



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110522442 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910758010.4

(22)申请日 2019.08.16

(71)申请人 广州视源电子科技股份有限公司
地址 510530 广东省广州市黄埔区云埔四路6号

(72)发明人 胡静

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224
代理人 关志琨

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/04(2006.01)

A61B 5/0432(2006.01)

A61B 5/0452(2006.01)

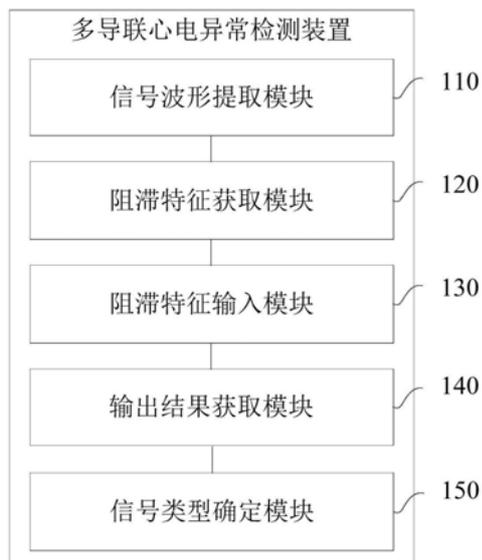
权利要求书6页 说明书21页 附图2页

(54)发明名称

多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质

(57)摘要

本申请涉及一种多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质。包括：信号波形提取模块、阻滞特征获取模块、阻滞特征输入模块、输出结果获取模块和信号类型确定模块，通过各个模块作用在不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征进行信号类型甄别，可以更准确、更全面地识别出左束支传导阻滞，避免因个体差异不同错将单导联异常识别为左束支传导阻滞的情况，大大提升了左束支传导阻滞检测的准确性。



1. 一种多导联心电图异常检测装置,其特征在于,所述装置包括:

信号波形提取模块,用于在心电信号中,提取不同导联的信号波形;

阻滞特征获取模块,用于获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

阻滞特征输入模块,用于根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

输出结果获取模块,用于获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

信号类型确定模块,用于根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述检测器包括第一检测器、第二检测器以及第三检测器,所述阻滞特征输入模块,包括:

第一特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征,则将所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征输入至所述第一检测器;

第二特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述V1导联形态特征,则将所述V1导联形态特征输入至所述第二检测器;

第三特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征,则将所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征输入至所述第三检测器。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征输入模块,包括:

导联特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述I导联形态特征、所述AVL导联形态特征、所述V1导联形态特征、所述V5导联形态特征以及所述V6导联形态特征,则将所述左束支传导阻滞特征输入至所述分类器。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述检测结果包括I导联检测结果、AVL导联检测结果、V1导联检测结果、V5导联检测结果以及V6导联检测结果;所述信号类型确定模块,包括:

数量统计子模块,用于在所述分类结果、所述I导联检测结果、所述AVL导联检测结果、所述V1导联检测结果、所述V5导联检测结果以及所述V6导联检测结果中,统计相匹配结果的结果数量;所述相匹配结果包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞;

第一类型确定子模块,用于若所述左束支传导阻滞的结果数量大于所述非左束支传导阻滞的结果数量,则确定所述左束支传导阻滞作为所述心电信号的信号类型;

第二类型确定子模块,用于若所述左束支传导阻滞的结果数量小于所述非左束支传导阻滞的结果数量,则确定所述非左束支传导阻滞作为所述心电信号的信号类型。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

序列获取子模块,用于获取所述信号波形的Q波序列、R波序列和S波序列;

特征获取子模块,用于根据所述S波序列、所述R波序列和所述Q波序列,获取所述左束支传导阻滞特征。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第一序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取S波序列;

第一分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述S波序列与所述Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;

第一时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;

第一特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,确定所述QRS间期持续时间,作为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第二序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,获取R波序列;

第一核密度计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述R波序列的核密度,得到R波序列核密度;

第一偏度值计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述R波序列核密度的偏度值,得到R波序列密度偏度;

第二特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,确定所述R波序列密度偏度,作为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第三序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取R波序列;

第二分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述R波序列与所述Q波序列的差值,得到QR间期波宽分子;

特征计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述QR间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QR间期持续时间,以及,计算所述Q波序列的Q波信号序列,得到Q波幅值;

第三特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,确定所述Q波幅值和所述QR间期持续时间,作为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征。

9. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述输出结果获取模块,包括:

第一参数提取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,提取所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征中的QRS间期持续时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;

参数分母计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述R波序列密度偏度、所述Q波幅值、所述QR间期持续时间的和值,得到综合指标参数分母;

