部视频信息，从视频帧图像中选择额头部位作为敏感区域，并生成基于敏感区域的红绿蓝(Red/Green/Blue，RGB)三通道信号；采用滑动窗方式，对RGB信号进行盲源分离处理，使用分离矩阵中与人体动脉血流容积脉冲(BVP)相关的交流成分(AC)所对应的红蓝通道系数来替代已公开方法中RGB信号红蓝通道的AC幅值。本发明解决了已公开方法中相似的血氧饱和度提取方法中原始信号信噪比差以及红蓝通道组合并不能有效适用于朗伯-比尔定律等影响算法鲁棒性的问题，具有测量准确性高、抗噪声干扰能力较强、应用潜力大等优点。



CN 110755090 A

1.一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,其特征在于:包括如下步骤,

S100、获取人体面部视频信息,从视频帧图像中选择额头部位作为敏感区域,并采用像素值相干平均法生成基于敏感区域的RGB信号;

S101、从RGB信号起始阶段选取一段平稳数据作为基准样本,提取出盲源分离后分离矩阵中交流成分AC所对应的蓝通道系数和基准样本蓝通道的直流成分DC作为基准参数;

S102、对RGB信号进行滑动窗分析,提取出盲源分离后分离矩阵中AC所对应的红通道系数,并提取出蓝通道的DC,再结合基准参数计算出血氧饱和度参数;

S103、用于对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作,然后进行线性拟合,获取经验常数,并基于经验常数进行血氧饱和度预测。

2.根据权利要求1所述的一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,其特征在于:所述步骤S101中,具体包括如下步骤:

S1、从RGB信号起始阶段,按照10秒长度,步长3秒,滑动5次,选取标准差最小的滑动窗数据作为基准样本;

S2、使用0.6～3Hz带通滤波使用对S1中所述的基准样本进行滤波处理,再使用基于二阶盲辨识的盲源分离方法进行处理,分离出3通道源信号;

S3、对S2中所述的3通道源信号,先求出功率谱,再计算功率谱的峭度,选取峭度最大值对应的源信号作为AC;

S4、从S2中所述的分离矩阵中对应S3中所述AC的列向量中提取出蓝通道系数作为蓝通道AC基准参数;再从使用0.6Hz低通滤波对S1中所述的基准样本进行滤波处理,提取蓝通道的均值作为蓝通道DC基准参数。

3.根据权利要求1所述的一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,其特征在于:所述步骤S102中,具体包括如下步骤:

S5、滑动窗长为10秒,步长为3秒;

S6、使用0.6～3Hz带通滤波使用对S5中所述的滑动窗内数据进行滤波处理,再使用基于二阶盲辨识的盲源分离方法进行处理,离出3通道源信号;

S7、对S6中所述的盲源分离出的3通道源信号,先求出功率谱,再计算功率谱的峭度,选取峭度最大值对应的源信号作为AC成分;

S8、从S6中所述的分离矩阵中对应S7中所述AC的列向量中提取出红通道系数作为红通道AC幅值;再从使用0.6Hz低通滤波对S5中所述的滑动窗内数据进行滤波处理,提取红通道的均值作为红通道DC幅值;

S9、在基于滑动窗的血氧饱和度参数的计算中,分别使用权利2中所述的蓝通道AC与DC基准参数替换滑动窗中的蓝通道AC和蓝通道DC。

4.根据权利要求1所述的一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,其特征在于:所述步骤S101和步骤S102中所述的盲源分离算法选择基于二阶统计量的SOBI算法。

5.根据权利要求1所述的一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,其特征在于:所述步骤S100中的额头区域为以额头正中心为中心、宽度为左右太阳穴间距的三分之二、高度为发际线与眉毛间距的三分之二的矩形区域。

6.根据权利要求1所述的一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,其特征在于:所述步骤S103中,具体包括如下步骤:

S10、对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作:将血氧仪参考值中最小值与RGB波形的波谷最低处进行时间对齐,删除血氧仪参考值与血氧饱和度参数中多余的数值。

S11、对S10中所述的对齐后的血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行线性拟合,获取经验常数,并基于经验常数进行血氧饱和度预测。

一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物体征研究应用技术领域,具体涉及一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法。

背景技术

[0002] 血氧饱和度(SpO2)反映人体动脉中含氧血红蛋白(HbO2)在血红蛋白中的浓度,是临床健康监护中的一项重要生理指标。血氧饱和度的提取依靠朗伯-比尔定律,即选择两种不同波长的入射光,HbO2和去氧血红蛋白(Hb)对于这两种波长的吸收系数分别是相似和相异的,通过测量两种光线经过人体组织后的透射或反射光强对血氧饱和度进行估测。传统方法使用血氧仪对人体的手指部位进行测量获取血氧饱和度值,其局限性在于接触式压力不稳、不适用于皮肤破损和长时间监测等。近年来,一种可用于非接触式生理参数监测的成像式光电容积描记(IPPG)技术逐渐兴起,IPPG技术通过对人体裸露的皮肤表面进行图像数据采集,再从图像序列中重构出心率、血氧饱和度、血压等生理参数,在非接触领域的显著优点使其成为热点研究方向。一些团队基于IPPG技术开展了血氧饱和度提取研究,这些研究工作均基于特定双波长可见光,需要高速高精度摄像机或专业的光源协助,总体上处于探索阶段,相对于商业血氧仪,在便捷性上并没有带来大的飞跃。

