



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 121905565 A

(43) 申请公布日 2026. 04. 21

(21) 申请号 202512025690.7

(22) 申请日 2025.12.30

(71) 申请人 广州索诺星信息科技有限公司

地址 510000 广东省广州市黄埔区崖鹰石
路27号自编三栋五楼504

(72) 发明人 蔡伟忠 许培达 梁成民

(74) 专利代理机构 广州帮专高智知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
44674

专利代理师 何子颖

(51) Int. Cl.

G16H 50/70 (2018.01)

G16H 50/30 (2018.01)

G16H 80/00 (2018.01)

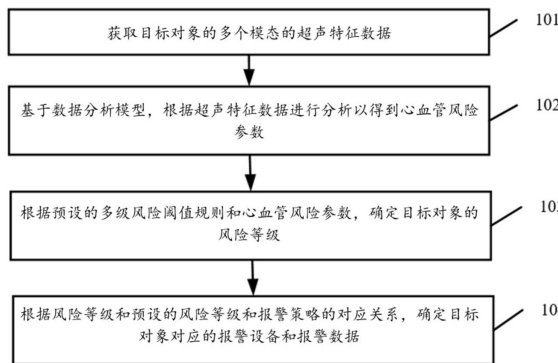
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险
预警方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法及系统,该方法包括:获取目标对象的多个模态的超声特征数据;基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数;根据预设的多级风险阈值规则和所述心血管风险参数,确定所述目标对象的风险等级;根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据。可见,本发明能够实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性,降低因风险误判或报警延迟导致的心血管事件风险。



1. 一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述方法包括:

获取目标对象的多个模态的超声特征数据;

基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数;

根据预设的多级风险阈值规则和所述心血管风险参数,确定所述目标对象的风险等级;

根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据。

2. 根据权利要求1所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述超声特征数据为形态学特征数据、动力学特征数据或生理学特征。

3. 根据权利要求2所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述形态学特征数据包括颈动脉内中膜厚度、血管斑块面积和管径扩张度中的至少一种;和/或,所述生理学特征包括血压变异性和心率变异性中的至少一种。

4. 根据权利要求2所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述动力学特征数据包括收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数和搏动指数中的至少一种。

5. 根据权利要求1所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数,包括:

对所有所述超声特征数据进行数据融合,得到多模态融合数据;

将所述目标对象的用户参数和所述多模态融合数据输入至训练好的风险预测模型,以得到输出的心血管风险参数;所述风险预测模型通过包括有多个训练心血管超声数据和对应的心血管风险标注的训练数据集训练得到。

6. 根据权利要求5所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述风险预测模型包括交叉预测模型和时序预测模型;所述交叉预测模型用于对任意两个模态的所述超声特征数据进行交叉关联特征提取后基于提取的交叉关联特征输出预测的第一风险概率;所述时序预测模型通过对多个时间点的所述多模态融合数据形成的时序数据进行分析 and 预测以输出预测症状时间和第二风险概率;所述心血管风险参数具体通过以下步骤计算得到:

对所有所述第一风险概率进行加权求和计算,得到交叉风险参数;其中,每一所述第一风险概率对应的计算权重与对应的该两个所述超声特征数据对应的历史关联频率成正比;所述历史关联频率为历史诊断记录中被诊断为存在心血管疾病且同时存在该两个所述超声特征数据的数据异常的记录占有所有记录数量的数据占比;

计算所述预测症状时间与当前时间点的时间差,并计算出与所述时间差成正比的时间权重;

计算所述时间权重和所述第二风险概率的乘积,得到时序风险参数;

计算所述交叉风险参数和所述时序风险参数的乘积,得到所述心血管风险参数。

7. 根据权利要求1所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对

象对应的报警设备和报警数据,包括:

对于每一候选报警设备,计算该候选报警设备和所述风险等级的匹配度;

将所述匹配度最高的所述候选报警设备,确定为所述目标对象对应的报警设备;所述报警设备为所述目标对象的终端设备、家属终端设备或急救中心终端设备;