第一参数计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或

所述AVL导联形态特征时,计算所述QRS间期持续时间与所述综合指标参数分母的比值,得到第一综合指标参数;

第一结果获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,根据所述第一综合指标参数,获取所述检测结果。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述第一结果获取子模块,具体用于:

确定所述第一综合指标参数的历史获取数量;

根据所述历史获取数量,将所述第一综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;

当所述第一综合指标参数大于所述综合指标阈值时,确定所述检测结果为左束支传导阻滞。

11. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第四序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,获取Q波序列、S波序列以及R波序列;

第一序列确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,确定所述Q波序列的Q波信号序列,以及,确定所述S波序列的S波信号序列,以及,确定所述R波序列的R波信号序列;

间期深高计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述R波信号序列与所述Q波信号序列的差值,得到QR间期高度,以及,计算所述Q波信号序列与所述S波信号序列的差值,得到QS间期深度;

深度比值计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述QS间期深度与所述QR间期高度的比值,得到RS间期深度比值;

第四特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,确定所述RS间期深度比值,作为所述V1导联形态特征。

12. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第五序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,获取S波序列,以及,获取R波序列;

第二序列确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,确定所述R波序列的R波信号序列,以及,确定所述S波序列的S波信号序列;

第二时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述S波信号序列与所述R波信号序列的差值,得到S波持续时间;

第五特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,确定所述S波持续时间,作为所述V1导联形态特征。

13. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第六序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取S波序列;

第三分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述S波序列与所述Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;

第三时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;

第六特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,

确定所述QRS间期持续时间,作为所述V1导联形态特征。

14. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述输出结果获取模块,包括:

第二参数提取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,提取所述V1导联形态特征中的RS间期深度比值、S波持续时间和QRS间期持续时间;

第四分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述QRS间期持续时间、所述RS间期深度比值、所述S波持续时间的和值,得到第二综合指标参数分子;

第二参数计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述第二综合指标参数分子与预设数值的比值,得到第二综合指标参数;

第二结果获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,根据所述第二综合指标参数,获取所述检测结果。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述第二结果获取子模块,具体用于:

确定所述第二综合指标参数的历史获取数量;

根据所述历史获取数量,将所述第二综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;

当所述第二综合指标参数大于所述综合指标阈值时,确定所述检测结果为左束支传导阻滞。

16. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第七序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取S波序列;

第五分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述S波序列与所述Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;

第四时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;

第七特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,确定所述QRS间期持续时间,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征。

17. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第八序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,获取R波序列;

第二核密度计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述R波序列的核密度,得到R波序列核密度;

第二偏度值计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述R波序列核密度的偏度值,得到R波序列密度偏度;

第八特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,确定所述R波序列密度偏度,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征。

18. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块还用于:

第九序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取R波序列;

第六分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述R波序列与所述Q波序列的差值,得到QR间期波宽分子;

第五时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述QR间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QR间期持续时间,以及,确定所述Q波序列的Q波信号序列,作为Q波幅值;

第九特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,确定所述Q波幅值和所述QR间期持续时间,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征。

19. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述阻滞特征获取模块,包括:

第十序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,获取R波序列;

第三序列确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,确定所述R波序列的R延续上升波序列;

第七分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述R延续上升波序列与所述R波序列的差值,得到RR延续间期分子;

第六时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述RR延续间期分子与预设采样频率的比值,得到RR延续间期时间;

第十特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,确定所述RR延续间期时间与R延续上升波幅度,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征;所述R延续上升波幅度为所述R延续上升波序列的R延续上升波信号序列。

20. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述输出结果获取模块,包括:

第三参数提取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,提取所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征中的QRS间期持续时间、R延续上升波幅度、RR延续间期时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;

第八分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述R波序列密度偏度、所述Q波幅值、所述QR间期持续时间的和值,得到第三综合指标参数分母,以及,计算所述QRS间期持续时间、所述R延续上升波幅度、所述RR延续间期时间的和值,得到第三综合指标参数分子;

第三参数计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,计算所述第三综合指标参数分子与所述第三综合指标参数分母的比值,得到第三综合指标参数;

第三结果获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,根据所述第三综合指标参数,获取所述检测结果。

21. 根据权利要求20所述的装置,其特征在于,所述第三结果获取子模块,具体用于:
确定所述第三综合指标参数的历史获取数量;
根据所述历史获取数量,将所述第三综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;
当所述第三综合指标参数大于所述综合指标阈值时,确定所述检测结果为左束支传导阻滞。

22. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述分类器包括人工神经网络分类器、支持向量机分类器、逻辑回归分类器、xgboost分类器、adboost分类器以及K-近邻(KNN)分类器中的至少一种。

23. 一种电子设备,其特征在于,包括:存储器、具有一个或多个处理器;
所述存储器,用于存储一个或多个程序;
当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器执行如下步骤:

在心电信号中,提取不同导联的信号波形;
获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

24. 一种包含计算机可执行指令的存储介质,其特征在于,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行如下步骤:

在心电信号中,提取不同导联的信号波形;
获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及医疗器械与医疗产品领域,特别是涉及一种多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质。

背景技术

[0002] 左束支传导阻滞(Left bundle branch block,LBBB)是一类心脏电传导系统阻滞疾病,主要由从His束到左束支传导的电脉冲不传导所致,进而致使电信号无法经此途径传入左心室,而必须由来自右心室的信号活化,这一特性可由心电图变化反映,因此可通过心电图特征提取来识别左束支传导阻滞。

[0003] 然而,由于左束支传导阻滞反映在心电图上识别较为复杂,仅靠手工提取方式提取少数特征,并结合传统机器学习方法,在可靠性和准确性上都难以达到临床诊断标准。

[0004] 因此,现有技术中的多导联心电图异常检测装置存在着检测准确度低的问题。

发明内容

[0005] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质。

[0006] 第一方面,提供了一种多导联心电图异常检测装置,包括:

[0007] 信号波形提取模块,用于在心电信号中,提取不同导联的信号波形;

[0008] 阻滞特征获取模块,用于获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

[0009] 阻滞特征输入模块,用于根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

[0010] 输出结果获取模块,用于获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

[0011] 信号类型确定模块,用于根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

[0012] 上述多导联心电图异常检测装置中,由于左束支传导阻滞特征可以反映出各种导联下的左束支传导阻滞波形特点,因此考虑采用在不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征进行信号类型甄别,可以更准确、更全面地识别出左束支传导阻滞,避免因个体差异不同错将单导联异常识别为左束支传导阻滞的情况,提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0013] 在一个实施例中,检测器包括第一检测器、第二检测器以及第三检测器,阻滞特征输入模块,包括:

[0014] 第一特征输入子模块,用于若左束支传导阻滞特征类型为I导联形态特征和/或

AVL导联形态特征,则将I导联形态特征和/或AVL导联形态特征输入至第一检测器;第二特征输入子模块,用于若左束支传导阻滞特征类型为V1导联形态特征,则将V1导联形态特征输入至第二检测器;第三特征输入子模块,用于若左束支传导阻滞特征类型为V5导联形态特征和/或V6导联形态特征,则将V5导联形态特征和/或V6导联形态特征输入至第三检测器。

[0015] 上述实施例中,不同导联的形态特征对应识别左束支传导阻滞会存在不同的检测标准,因此为不同导联的形态特征设置不同的独立检测器,使之针对性地进行特征识别、信号检测,大大提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0016] 在一个实施例中,阻滞特征输入模块,包括:

[0017] 导联特征输入子模块,用于若左束支传导阻滞特征类型为I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征,则将左束支传导阻滞特征输入至分类器。

[0018] 上述实施例中,将多个导联下的形态特征全部作为分类器的分析对象,避免单个导联的形态特征提取存在误差而影响信号类型的确定,使得左束支传导阻滞的检测结果可靠性更高。

[0019] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0020] 序列获取子模块,用于获取信号波形的Q波序列、R波序列和S波序列;特征获取子模块,用于根据S波序列、R波序列和Q波序列,获取左束支传导阻滞特征。

[0021] 上述实施例中,由于左束支传导阻滞特征可以反映出各种导联下的左束支传导阻滞波形特点,而左束支传导阻滞特征主要体现在于心电信号中的Q波、R波和S波中,因此在获取左束支传导阻滞特征之前,先获取上述心电波形序列,即可进一步分析得到由各个波形信号展现出的获取左束支传导阻滞特征,使左束支传导阻滞的检测有据可依,可实施性强。

[0022] 第二方面,提供了一种电子设备,其特征在于,包括:存储器、以及一个或多个处理器;

[0023] 所述存储器,用于存储一个或多个程序;

[0024] 在心电信号中,提取不同导联的信号波形;

[0025] 获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

[0026] 根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

[0027] 获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

[0028] 根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

[0029] 上述电子设备中,采用在不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征进行信号类型甄别,可以更准确、更全面地识别出左束支传导阻滞,避免因个体差异不同错将单导联异常

识别为左束支传导阻滞的情况,提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0030] 第三方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0031] 在心电信号中,提取不同导联的信号波形;