[0003] 随着智能消费产品的迅速普及,应用于这些设备的网络摄像头已经深度融入日常生活的方方面面,基于这类普通摄像头的IPPG研究无疑具备广阔的应用前景,其中基于网络摄像头的新型心率监测技术已经日趋成熟,开始出现在一些手机应用程序中,但基于网络摄像头的血氧提取研究仍然鲜有进展。部分已公开的文献和专利提到了采用彩色相机视频的红蓝通道作为双波长组合进行血氧饱和度测量。但这类方法基本为在已有的研究基础上,采用红蓝通道对特定双波长可见光进行简单替换,其中仍然存在不少待解决的问题。例如,RGB信号的信噪比低,这是IPPG研究中常见的问题,视频数据极易受到受试者面部的不规则运动伪迹,呼吸伪迹、环境光的细微变化(光源强度的变化或是反射物的移动)影响,这些因子都会体现在RGB波形中。血氧变量成分,即IPPG技术中重点关注的BVP信号,在整个RGB波形中的占比很小,极容易被噪声干扰。血氧饱和度估测中,这些噪声或野值对于AC的比值往往会有很大的干扰,直至血氧饱和度的估值紊乱。此外,RGB信号中蓝色通道在Hb与HbO2的吸收系数上近似于红通道,不符合朗伯-比尔定律的预期,会导致所求血氧饱和度系数在波形趋势上丢失动态变化信息,无法与参考值进行理想的线性拟合,亦无法开展有效的估测。

发明内容

[0004] 本发明的目的是:提供一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,为了解决已公开的相似的血氧饱和度提取方法中原始信号信噪比差以及红蓝通道组合不能有效适用于朗伯-比尔定律等影响算法鲁棒性的问题。

[0005] 为实现上述目的,本方法发明采用的技术方案是:

[0006] 一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法,该测量方法包括如下步骤,

[0007] S100、用于获取人体面部视频信息，从视频帧图像中选择额头部位作为敏感区域，并采用像素值相干平均法生成基于敏感区域的RGB信号；

[0008] S101、用于从RGB信号起始阶段选取一段平稳数据作为基准样本，提取出盲源分离后分离矩阵中交流成分(AC)所对应的蓝通道系数和基准样本蓝通道的直流成分(DC)作为基准参数；

[0009] S102、对RGB信号进行滑动窗分析，提取出盲源分离后分离矩阵中AC所对应的红通道系数，并提取出蓝通道的DC，再结合基准参数计算出血氧饱和度参数；

[0010] S103、用于对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作，然后进行线性拟合，获取经验常数，并基于经验常数进行血氧饱和度预测。

[0011] 本方法发明还存在以下附加特征：

[0012] 所述步骤S101中，具体包括如下步骤：

[0013] S1、从RGB信号起始阶段，按照10秒长度，步长3秒，滑动5次，选取标准差最小的滑动窗数据作为基准样本；

[0014] S2、使用0.6～3Hz带通滤波使用对S1中所述的基准样本进行滤波处理，再使用基于二阶盲辨识的盲源分离(SOBI)方法进行处理，离出3通道源信号；

[0015] S3、对S2中所述的3通道源信号，先求出功率谱，再计算功率谱的峭度，选取峭度最大值对应的源信号作为AC；

[0016] S4、从S2中所述的分离矩阵中对应S3中所述AC的列向量中提取出蓝通道系数(该列向量中的第3个系数)作为蓝通道AC基准参数；再从使用0.6Hz低通滤波对S1中所述的基准样本进行滤波处理，提取蓝通道的均值作为蓝通道DC基准参数。

[0017] 所述步骤S102中，具体包括如下步骤：

[0018] S5、滑动窗长为10秒，步长为3秒；

[0019] S6、使用0.6～3Hz带通滤波使用对S5中所述的滑动窗内数据进行滤波处理，再使用基于二阶盲辨识的盲源分离(SOBI)方法进行处理，离出3通道源信号；

[0020] S7、对S6中所述的盲源分离出的3通道源信号，先求出功率谱，再计算功率谱的峭度，选取峭度最大值对应的源信号作为AC成分；

[0021] S8、从S6中所述的分离矩阵中对应S7中所述AC的列向量中提取出红通道系数(该列向量中的第1个系数)作为红通道AC幅值；再从使用0.6Hz低通滤波对S5中所述的滑动窗内数据进行滤波处理，提取红通道的均值作为红通道DC幅值；

[0022] S9、在基于滑动窗的血氧饱和度参数的计算中，分别使用权利2中所述的蓝通道AC与DC基准参数替换滑动窗中的蓝通道AC和蓝通道DC。

[0023] 所述步骤S103中，具体包括如下步骤：

[0024] S10、对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作：将血氧仪参考值中最小值与RGB波形的波谷最低处进行时间对齐，删除血氧仪参考值与血氧饱和度参数中多余的数值。

[0025] S11、对S10中所述的对齐后的血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行线性拟合，获取经验常数，并基于经验常数进行血氧饱和度预测。

[0026] 有益效果：

[0027] 与现有技术相比，本发明实现了从面部视频中提取出人体血氧饱和度指标。血氧饱和度的提取依赖于朗博比尔定律，即需要两种不同波长的入射光，人体血液中HbO2和Hb