生成包括有所述心血管风险参数的报警数据,并将所述报警数据发送至所述报警设备进行报警。

8.根据权利要求7所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,其特征在于,所述计算该候选报警设备和所述风险等级的匹配度,包括:

获取该候选报警设备的历史报警记录中每一记录对应的历史风险等级的等级平均值;

计算所述风险等级和所述等级平均值的差值对应的取对数值,得到该候选报警设备和所述风险等级的匹配度。

9.一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统,其特征在于,所述系统包括:

获取模块,用于获取目标对象的多个模态的超声特征数据;

分析模块,用于基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数;

确定模块,用于根据预设的多级风险阈值规则和所述心血管风险参数,确定所述目标对象的风险等级;

报警模块,用于根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据。

10.一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统,其特征在于,所述系统包括:

存储有可执行程序代码的存储器;

与所述存储器耦合的处理器;

所述处理器调用所述存储器中存储的所述可执行程序代码,执行如权利要求1-8任一项所述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法。

基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术领域,尤其涉及一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法及系统。

背景技术

[0002] 随着心血管疾病早期筛查需求的快速增长,医疗机构越来越重视实现精准的心血管风险的提前预警。现有技术通常通过采集单一模态超声数据,采用固定阈值或简单模型计算心血管风险参数,并基于统一报警机制发送预警信息,以支持疾病干预。现有解决方案因缺乏对多个模态超声特征数据的综合分析、风险参数的精准计算以及风险等级的多级阈值匹配与报警设备动态分配,难以实现高及时性的分级预警,常用粗放或延迟报警策略无法适配个体差异与风险严重程度,导致早期干预针对性不足,易因风险误判或报警延迟引发心血管事件,限制了超声筛查的预防效果与临床应用价值。可见,现有技术存在缺陷,亟待解决。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法及系统,能够实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性,降低因风险误判或报警延迟导致的心血管事件风险。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明第一方面公开了一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法,所述方法包括:

获取目标对象的多个模态的超声特征数据;

基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数;

根据预设的多级风险阈值规则和所述心血管风险参数,确定所述目标对象的风险等级;

根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据。

[0005] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述超声特征数据为形态学特征数据、动力学特征数据或生理学特征。

[0006] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述形态学特征数据包括颈动脉内中膜厚度、血管斑块面积和管径扩张度中的至少一种;和/或,所述生理学特征包括血压变异性 and 心率变异性中的至少一种。

[0007] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述动力学特征数据包括收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数和搏动指数中的至少一种。

[0008] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数,包括:

对所有所述超声特征数据进行数据融合,得到多模态融合数据;

将所述目标对象的用户参数和所述多模态融合数据输入至训练好的风险预测模型,以得到输出的心血管风险参数;所述风险预测模型通过包括有多个训练心血管超声数据和对应的心血管风险标注的训练数据集训练得到。

[0009] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述风险预测模型包括交叉预测模型和时序预测模型;所述交叉预测模型用于对任意两个模态的所述超声特征数据进行交叉关联特征提取后基于提取的交叉关联特征输出预测的第一风险概率;所述时序预测模型通过对多个时间点的所述多模态融合数据形成的时序数据进行分析 and 预测以输出预测症状时间和第二风险概率;所述心血管风险参数具体通过以下步骤计算得到:

对所有所述第一风险概率进行加权求和计算,得到交叉风险参数;其中,每一所述第一风险概率对应的计算权重与对应的该两个所述超声特征数据对应的历史关联频率成正比;所述历史关联频率为历史诊断记录中被诊断为存在心血管疾病且同时存在该两个所述超声特征数据的数据异常的记录占有所有记录数量的数据占比;

计算所述预测症状时间与当前时间点的时间差,并计算出与所述时间差成正比的时间权重;

计算所述时间权重和所述第二风险概率的乘积,得到时序风险参数;

计算所述交叉风险参数和所述时序风险参数的乘积,得到所述心血管风险参数。

[0010] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据,包括:

对于每一候选报警设备,计算该候选报警设备和所述风险等级的匹配度;

将所述匹配度最高的所述候选报警设备,确定为所述目标对象对应的报警设备;所述报警设备为所述目标对象的终端设备、家属终端设备或急救中心终端设备;