[0032] 获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

[0033] 根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

[0034] 获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

[0035] 根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

[0036] 上述计算机可读存储介质中,采用在不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征进行信号类型甄别,可以更准确、更全面地识别出左束支传导阻滞,避免因个体差异不同错将单导联异常识别为左束支传导阻滞的情况,提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

附图说明

[0037] 图1是本申请实施例一提供的一种多导联心电异常检测装置的结构示意图;

[0038] 图2是一个实施例的一种包含左束支传导阻滞特征心电信号的示意图;

[0039] 图3是一种P波、QRS波、T波、U波的信号波形的示意图;

[0040] 图4是本申请实施例二提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0042] 实施例一

[0043] 图1是本申请实施例二提供的一种多导联心电异常检测装置的结构示意图。参考图1,本实施例一提供的多导联心电异常检测装置具体包括:信号波形提取模块110、阻滞特征获取模块120、阻滞特征输入模块130、输出结果获取模块140以及信号类型确定模块150,其中:

[0044] 信号波形提取模块110,用于在心电信号中,提取不同导联的信号波形。

[0045] 具体地,可以利用多通道同步数据,采集人体心脏信号、背景噪声和心电信号。更具体地,首先,信号波形提取模块110可以通过心电导联和传感器采集心电信号,通过模拟电路对采集的心电信号进行阻抗匹配、过滤、放大等处理。然后,由模数转换器,将人体生理参数的模拟信号转化为数字信号。进一步地,通过低通滤波技术获取滤波后的心电信号。最后,通过小波变换技术从滤波后的心电信号中提取出信号波形。

[0046] 图2是一个实施例的一种包含左束支传导阻滞特征心电信号的示意图。由于在右束支传导正常的情况下,左心室去极化和右心室显着不一致,而这种心室去极化差异可体现在不同导联心电图的变化,因此针对不同导联的波形特点,会存在反映左束支传导阻滞的不同特征,包括如图2中所示的V1导联具有的“主导S波”、V6导联具有宽缺口“M”形R波等。

[0047] 除此之外,左束支传导阻滞的波形特征还包括有:(1)QRS持续时间>120ms;(2)V1导联中的显性S波(V1导联没有R波,S波深而宽);(3)I导联、AVL导联以及V5-V6导联中横向引线存在广泛的单相R波;(4)I导联、AVL导联以及V5-V6导联中横向引线没有Q波;(5)V5-V6导联中的R波峰值时间延长>60ms。

[0048] 因此,本发明提出了一种基于多导联心电信号(Electrocardiogram,ECG)的左束支阻滞检测装置,通过融合不同导联上的不同特征,一方面更加符合生理学测量依据,另一方面更适合实际应用场景,为检测左束支阻滞提供了很好的选择,可以运行在便携式心电图仪上。

[0049] 图3是一种P波、QRS波、T波、U波的信号波形的示意图。如图所示,以时间t作为X轴,电压V作为Y轴,构建一个XY坐标系,根据心电信号中在每个时间点 t_n 对应的电压 V_n ,生成心电信号的信号波形。

[0050] 阻滞特征获取模块120,用于获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种。

[0051] 其中,I导联形态特征可以反映为I导联的波形左束支阻滞特征,例如,QRS间期持续时间、R波概率密度、Q波幅值等;AVL导联形态特征可以反映为AVL导联的波形左束支阻滞特征,例如,QRS间期持续时间、R波概率密度、Q波幅值等;V1导联形态特征可以反映为V1导联的波形左束支阻滞特征,例如,S波持续时间、S波相对R波深度比值等;V5导联形态特征可以反映为V1导联的波形左束支阻滞特征,例如,QRS间期持续时间、R波概率密度、R波下一个延续上升波R'的R'波幅度等;V6导联形态特征可以反映为V1导联的波形左束支阻滞特征,例如,QRS间期持续时间、R波概率密度、R波下一个延续上升波R'的R'波幅度等。

[0052] 具体地,可以针对不同导联下的波形特点,获取不同导联的左束支传导阻滞特征,作为信号波形的左束支传导阻滞特征,既包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种。

[0053] 更具体地地,I导联形态特征和AVL导联形态特征包括QRS间期持续时间、R波序列密度偏度、Q波幅值和QR间期持续时间,则获取I导联、AVL导联形态特征的步骤可以是:令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列,ecg表示心电信号序列,QRS间期表示为 X_{QRS} ,则QRS间期持续时间 QRS_width 、R波序列密度偏度 $skew_f1$ 、Q波幅值 A_Q 和QR间期持续时间 QR_width 的计算公式如下所示:

[0054] $QRS_width = (X_S - X_Q) / fs$

[0055] $[f1, xi] = ksdensity(X_R)$

[0056] $kurt_f1 = kurtosis(f1)$

[0057] $skew_f1 = skewness(f1)$

[0058] $A_Q = ecg(X_Q)$

[0059] $QR_width = (X_R - X_Q) / fs$

[0060] 其中,在上述公式中, f_s 表示为采样频率, $ksdensity$ 为计算序列核密度估计的算子,用于求样本观测向量 x 的核密度估计, x_i 是在 x 取值范围内等间隔选取的100个点构成的向量, f_1 是与 x_i 相对应的核密度估计值向量。所用的核函数是Gaussian核函数; $skewness$ 、 $kurtosis$ 分别为计算序列偏度和峰度的算子。

[0061] 进一步地,V1导联形态特征包括RS间期深度比值、S波持续时间和QRS间期持续时间,则获取V1导联形态特征的步骤可以是:令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列, ecg 表示心电信号序列,QRS间期表示为 X_{QRS} ,则RS间期深度比值 SR_ratio 、S波持续时间 S_width 和QRS间期持续时间 QRS_width 的计算公式如下所示:

$$[0062] \quad S_depth = ecg(X_Q) - ecg(X_S)$$

$$[0063] \quad R_height = ecg(X_R) - ecg(X_Q)$$

$$[0064] \quad SR_ratio = S_depth / R_height$$

$$[0065] \quad S_width = ecg(X_S) - ecg(X_R)$$

$$[0066] \quad QRS_width = (X_S - X_Q) / f_s$$

[0067] 更进一步地,V5-V6导联形态特征包括QRS间期持续时间、R延续上升波幅度、RR延续间期时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间,则获取V5-V6导联形态特征的步骤可以是:令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列, ecg 表示心电信号序列,QRS间期表示为 X_{QRS} ,则QRS间期持续时间 QRS_width 、R波序列密度偏度 $skew_f_1$ 、Q波幅值 A_Q 、QR间期持续时间 QR_width 、R延续上升波幅度 $A_{R'}$ 、RR延续间期时间 RR'_width 的计算公式如下所示:

$$[0068] \quad QRS_width = (X_S - X_Q) / f_s$$

$$[0069] \quad [f_1, x_i] = ksdensity(X_R)$$

$$[0070] \quad kurt_f_1 = kurtosis(f_1)$$

$$[0071] \quad skew_f_1 = skewness(f_1)$$

$$[0072] \quad A_Q = ecg(X_Q)$$

$$[0073] \quad QR_width = (X_R - X_Q) / f_s$$

$$[0074] \quad A_{R'} = ecg(X_{R'})$$

$$[0075] \quad RR'_width = (X_{R'} - X_R) / f_s$$

[0076] 其中,在上述公式中, f_s 表示为采样频率, $ksdensity$ 为计算序列核密度估计的算子,用于求样本观测向量 x 的核密度估计, x_i 是在 x 取值范围内等间隔选取的100个点构成的向量, f_1 是与 x_i 相对应的核密度估计值向量。所用的核函数是Gaussian核函数; $skewness$ 、 $kurtosis$ 分别为计算序列偏度和峰度的算子, R' 波表示为R波的下一个上升波。

[0077] 阻滞特征输入模块130,用于根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器。

[0078] 其中,检测器可以是针对不同特征类型的左束支传导阻滞特征所设计的独立检测器。分类器可以是针对所有特征类型的左束支传导阻滞特征进行综合选择的综合决策分类器,例如,人工神经网络分类器、支持向量机分类器、逻辑回归分类器、 $xgboost$ 分类器、 $adboost$ 分类器以及K-近邻(KNN)分类器等。

[0079] 具体地,由于不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征不尽相同,因此对不同特

征类型的左束支传导阻滞特征设计有独立检测器,用以检测左束支传导阻滞,即将不同导联的左束支传导阻滞特征输入至各自的检测器中,通过检测器中的设计算法对左束支传导阻滞特征计算判断,进而根据判断结果作出左束支传导阻滞判断。同时,将不同导联左束支传导阻滞特征输入至各自独立的检测器之外,还可将所有导联的左束支传导阻滞输入至用于进行综合决策的分类器,以便根据各个特征类型下独立检测器的检测结果和综合决策分类器的分类结果,组合甄别以实现对左束支传导阻滞的判断。

[0080] 输出结果获取模块140,用于获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果。

[0081] 具体地,可分别获取不同导联检测器的检测结果,即获取由不同导联左束支传导阻滞特征检测分析的结果,以及获取由所有导联左束支传导阻滞特征检作为输入参数检测分类的分类结果。