对这两种波长光线的吸收系数分别为相同和相异的。传统方法使用专业的高精度视频采集设备和特定波长光源进行血氧饱和度估测，已公布的类似的采用普通RGB相机的方法或文献中，均为使用RGB信号中的红蓝通道对传统方法中特定波长光源进行简单替换，存在固有的缺陷。本发明中对该问题进行了针对性设计，首先采用盲源分离的思路，使用SOBI算法对RGB信号进行盲源分离处理，分离出与人体动脉血流容积脉冲(BVP)相关的AC，再从分离矩阵中提取出AC在红蓝通道中的系数作为红蓝通道的AC幅值，从而很好地解决了已公布方法中无法回避的红蓝通道信噪比较差问题。其次，本发明中采用从RGB信号中选取一段平稳数据作为基准样本，进行盲源分离，然后提取出分离矩阵中AC所对应的蓝通道系数和基准样本蓝通道的DC作为蓝通道的基准参数，在滑动窗分析中替换蓝通道AC和DC，实现血氧饱和度参数的计算。此外，在血氧饱和度参数与血氧仪参考值的拟合过程中将二者进行对齐操作。本发明通过以上方法较好地解决了已公开方法中存在的固有问题，具有测量准确性高、抗噪声干扰能力较强、应用潜力大等优点。

附图说明

[0028] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0029] 图1是本发明方法流程图；

[0030] 图2是所选RGB信号样本和基于已公开方法的AC与DC分析。(a)样本RGB波形；(b)基于0.6～3Hz带通滤波后的AC；(c)基于0.6Hz低通滤波后的DC。

[0031] 图3是所选RGB信号样本的AC成分噪声分析示意图。

[0032] 图4是对图2所述AC成分进行盲源分离及噪声分析示意图。

[0033] 图5是本发明中所提出的血氧饱和度系数提取方法流程图。

[0034] 图6是所选RGB信号样本与血氧仪参考值进行时间对齐示意图。

[0035] 图7是对所选RGB信号样本运用本发明所提方法进行血氧饱和度测量结果示意图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例，进一步阐明本发明，应理解这些实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围，在阅读了本发明之后，本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定的范围。

[0037] 结合图1至图7作进一步地说明：一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法，该测量方法包括如下步骤：

[0038] S100、用于获取人体面部视频信息，从视频帧图像中选择额头部位作为敏感区域，并采用像素值相干平均法生成基于敏感区域的RGB信号；

[0039] 结合图2所示，在本实施例中，在不失一般性的前提下，选用了一段网络摄像头的普通受试者面部视频数据，对视频画面中额头区域像素相干平均生成三通道RGB信号。对RGB信号进行0.6～3Hz带通滤波，获得与人体动脉血流容积脉冲(BVP)相关的AC，已公开的方法中，通过计算AC中红蓝通道的标准差(STD)分别获取红蓝通道的交流变量，为了便于实施说明，命名为AC_{Red}，AC_{Blue}；对RGB信号进行0.6Hz低通滤波，获得与人体非BVP相关的DC，已公开的方法中，通过计算DC中红蓝通道的均值(Mean)分别获取红蓝通道的直流变量，为了

便于实施说明，命名为DC_{Red}，DC_{Blue}；进一步，令$R_{AC}=AC_{Red}/AC_{Blue}$，$R_{DC}=DC_{Blue}/DC_{Red}$，血氧饱和度系数$R=R_{AC}\cdot R_{DC}$(见公式1)。按照滑动窗方法，求出R序列，再结合血氧仪参考值，进行最小二乘线性拟合，获得预测方程(见公式2)。

[0040] $$R = R_{AC}\cdot R_{DC} = \frac{AC_{Red}}{AC_{Blue}}\cdot\frac{DC_{Blue}}{DC_{Red}} \quad (1)$$

[0041] $SpO_2=A+B\cdot R$ (2)

[0042] 为了解决公式1所述的已公开方法中血氧饱和度系数提取所存在的固有缺陷，结合图3至图5对本发明中基于盲源分离(SOBI方法)与基准样本的血氧饱和度系数提取流程作如下介绍：

[0043] S101、用于从RGB信号起始阶段选取一段平稳数据作为基准样本，提取出盲源分离后分离矩阵中交流成分(AC)所对应的蓝通道系数和基准样本蓝通道的直流成分(DC)作为基准参数；

[0044] S102、对RGB信号进行滑动窗分析，提取出盲源分离后分离矩阵中AC所对应的红通道系数，并提取出蓝通道的DC，再结合基准参数计算出血氧饱和度参数；

[0045] RGB信号样本中红蓝通道AC成分信噪比差的问题(见图3)，我们采用盲源分离(SOBI方法)对其进行改进(见图4)，其中“□”为噪声值。为了便于实施说明，设滑动窗内RGB观测信号为$x(t)=[x_B(t),x_G(t),x_B(t)]^T$，简化为$x=[x_1,x_2,x_3]^T$，设$s=[s_1,s_2,s_3]^T$为源信号，假设存在如下线性瞬时混合模型，使得：

[0046] $$\boldsymbol{x}=\begin{bmatrix}x_1\\x_2\\x_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a_{11}&a_{12}&a_{13}\\a_{21}&a_{22}&a_{23}\\a_{31}&a_{32}&a_{33}\end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix}s_1\\s_2\\s_3\end{bmatrix}=\boldsymbol{A}_{SOBI}\boldsymbol{s} \quad (3)$$