生成包括有所述心血管风险参数的报警数据,并将所述报警数据发送至所述报警设备进行报警。

[0011] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述计算该候选报警设备和所述风险等级的匹配度,包括:

获取该候选报警设备的历史报警记录中每一记录对应的历史风险等级的等级平均值;

计算所述风险等级和所述等级平均值的差值对应的取对数值,得到该候选报警设备和所述风险等级的匹配度。

[0012] 本发明实施例第二方面公开了一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统,所述系统包括:

获取模块,用于获取目标对象的多个模态的超声特征数据;

分析模块,用于基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数;

确定模块,用于根据预设的多级风险阈值规则和所述心血管风险参数,确定所述目标对象的风险等级;

报警模块,用于根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据。

[0013] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述超声特征数据为形态学特征数据、动力学特征数据或生理学特征。

[0014] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述形态学特征数据包括颈动脉内中膜厚度、血管斑块面积和管径扩张度中的至少一种;和/或,所述生理学特征包括血压变异性和心率变异性的至少一种。

[0015] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述动力学特征数据包括收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数和搏动指数中的至少一种。

[0016] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述分析模块基于数据分析模型,根据所述超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数的具体方式,包括:

对所有所述超声特征数据进行数据融合,得到多模态融合数据;

将所述目标对象的用户参数和所述多模态融合数据输入至训练好的风险预测模型,以得到输出的心血管风险参数;所述风险预测模型通过包括有多个训练心血管超声数据和对应的心血管风险标注的训练数据集训练得到。

[0017] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述风险预测模型包括交叉预测模型和时序预测模型;所述交叉预测模型用于对任意两个模态的所述超声特征数据进行交叉关联特征提取后基于提取的交叉关联特征输出预测的第一风险概率;所述时序预测模型通过对多个时间点的所述多模态融合数据形成的时序数据进行分析 and 预测以输出预测症状时间和第二风险概率;所述心血管风险参数具体通过以下步骤计算得到:

对所有所述第一风险概率进行加权求和计算,得到交叉风险参数;其中,每一所述第一风险概率对应的计算权重与对应的该两个所述超声特征数据对应的历史关联频率成正比;所述历史关联频率为历史诊断记录中被诊断为存在心血管疾病且同时存在该两个所述超声特征数据的数据异常的记录占有所有记录数量的数据占比;

计算所述预测症状时间与当前时间点的时间差,并计算出与所述时间差成正比的时间权重;

计算所述时间权重和所述第二风险概率的乘积,得到时序风险参数;

计算所述交叉风险参数和所述时序风险参数的乘积,得到所述心血管风险参数。

[0018] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述报警模块根据所述风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定所述目标对象对应的报警设备和报警数据的具体方式,包括:

对于每一候选报警设备,计算该候选报警设备和所述风险等级的匹配度;

将所述匹配度最高的所述候选报警设备,确定为所述目标对象对应的报警设备;所述报警设备为所述目标对象的终端设备、家属终端设备或急救中心终端设备;

生成包括有所述心血管风险参数的报警数据,并将所述报警数据发送至所述报警设备进行报警。

[0019] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述报警模块计算该候选报警设备和所述风险等级的匹配度的具体方式,包括:

获取该候选报警设备的历史报警记录中每一记录对应的历史风险等级的等级平均值;

计算所述风险等级和所述等级平均值的差值对应的取对数值,得到该候选报警设

备和所述风险等级的匹配度。

[0020] 本发明第三方面公开了另一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统,所述系统包括:

存储有可执行程序代码的存储器;

与所述存储器耦合的处理器;

所述处理器调用所述存储器中存储的所述可执行程序代码,执行本发明第一方面公开的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法中的部分或全部步骤。

[0021] 本发明第四方面公开了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有计算机指令,所述计算机指令被调用时,用于执行本发明第一方面公开的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法中的部分或全部步骤。

[0022] 与现有技术相比,本发明实施例具有以下有益效果:

本发明通过获取目标对象的多个模态超声特征数据并基于数据分析模型计算心血管风险参数,根据多级风险阈值规则确定风险等级并匹配对应报警设备发送报警数据,从而能够实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性,降低因风险误判或报警延迟导致的心血管事件风险。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1是本发明实施例公开的一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法的流程示意图。

[0025] 图2是本发明实施例公开的一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统的结构示意图。

[0026] 图3是本发明实施例公开的另一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别不同对象,而不是用于描述特定顺序。此外,术语“包括”和“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、装置、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可选地还包括没有列出的步骤或单元,或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

[0029] 在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包

含在本发明的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是,本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0030] 本发明公开了一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法及系统,通过获取目标对象的多个模态超声特征数据并基于数据分析模型计算心血管风险参数,根据多级风险阈值规则确定风险等级并匹配对应报警设备发送报警数据,从而能够实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性,降低因风险误判或报警延迟导致的心血管事件风险。以下分别进行详细说明。

[0031] 实施例一

请参阅图1,图1是本发明实施例公开的一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法的流程示意图。其中,图1所描述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法可以应用于数据处理系统/数据处理设备/数据处理服务器(其中,该服务器包括本地处理服务器或云处理服务器)中。如图1所示,该基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法可以包括以下操作:

101、获取目标对象的多个模态的超声特征数据。

[0032] 可选的,超声特征数据为形态学特征数据、动力学特征数据或生理学特征。

[0033] 可选的,形态学特征数据包括颈动脉内中膜厚度、血管斑块面积和管径扩张度中的至少一种。

[0034] 可选的,生理学特征包括血压变异性和心率变异性中的至少一种。

[0035] 可选的,动力学特征数据包括收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数和搏动指数中的至少一种。

[0036] 102、基于数据分析模型,根据超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数。

[0037] 可选的,该心血管风险参数可以为0-1的连续风险概率或综合风险评分,本发明不做限定。

[0038] 103、根据预设的多级风险阈值规则和心血管风险参数,确定目标对象的风险等级。

[0039] 可选的,该风险等级可以为低风险、中风险、高风险或极高风险四级,本发明不做限定。

[0040] 104、根据风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定目标对象对应的报警设备和报警数据。

[0041] 可选的,该报警设备可以为患者佩戴的智能手环、家人手机APP或附近急救中心终端,本发明不做限定。

[0042] 可见,上述发明实施例通过获取目标对象的多个模态超声特征数据并基于数据分析模型计算心血管风险参数,根据多级风险阈值规则确定风险等级并匹配对应报警设备发送报警数据,从而能够实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性,降低因风险误判或报警延迟导致的心血管事件风险。

[0043] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,基于数据分析模型,根据超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数,包括:

对所有超声特征数据进行数据融合,得到多模态融合数据;

将目标对象的用户参数和多模态融合数据输入至训练好的风险预测模型,以得到输出的心血管风险参数。

[0044] 可选的,风险预测模型通过包括有多个训练心血管超声数据和对应的心血管风险标注的训练数据集训练得到。

[0045] 可选的,该训练数据集来源于5万例临床超声检查报告+随访确诊结果,本发明不做限定。

[0046] 可选的,该数据融合可以采用特征拼接、注意力机制融合或早融合+晚融合相结合的方式,本发明不做限定。

[0047] 可选的,该用户参数可以包括年龄、性别、体重指数、血压值、吸烟史或家族病史,本发明不做限定。

[0048] 可选的,风险预测模型可以采用深度神经网络(如CNN-LSTM)或集成学习算法(如XGBoost/RandomForest),其输入层接收多维特征向量及患者基础信息,隐藏层进行非线性特征交叉与时序关联分析,输出层输出未来一段时间内发生脑卒中或心梗的概率评分,具体的,该模型支持在线更新,随着用户数据的积累,自动微调个人基线参数,提高个性化预测精度。

[0049] 可见,通过上述可选的实施例,通过对所有超声特征数据进行融合得到多模态融合数据,并结合用户参数输入训练好的风险预测模型输出心血管风险参数,实现基于融合数据与个性化参数的精准风险量化评估,提升风险参数计算的准确性与个体适应性,降低因模态孤立或用户参数忽略导致的风险评估偏差风险。