[0082] 信号类型确定模块150,用于根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

[0083] 具体地,心电信号的信号类型需结合检测结果与分类结果进行判断,即结合综合决策分类器和不同特征类型下独立检测器进行最终的左束支传导阻滞识别,根据结果确定检测样本的信号类型。

[0084] 本申请实施例提供的多导联心电异常检测装置,由于左束支传导阻滞特征可以反映出各种导联下的左束支传导阻滞波形特点,因此考虑采用在不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征进行信号类型甄别,可以更准确、更全面地识别出左束支传导阻滞,避免因个体差异不同错将单导联异常识别为左束支传导阻滞的情况,提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0085] 在一个实施例中,检测器包括第一检测器、第二检测器以及第三检测器,阻滞特征输入模块,包括:

[0086] 第一特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征,则将所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征输入至所述第一检测器;第二特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述V1导联形态特征,则将所述V1导联形态特征输入至所述第二检测器;第三特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征,则将所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征输入至所述第三检测器。

[0087] 其中,第一检测器、第二检测器以及第三检测器可以是分别针对不同特征类型的左束支传导阻滞特征进行结果检测的独立检测器。

[0088] 具体地,由于左束支传导阻滞反映在不同导联波形中所体现的特征点不同,例如,左束支传导阻滞可在I导联或AVL导联波形中体现出QRS持续时间大于120ms的特点,在V1导联波形中体现出显性S波(S波宽大且深)的特点,或是在V5或V6导联波形中体现出Q波消失的特点,分析不同导联左束支传导阻滞特征的同异性可知,为增强左束支传导阻滞的检测准确率,需针对不同导联设计不同的检测器,以便根据不同导联左束支传导阻滞特征输出检测结果,即分析由于I导联和AVL导联波形所体现的左束支传导阻滞特征相同,则将该两种导联中所提取的左束支传导阻滞特征输入至同一个检测器,则V1导联同样具有一个独立

的检测器,V5和V6导联具有相同的第三检测器。

[0089] 上述实施例中,不同导联的形态特征对应识别左束支传导阻滞会存在不同的检测标准,因此为不同导联的形态特征设置不同的独立检测器,使之针对性地进行特征识别、信号检测,大大提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0090] 在一个实施例中,阻滞特征输入模块,包括:

[0091] 导联特征输入子模块,用于若所述特征类型为所述I导联形态特征、所述AVL导联形态特征、所述V1导联形态特征、所述V5导联形态特征以及所述V6导联形态特征,则将所述左束支传导阻滞特征输入至所述分类器。

[0092] 具体地,分类器作用于所有导联的左束支传导阻滞特征,即包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征。

[0093] 进一步地,I导联形态特征、AVL导联形态特征包括I导联和AVL导联的QRS间期持续时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;V1导联形态特征包括V1导联的RS间期深度比值、S波持续时间和QRS间期持续时间;V5导联形态特征、V6导联形态特征包括V5导联和V6导联的QRS间期持续时间、R延续上升波幅度、RR延续间期时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间。

[0094] 由于上述特征数量较多导致计算量较大,因此分类器在输出分类结果前,需进行特征选择和降维。

[0095] 通过上述步骤我们得到的特征量共21维特征,特征的维度较大且含有线性相关的输入项,因此考虑进行特征选择和降维。采用ANOVA分析和F检验,进行特征选择和降维,选取较为显著的特征,该分析计算过程如下:

[0096] Step1:假设放松度Y与输入的各个特征X满足 $Y = X\beta + \epsilon$,基于此假设对X与Y做线性回归分析,可以得到方差表,如下表一所示:

[0097] The Analysis of variance (ANOVA) table for the simple linear regression is:

[0098]

Source of Variance	Df	Sum of Squares	Mean Squares	Expected Mean Squares
Regression	1	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	$MSR = \frac{SSR}{1}$	$\sigma^2 + \beta_1^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$
Error	n-2	$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	$MSE = \frac{SSE}{n-2}$	σ^2
Total	n-1	$SSTO = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$		

[0099] 表1方差结果表

[0100] 其中,SSR是拟合值与期望的平方和,SSE是原值与拟合值的平方和,SSTO是原值与期望的平方和。

[0101] Step2:根据方差分析的结果,可以计算得到显著性指标 $F = MSR/MSE$ 。

[0102] Step3: 设定显著性指标F的阈值Fmin, 选取输入特征X中 $F > F_{min}$ 的n维指标(最为显著的指标), 形成新的特征量XD。

[0103] 将新的特征参数XD输入到参数为初始值的二分类决策树中, 根据输入的心电特征参数, 通过训练样本建立决策树分类模型, 并作用于测试样本输出检测结果, 实现左束支阻滞检测。