[0047] 其中，矩阵A_{SOBI}中的各元素代表源S中各分量的线性混合方式，其第i列向量$[a_{1i},a_{2i},a_{3i}]^T$为源分量s_i的线性混合系数，即s_i在观测信号$x=[x_1,x_2,x_3]^T$中的能量分布情况。图3中盲源分离结果中矩阵A_{SOBI}如公式(4)所示：

[0048] $$\boldsymbol{A}_{SOBI}=\begin{bmatrix}0.5123&-0.1241&0.0353\\0.3039&-0.0479&-0.0633\\0.2304&0.0682&0.0149\end{bmatrix} \quad (4)$$

[0049] 分离出的三通道源信号中，采用基于功率谱峭度值最大的BVP源识别方法，识别出第一通道为与BVP相关的交流成分(AC)，则A_{SOBI}的第1列向量$A_{SOBI}(:,1)=[0.5123,0.3039,0.2304]^T$为源分量AC的线性混合系数，即BVP在RGB信号中的能量分布，命名为A_{BVP}。其中，$|A_{BVP}(1)|=0.5123$为红通道的AC幅值，很好地解决了已公开方法中直接从RGB波形中求AC幅值所面临的噪声干扰问题。

[0050] 结合图5，在滑动窗分析中，本发明使用$|A_{BVP}(1)|$值代替已公开方法中红通道的交流变量AC_{Red}。其次，针对已公开方法在红蓝通道组合不能有效适用于朗伯-比尔定律的问题，即存在易丢失血氧变化信息的缺陷，本发明中采用一段平稳数据作为基准样本对滑动窗运算中蓝通道参数进行替代：在数据起始阶段采用滑动窗方式对RGB信号红通道求标准差，从连续5次结果中取最小值对应的滑动窗数据作为平稳基准样本RGB_{Base}。对RGB_{Base}中蓝通道数据进行平滑滤波后，求出均值，记为基准样本参数DC_{Blue_Base}；对该样本0.6～3Hz带通滤波后进行SOBI分离，获取分离矩阵A_{SOBI_Base}，通过源识别提取出BVP系数向量A_{BVP_Base}中蓝

通道系统的$|A_{BVP_Base}(3)|$，记为基准样本参数AC_{Blue_Base}。获取基准样本参数后，在滑动窗运算中使用其对AC_{Blue}和DC_{Blue}进行替换。即$R_{AC}=AC_{Red}/AC_{Blue_Base}$，$R_{DC}=DC_{Blue_Base}/DC_{Red}$。进一步将公式1改进为公式5：

[0051] $$R = R_{AC} \cdot R_{DC} = \frac{AC_{Red}}{AC_{Blue_Base}} \cdot \frac{DC_{Blue_Base}}{DC_{Red}} = \frac{|A_{BVP}(1)|}{|A_{BVP_Base}(3)|} \cdot \frac{DC_{Blue_Base}}{DC_{Red}} \quad (5)$$

[0052] S103、用于对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作，然后进行线性拟合，获取经验常数，并基于经验常数进行血氧饱和度预测；

[0053] 结合图6，所述步骤S103中，对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作：其中，线条为RGB信号的红通道数据(Red channel)，小方框数据为血氧仪所测得参考值(SoP2(Oximeter))。将血氧仪参考值中最小值与红通道波形的波谷最低处进行时间对齐，删除血氧仪参考值与血氧饱和度参数中多余的数值。

[0054] 结合图7，对所选RGB信号样本运用本发明所提方法进行血氧饱和度测量，其中，小六角星型数据为本发明方法所测得血氧饱和度值(SoP2(RGB))，小方框数据为血氧仪所测得参考值(SoP2(Oximeter))。结果显示：血氧饱和度测量值与血氧仪参考值的变化趋势基本吻合，测量精度也达到一个较好的水准。

[0055] 另外以普通商业血氧仪为标准参考数据，不失一般性，选取8名受试者，使用ThinkPad电脑和智能手机上的自带摄像头，分别在自然光和日光灯照明环境下进行血氧饱和度检测实验。表1中本发明所提方法的实验统计分析显示，均方根误差RMSE控制在一个较好的范围内，预测结果较为理想；且相关指数R-Squared显示血氧饱和度线性回归方程的拟合程度可靠。

[0056] 表1

[0057]

本发明所提方法的血氧饱和度测量统计分析（以商业血氧仪为准）								
统计 / 受试者	环境光				日光灯照明			
	ThinkPad 电脑		智能手机		ThinkPad 电脑		智能手机	
	RMSE	R-Squared	RMSE	R-Squared	RMSE	R-Squared	RMSE	R-Squared
S1	1.047	0.6965	1.219	0.7205	1.189	0.7278	1.305	0.7316
S2	1.206	0.7115	1.512	0.6803	2.177	0.6765	1.817	0.6335
S3	1.776	0.6177	2.218	0.6007	2.288	0.6221	1.707	0.6288
S4	1.766	0.6555	2.019	0.6551	2.798	0.6071	2.112	0.6561
S5	1.	0.734	1.7	0.633	2.1	0.620	2.3	0.6119

[0058]

	278	5	08	5	05	5	06	
S6	1.208	0.7108	1.307	0.6115	3.006	0.5751	2.455	0.6105
S7	1.229	0.7712	1.115	0.7201	1.556	0.6911	1.618	0.7017
S8	2.105	0.6019	2.318	0.5902	2.016	0.6505	1.812	0.6832
均值	1.452	0.6875	1.677	0.6515	2.142	0.6463	1.892	0.6572