[0050] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,风险预测模型包括交叉预测模型和时序预测模型;交叉预测模型用于对任意两个模态的超声特征数据进行交叉关联特征提取后基于提取的交叉关联特征输出预测的第一风险概率;时序预测模型通过对多个时间点的多模态融合数据形成的时序数据进行分析 and 预测以输出预测症状时间和第二风险概率;心血管风险参数具体通过以下步骤计算得到:

对所有第一风险概率进行加权求和计算,得到交叉风险参数;可选的,其中,每一第一风险概率对应的计算权重与对应的该两个超声特征数据对应的历史关联频率成正比;历史关联频率为历史诊断记录中被诊断为存在心血管疾病且同时存在该两个超声特征数据的数据异常的记录占有所有记录数量的数据占比;

计算预测症状时间与当前时间点的时间差,并计算出与时间差成正比的时间权重;

计算时间权重和第二风险概率的乘积,得到时序风险参数;

计算交叉风险参数和时序风险参数的乘积,得到心血管风险参数。

[0051] 可选的,该交叉预测模型可以为多头自注意力结构,用于捕捉不同模态间的关联特征,该时序预测模型可以为长短期记忆网络,用于分析心动周期内的动态变化,本发明不做限定。

[0052] 可选的,该历史关联频率可以从10万例历史病例基于去敏算法和统计算法得出,本发明不做限定。

[0053] 可见,通过上述可选的实施例,通过交叉预测模型提取模态间交叉关联特征输出第一风险概率,时序预测模型分析多时间点融合数据输出症状时间与第二风险概率,并基

于历史关联频率加权交叉风险与时间加权时序风险乘积得到心血管风险参数,实现交叉时序双重风险融合的精准参数计算,提升风险评估的全面性与前瞻性,降低因单一预测路径导致的风险参数失真风险。

[0054] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,根据风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定目标对象对应的报警设备和报警数据,包括:

对于每一候选报警设备,计算该候选报警设备和风险等级的匹配度;

将匹配度最高的候选报警设备,确定为目标对象对应的报警设备;可选的,报警设备为目标对象的终端设备、家属终端设备或急救中心终端设备;

生成包括有心血管风险参数的报警数据,并将报警数据发送至报警设备进行报警。

[0055] 可选的,该报警数据可以包含风险等级、关键异常指标、建议措施或定位信息,本发明不做限定。

[0056] 可见,通过上述可选的实施例,通过计算候选报警设备与当前风险的匹配度,选取最高匹配度设备作为报警设备并发送含风险参数的报警数据,实现基于历史匹配的精准报警设备选择与信息推送,提升报警的针对性与响应效率,降低因报警设备不适配导致的预警失效风险。

[0057] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,计算该候选报警设备和风险等级的匹配度,包括:

获取该候选报警设备的历史报警记录中每一记录对应的历史风险等级的等级平均值;

计算风险等级和等级平均值的差值对应的取对数值,得到该候选报警设备和风险等级的匹配度。

[0058] 可选的,该取对数值可以为 $\log(1 + |\text{diff}|)$,其中diff为风险等级和等级平均值的差值,该计算操作可以确保差异越大匹配度越低,本发明不做限定。

[0059] 可见,通过上述可选的实施例,通过计算候选报警设备历史报警记录风险等级平均值与当前风险等级差值的对数值作为匹配度,以便于后续精准筛选合适的报警设备,实现基于历史匹配的精准报警设备选择与信息推送,提升报警的针对性与响应效率。

[0060] 实施例二

请参阅图2,图2是本发明实施例公开的一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统的结构示意图。其中,图2所描述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统可以应用于数据处理系统/数据处理设备/数据处理服务器(其中,该服务器包括本地处理服务器或云处理服务器)中。如图2所示,该基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统可以包括:

获取模块201,用于获取目标对象的多个模态的超声特征数据。

[0061] 分析模块202,用于基于数据分析模型,根据超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数。