[0104] 上述实施例中, 将多个导联下的形态特征全部作为分类器的分析对象, 避免单个导联的形态特征提取存在误差而影响信号类型的确定, 使得左束支传导阻滞的检测结果的可靠性更高。

[0105] 在一个实施例中, 检测结果包括I导联检测结果、AVL导联检测结果、V1导联检测结果、V5导联检测结果以及V6导联检测结果; 信号类型确定模块, 包括:

[0106] 数量统计子模块, 用于在所述分类结果、所述I导联检测结果、所述AVL导联检测结果、所述V1导联检测结果、所述V5导联检测结果以及所述V6导联检测结果中, 统计相匹配结果的结果数量; 所述相匹配结果包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞; 第一类型确定子模块, 用于若所述左束支传导阻滞的结果数量大于所述非左束支传导阻滞的结果数量, 则确定所述左束支传导阻滞作为所述心电信号的信号类型; 第二类型确定子模块, 用于若所述左束支传导阻滞的结果数量小于所述非左束支传导阻滞的结果数量, 则确定所述非左束支传导阻滞作为所述心电信号的信号类型。

[0107] 其中, 结果数量是指相同信号类型的结果数量, 例如, 在5种导联检测结果中, 存在3种导联检测结果均为“左束支传导阻滞”、2种导联检测结果为“非左束支传导阻滞”, 则“左束支传导阻滞”的结果数量为3, “非左束支传导阻滞”的结果数量为2。

[0108] 具体地, 确定心电信号的信号类型, 不仅需判断五种导联的检测结果, 还需结果分类结果, 即组合6种结果一同判断心电信号的信号类型, 即统计以结果数量最多的类型作为最终心电信号的信号类型。

[0109] 上述实施例中, 各个独立检测器依据各导联下的形态特征进行分析, 并输出得到各导联下的检测结果之后, 将统计相同检测结果的结果数量, 以此判定检测结果存在相同数量多的即为心电信号的信号类型。相对独立检测器所检测的结果而言, 该统计判定的方式进一步增强了对最终信号类型确定的可靠性。

[0110] 在一个实施例中, 阻滞特征获取模块, 包括:

[0111] 序列获取子模块, 用于获取所述信号波形的Q波序列、R波序列和S波序列; 特征获取子模块, 用于根据所述S波序列、所述R波序列和所述Q波序列, 获取所述左束支传导阻滞特征。

[0112] 具体地, 左束支传导阻滞的特征体现在心电图不同波形的特征, 包括Q波、R波以及S波, 在提取左束支传导阻滞特征之前, 可通过获取Q波序列、R波序列和S波序列, 分析计算出能够反映左束支传导阻滞的特征。

[0113] 上述实施例中, 由于左束支传导阻滞特征可以反映出各种导联下的左束支传导阻滞波形特点, 而左束支传导阻滞特征主要体现于心电信号中的Q波、R波和S波中, 因此在获取左束支传导阻滞特征之前, 先获取上述心电波形序列, 即可进一步分析得到由各个波形信号展现出的获取左束支传导阻滞特征, 使左束支传导阻滞的检测有据可依, 可实施性强。

[0114] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0115] 第一序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取S波序列;第一分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述S波序列与所述Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;第一时间计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;第一特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,确定所述QRS间期持续时间,作为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征。

[0116] 具体地,QRS间期持续时间是I导联、AVL导联、V1导联、V5导联以及V6导联中均能分析提取到的,能够反映左束支传导阻滞的一种特征,其获取方式包括:令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列,ecg表示心电信号序列,则QRS间期持续时间的计算公式如下所示:

$$[0117] \quad \text{QRS_width} = (X_S - X_Q) / f_s$$

[0118] 其中, f_s 表示为采样频率, X_S 、 X_Q 分别为S波与Q波的序列。

[0119] 上述实施例中,由于在I导联与AVL导联下,左束支传导阻滞的波形特点与Q波和S波有关,因此在获取左束支传导阻滞特征之前,对Q波和S波进行获取分析,即可得到相关联的左束支传导阻滞特征,采用该方式可具体分析出I导联与AVL导联可能存在的左束支传导阻滞特征,有效提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0120] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0121] 第二序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时获取R波序列;第一核密度计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时计算所述R波序列的核密度,得到R波序列核密度;第一偏度值计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时计算所述R波序列核密度的偏度值,得到R波序列密度偏度;第二特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时确定所述R波序列密度偏度,作为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征。