[0059] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外，本发明还有其它的目的、特征和优点。

[0060] 本发明基于脉搏信号之间的线性相关，同时与噪声信号不相关的算法进行的降噪处理，同时应当指出的是，本发明公开不限于前述实施方式并且可以在不背离本公开的精神的情况下适当地改变；例如，在S100中选取不同的额头区域为参考区域；例如，在S102，滑动窗分析中选取多组道源信号，将得到的线性结果平均或加权平均；在选取带通滤波选用合适的波长等等。

[0061] 以上所举实施例为本发明的较佳实施方式，仅用来方便说明本发明，并非对本发明作任何形式上的限制，任何所属技术领域中具有通常知识者，若在不脱离本发明所提技术特征的范围内，利用本发明所揭示技术内容所作出局部更动或修饰的等效实施例，并且未脱离本发明的技术特征内容，均仍属于本发明技术特征的范围内。

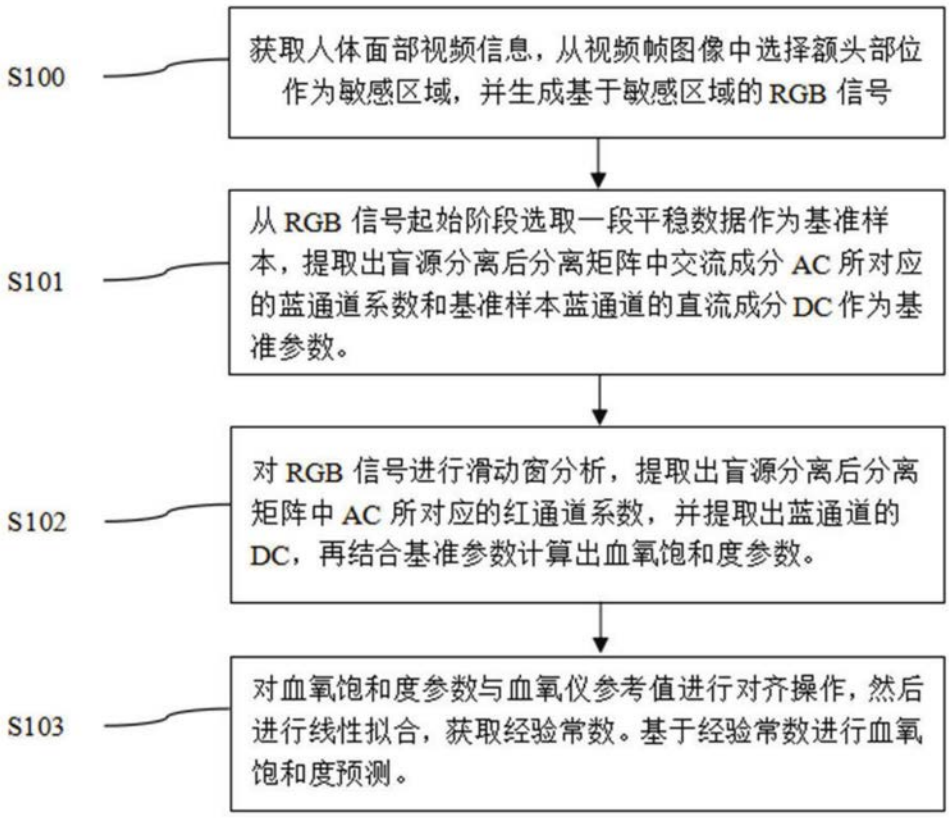

S100
获取人体面部视频信息，从视频帧图像中选择额头部位作为敏感区域，并生成基于敏感区域的RGB信号
S101
从RGB信号起始阶段选取一段平稳数据作为基准样本，提取出盲源分离后分离矩阵中交流成分AC所对应的蓝通道系数和基准样本蓝通道的直流成分DC作为基准参数。
S102
对RGB信号进行滑动窗分析，提取出盲源分离后分离矩阵中AC所对应的红通道系数，并提取出蓝通道的DC，再结合基准参数计算出血氧饱和度参数。
S103
对血氧饱和度参数与血氧仪参考值进行对齐操作，然后进行线性拟合，获取经验常数。基于经验常数进行血氧饱和度预测。