[0062] 确定模块203,用于根据预设的多级风险阈值规则和心血管风险参数,确定目标对象的风险等级。

[0063] 报警模块204,用于根据风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定

目标对象对应的报警设备和报警数据。

[0064] 可见,上述发明实施例通过获取目标对象的多个模态超声特征数据并基于数据分析模型计算心血管风险参数,根据多级风险阈值规则确定风险等级并匹配对应报警设备发送报警数据,从而能够实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性,降低因风险误判或报警延迟导致的心血管事件风险。

[0065] 作为一个可选的实施例,超声特征数据为形态学特征数据、动力学特征数据或生理学特征。

[0066] 可见,通过上述可选的实施例,限定了超声特征数据的类型,以精准表征对象的心血管情况,辅助实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性。

[0067] 作为一个可选的实施例,形态学特征数据包括颈动脉内中膜厚度、血管斑块面积和管径扩张度中的至少一种;和/或,生理学特征包括血压变异性和心率变性中的至少一种。

[0068] 可见,通过上述可选的实施例,限定了形态学特征数据或生理学特征的内容,以精准表征对象的心血管形态学情况,辅助实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性。

[0069] 作为一个可选的实施例,动力学特征数据包括收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数和搏动指数中的至少一种。

[0070] 可见,通过上述可选的实施例,限定了动力学特征数据的内容,以精准表征对象的心血管动力学情况,辅助实现基于多模态超声的精准心血管风险分级预警,提升心血管疾病早期干预的及时性与针对性。

[0071] 作为一个可选的实施例,分析模块基于数据分析模型,根据超声特征数据进行分析以得到心血管风险参数的具体方式,包括:

对所有超声特征数据进行数据融合,得到多模态融合数据;

将目标对象的用户参数和多模态融合数据输入至训练好的风险预测模型,以得到输出的心血管风险参数;风险预测模型通过包括有多个训练心血管超声数据和对应的心血管风险标注的训练数据集训练得到。

[0072] 可见,通过上述可选的实施例,通过对所有超声特征数据进行融合得到多模态融合数据,并结合用户参数输入训练好的风险预测模型输出心血管风险参数,实现基于融合数据与个性化参数的精准风险量化评估,提升风险参数计算的准确性与个体适应性,降低因模态孤立或用户参数忽略导致的风险评估偏差风险。

[0073] 作为一个可选的实施例,风险预测模型包括交叉预测模型和时序预测模型;交叉预测模型用于对任意两个模态的超声特征数据进行交叉关联特征提取后基于提取的交叉关联特征输出预测的第一风险概率;时序预测模型通过对多个时间点的多模态融合数据形成的时序数据进行分析 and 预测以输出预测症状时间和第二风险概率;心血管风险参数具体通过以下步骤计算得到:

对所有第一风险概率进行加权求和计算,得到交叉风险参数;可选的,其中,每一第一风险概率对应的计算权重与对应的该两个超声特征数据对应的历史关联频率成正比;历史关联频率为历史诊断记录中被诊断为存在心血管疾病且同时存在该两个超声特征数

据的数据异常的记录占有所有记录数量的数据占比；

计算预测症状时间与当前时间点的时间差,并计算出与时间差成正比的时间权重；

计算时间权重和第二风险概率的乘积,得到时序风险参数；

计算交叉风险参数和时序风险参数的乘积,得到心血管风险参数。

[0074] 可见,通过上述可选的实施例,通过交叉预测模型提取模态间交叉关联特征输出第一风险概率,时序预测模型分析多时间点融合数据输出症状时间与第二风险概率,并基于历史关联频率加权交叉风险与时间加权时序风险乘积得到心血管风险参数,实现交叉时序双重风险融合的精准参数计算,提升风险评估的全面性与前瞻性,降低因单一预测路径导致的风险参数失真风险。

[0075] 作为一个可选的实施例,报警模块根据风险等级和预设的风险等级和报警策略的对应关系,确定目标对象对应的报警设备和报警数据 的具体方式,包括:

对于每一候选报警设备,计算该候选报警设备和风险等级的匹配度；

将匹配度最高的候选报警设备,确定为目标对象对应的报警设备;可选的,报警设备为目标对象的终端设备、家属终端设备或急救中心终端设备；

生成包括有心血管风险参数的报警数据,并将报警数据发送至报警设备进行报警。

[0076] 可见,通过上述可选的实施例,通过计算候选报警设备与当前风险的匹配度,选取最高匹配度设备作为报警设备并发送含风险参数的报警数据,实现基于历史匹配的精准报警设备选择与信息推送,提升报警的针对性与响应效率,降低因报警设备不适配导致的预警失效风险。

[0077] 作为一个可选的实施例,报警模块计算该候选报警设备和风险等级的匹配度的具体方式,包括:

获取该候选报警设备的历史报警记录中每一记录对应的历史风险等级的等级平均值；

计算风险等级和等级平均值的差值对应的取对数值,得到该候选报警设备和风险等级的匹配度。

[0078] 可见,通过上述可选的实施例,通过计算候选报警设备历史报警记录风险等级平均值与当前风险等级差值的对数值作为匹配度,以便于后续精准筛选合适的报警设备,实现基于历史匹配的精准报警设备选择与信息推送,提升报警的针对性与响应效率。

[0079] 实施例三

请参阅图3,图3是本发明实施例公开的又一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统。图3所描述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统应用于数据处理系统/数据处理设备/数据处理服务器(其中,该服务器包括本地处理服务器或云处理服务器)中。如图3所示,该基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警系统可以包括:

存储有可执行程序代码的存储器301；

与存储器301耦合的处理器302；

其中,处理器302调用存储器301中存储的可执行程序代码,用于执行实施例一所

描述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法的步骤。

[0080] 实施例四

本发明实施例公开了一种计算机读存储介质,其存储用于电子数据交换的计算机程序,其中,该计算机程序使得计算机执行实施例一所描述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法的步骤。

[0081] 实施例五

本发明实施例公开了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括存储了计算机程序的非瞬时性计算机可读存储介质,且该计算机程序可操作来使计算机执行实施例一所描述的基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法的步骤。

[0082] 上述对本说明书特定实施例进行了描述,其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下,在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外,附图中描绘的过程不一定必须按照示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0083] 上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元,具体可以由计算机芯片或实体实现,或者由具有某种功能的产品来实现。一种典型的实现设备为计算机。具体的,计算机例如可以为个人计算机、膝上型计算机、蜂窝电话、相机电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件设备、游戏控制台、平板计算机、可穿戴设备或者这些设备中的任何设备的组合。

[0084] 为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然,在实施本说明书时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0085] 本领域内的技术人员应明白,本说明书实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本说明书实施例可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本说明书实施例可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0086] 本说明书是参照根据本说明书实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理器或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0087] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0088] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或

其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0089] 在一个典型的配置中,计算设备包括一个或多个处理器(CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

[0090] 内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器,随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式,如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

[0091] 计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括,但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带,磁带式磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质,可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定,计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体(transitory media),如调制的数据信号和载波。

[0092] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0093] 本说明书可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本说明书,在这些分布式计算环境中,由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0094] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0095] 最后应说明的是:本发明实施例公开的一种基于多模态超声特征的心脑血管疾病风险预警方法及系统所揭露的仅为本发明较佳实施例而已,仅用于说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解;其依然可以对前述各项实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应的技术方案的本质脱离本发明各项实施例技术方案的精神和范围。