图1

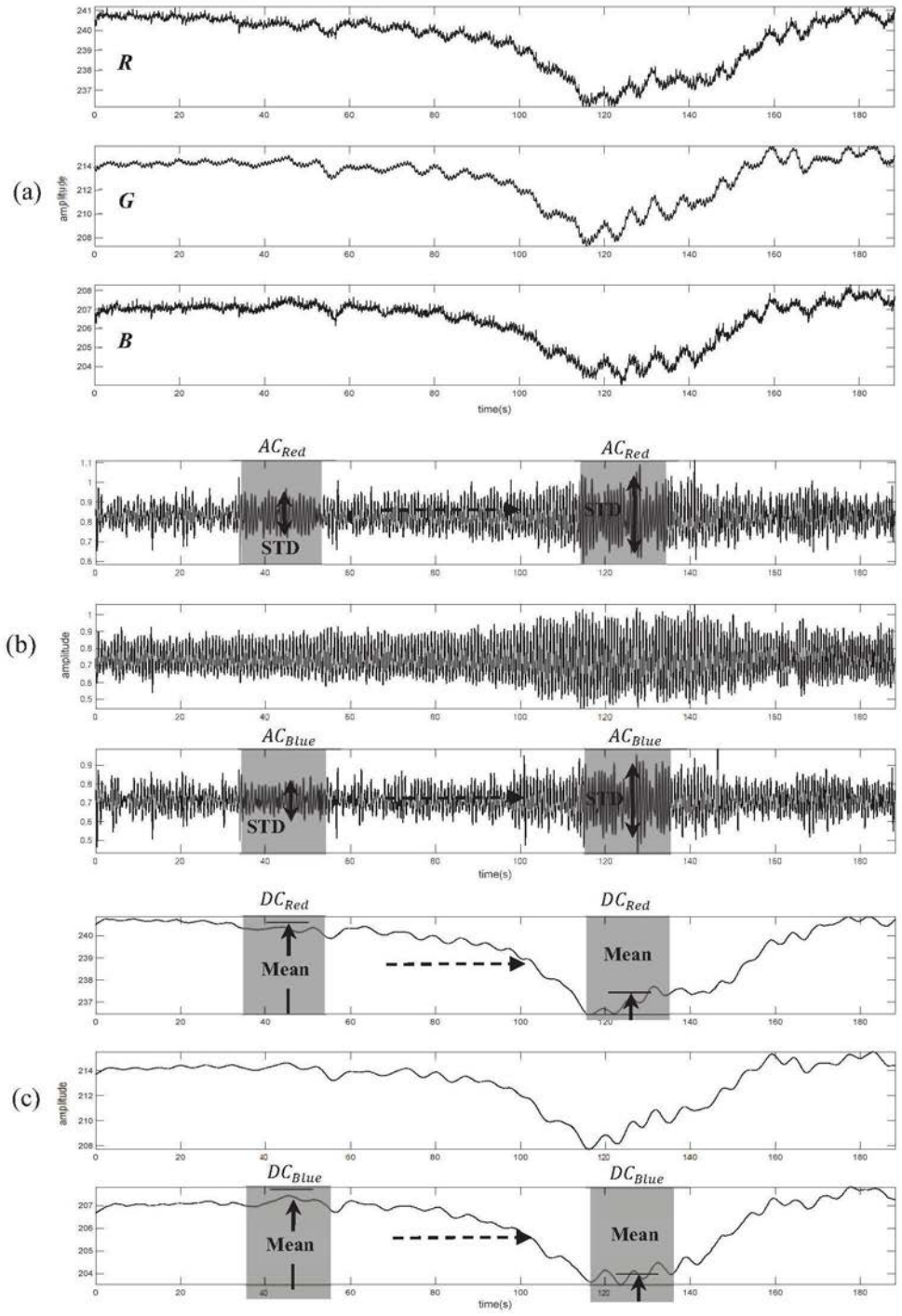

(a)
R
G
B
amplitude
time(s)
AC_{Red}
AC_{Red}
STD
STD
(b)
amplitude
AC_{Blue}
AC_{Blue}
STD
STD
time(s)
DC_{Red}
DC_{Red}
Mean
Mean
(c)
amplitude
DC_{Blue}
DC_{Blue}
Mean
Mean
time(s)

图2

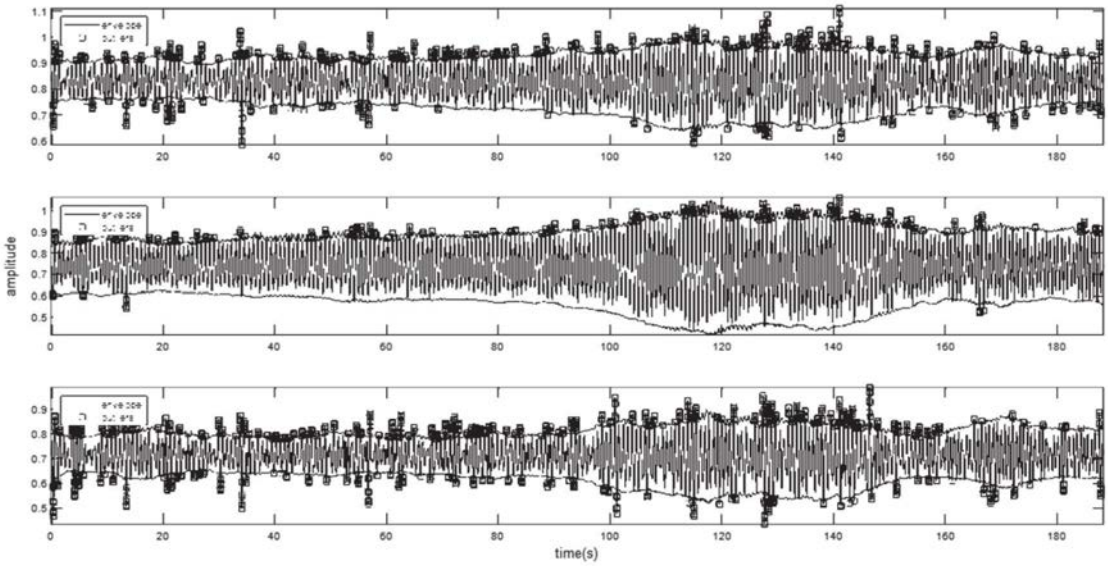


图3

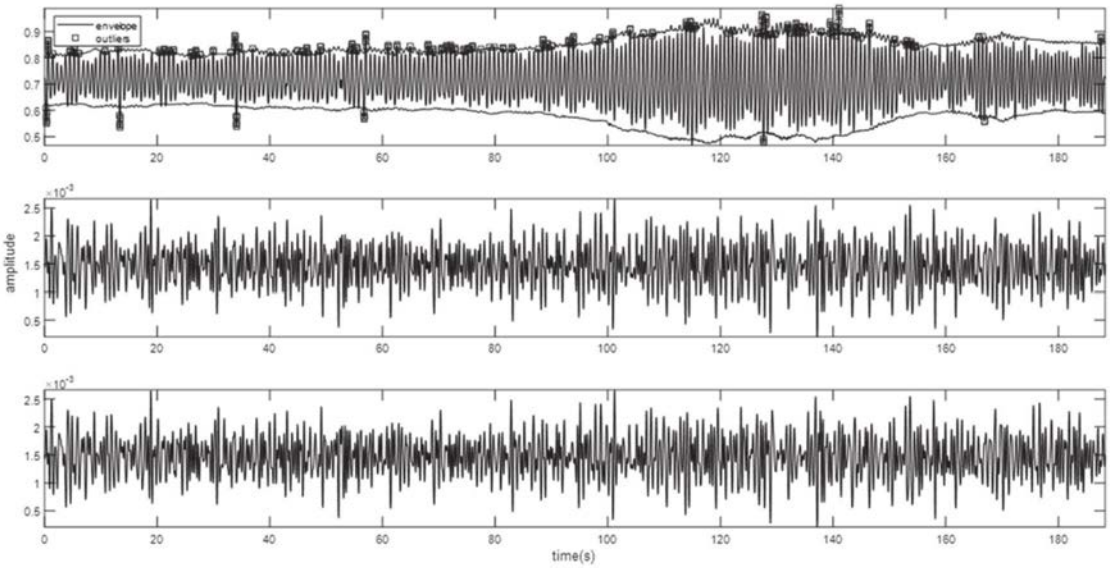


图4

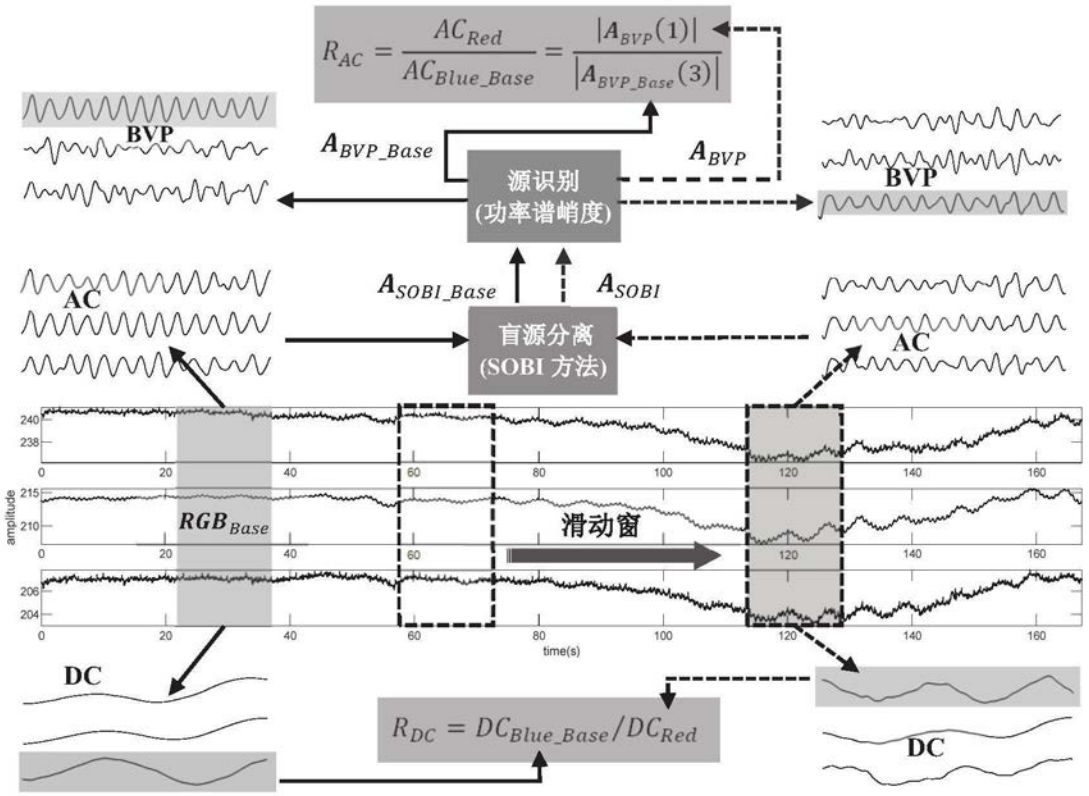

$R_{AC} = \frac{AC_{Red}}{AC_{Blue_Base}} = \frac{|A_{BVP}(1)|}{|A_{BVP_Base}(3)|}$
BVP
A_{BVP_Base}
源识别
(功率谱峭度)
A_{BVP}
BVP
AC
A_{SOBI_Base}
A_{SOBI}
盲源分离
(SOBI 方法)
AC
amplitude
RGB_{Base}
滑动窗
time(s)
DC
$R_{DC} = DC_{Blue_Base}/DC_{Red}$
DC