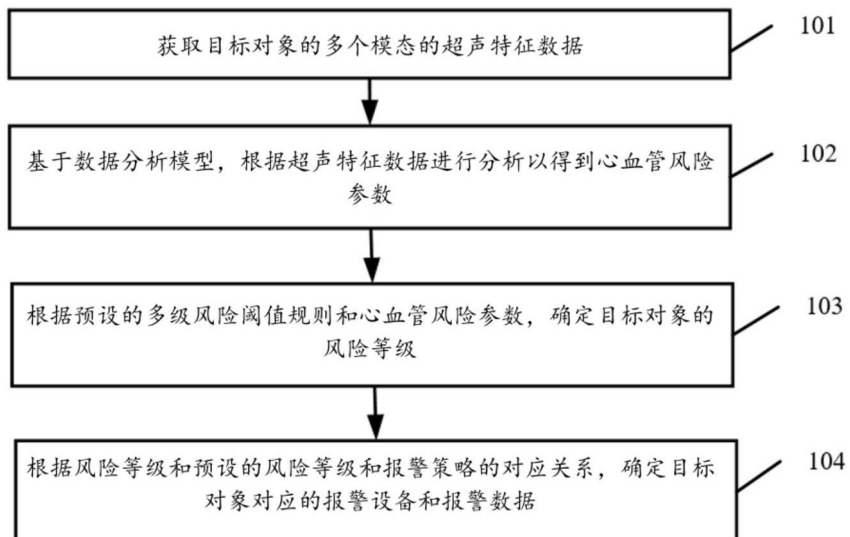


图1

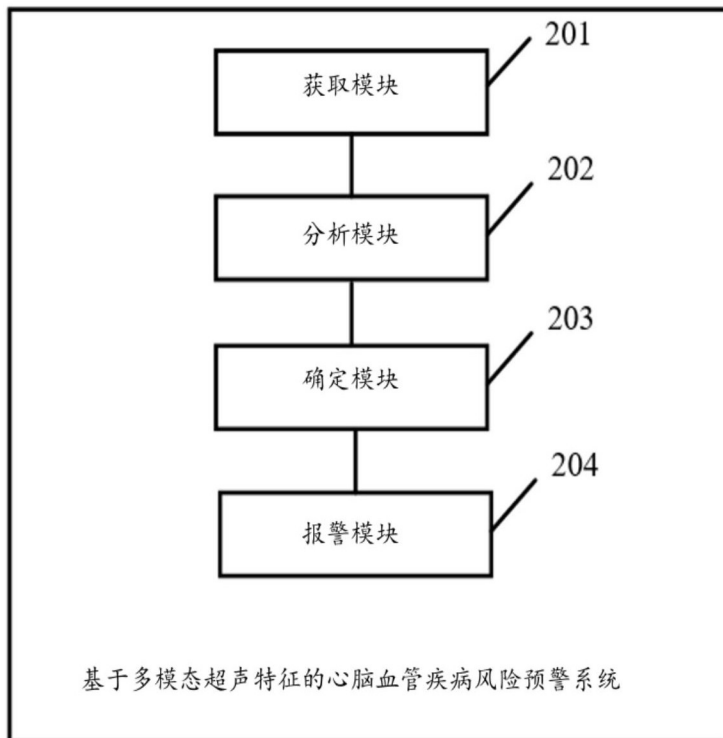


图2

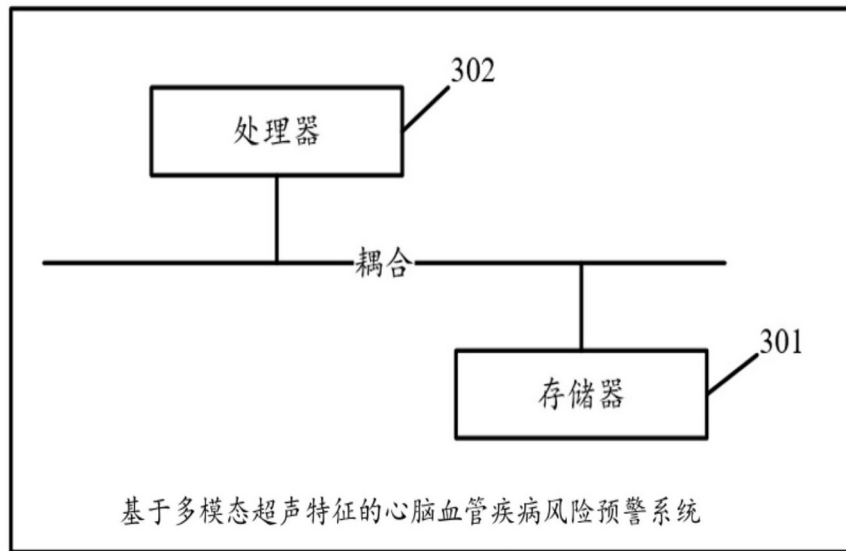


图3