图5

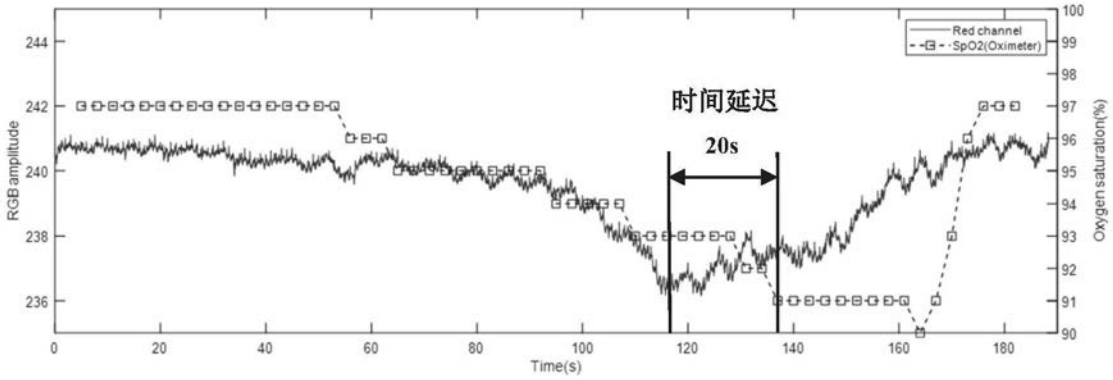

Red channel
SpO2(Oximeter)
时间延迟
20s
RGB amplitude
Oxygen saturation(%)
Time(s)

图6

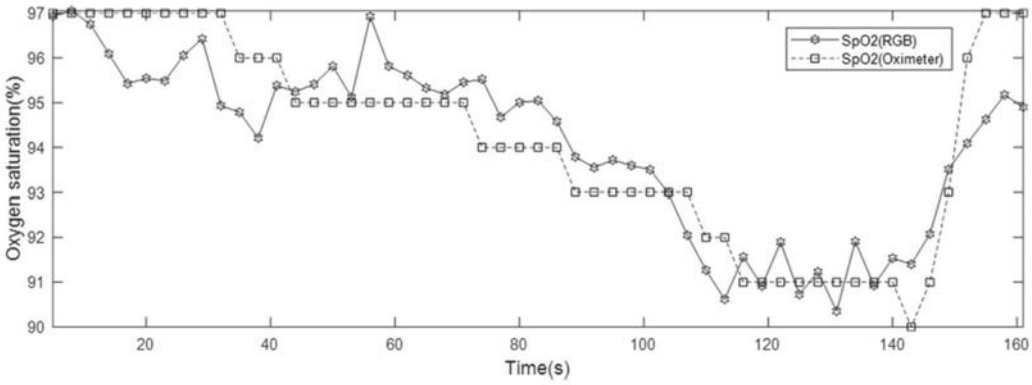
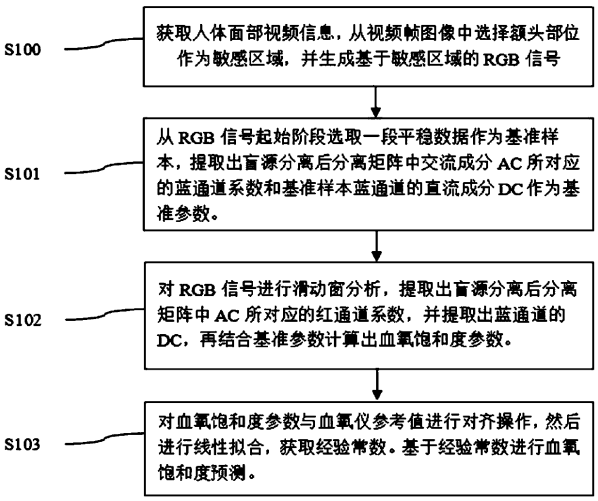

SpO2(RGB)
SpO2(Oximeter)
Oxygen saturation(%)
Time(s)
97
96
95
94
93
92
91
90
20
40
60
80
100
120
140
160

图7

专利名称(译)	一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法		
公开(公告)号	CN110755090A	公开(公告)日	2020-02-07
申请号	CN201911124705.3	申请日	2019-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	合肥师范学院		
申请(专利权)人(译)	合肥师范学院		
当前申请(专利权)人(译)	合肥师范学院		
[标]发明人	卫兵 钟锦 潘洁珠 曹风云 李宜兵 王则灵		
发明人	卫兵 钟锦 潘洁珠 曹风云 钱田芬 李宜兵 王则灵		
IPC分类号	A61B5/1455 A61B5/00 G06K9/62		
CPC分类号	A61B5/14551 A61B5/7203 A61B5/725 G06K9/00268 G06K9/624 G06K2209/05		
代理人(译)	陈建		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于网络摄像头的人体血氧饱和度测量方法，该测量方法通过获取人体面部视频信息，从视频帧图像中选择额头部位作为敏感区域，并生成基于敏感区域的红绿蓝(Red/Green/Blue，RGB)三通道信号；采用滑动窗方式，对RGB信号进行盲源分离处理，使用分离矩阵中与人体动脉血流容积脉冲(BVP)相关的交流成分(AC)所对应的红蓝通道系数来替代已公开方法中RGB信号红蓝通道的AC幅值。本发明解决了已公开方法中相似的血氧饱和度提取方法中原始信号信噪比差以及红蓝通道组合并不能有效适用于朗伯-比尔定律等影响算法鲁棒性的问题，具有测量准确性高、抗噪声干扰能力较强、应用潜力大等优点。