[0122] 具体地,R波序列密度偏度是I导联、AVL导联、V5导联以及V6导联中均能分析提取到的,能够反映左束支传导阻滞的一种特征,其获取方式包括:令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列,ecg表示心电信号序列,则R波序列密度偏度的计算公式如下所示:

$$[0123] \quad [f1, xi] = \text{ksdensity}(X_R)$$

$$[0124] \quad \text{skew_f1} = \text{skewness}(f1)$$

[0125] 其中,ksdensity为计算序列核密度估计的算子,用于求样本观测向量 x 的核密度估计, xi 是在 x 取值范围内等间隔选取的100个点构成的向量, $f1$ 是与 xi 相对应的核密度估计值向量。所用的核函数是Gaussian核函数;skewness、为计算序列偏度的算子。

[0126] 上述实施例中,由于在I导联与AVL导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有很多,因此对各波形参数进行分析以确定特征,可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0127] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0128] 第三序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取R波序列;第二分子计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述R波序列与所述Q波序列的差值,得到QR间期波宽分子;特征计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述QR间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QR间期持续时间,以及,计算所述Q波序列的Q波信号序列,得到Q波幅值;第三特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,确定所述Q波幅值和所述QR间期持续时间,作为所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征。

[0129] 具体地,Q波幅值和QR间期持续时间是I导联、AVL导联、V5导联以及V6导联中均能分析提取到的,能够反映左束支传导阻滞的一种特征,其获取方式包括:令X_P、X_Q、X_R、X_S和X_T分别表示P、Q、R、S和T波的序列,ecg表示心电信号序列,则Q波幅值和QR间期持续时间的计算公式分别如下所示:

$$[0130] \quad A_Q = \text{ecg}(X_Q)$$

$$[0131] \quad QR_width = (X_R - X_Q) / f_s$$

[0132] 其中,ecg(X_Q)表示为Q波信号序列,f_s表示为采样频率。

[0133] 上述实施例中,由于在I导联与AVL导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有很多,因此对各波形参数进行分析以确定特征,可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0134] 在一个实施例中,输出结果获取模块,包括:

[0135] 第一参数提取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,提取所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征中的QRS间期持续时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;参数分母计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述R波序列密度偏度、所述Q波幅值、所述QR间期持续时间的和值,得到综合指标参数分母;第一参数计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,计算所述QRS间期持续时间与所述综合指标参数分母的比值,得到第一综合指标参数;第一结果获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,根据所述第一综合指标参数,获取所述检测结果。

[0136] 具体地,在I导联或是在AVL导联中提取到特征:QRS间期持续时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间之后,将设计一种自适应阈值检测器,利用自适应阈值检测器中的预设阈值判断特征是否符合左束支传导阻滞的确定条件,具体如下:

[0137] 基于I导联或AVL导联出现左束支传导阻滞的波形特点可知,该波形存在左束支传导阻滞情况时,心电图将出现QRS持续时间大于120ms、单相R波、双向的波偏度更大等情况,QRS持续时间越长、Q波幅值越小,QR持续时间越小,左束支阻滞出现的可能性越大,则当检测到的第一综合指标参数Z_I_AVL_q值大于预设阈值Z_I_AVLD_q时,即可确定该段信号为左束支传导阻滞,反之则确定该段信号为非左束支传导阻滞,具体的,计算公式如下:

$$[0138] \quad Z_I_AVL = QRS_width / (\text{skew_fl} + A_Q + QR_width)$$

[0139] 其中, Z_I_AVL 的初始阈值为 $Z_I_AVLD_0$,该初始阈值为大量实验所得经验参数, $Z_I_AVLD_q$ 表示为 Z_I_AVL 的第 q 个阈值,在实际应用中,计算得到第一综合指标参数 Z_I_AVL 后,可根据与其对应顺序阈值之间的大小关系比较,来获取检测器输出的检测结果。

[0140] 上述实施例中,I导联与AVL导联中所提取到的各个形态特征,均可作为左束支传导阻滞的判定因素,但将其所有结合作为一个综合指标参数,可通过对综合指标参数的数值大小来判定当前出现的特征是否为左束支传导阻滞特征,进而有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0141] 在一个实施例中,第一结果获取子模块,具体用于:

[0142] 确定第一综合指标参数的历史获取数量;根据历史获取数量,将第一综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;当第一综合指标参数大于综合指标阈值时,确定检测结果为左束支传导阻滞。

[0143] 其中,历史获取数量可以是第一综合指标参数的已获取数量,例如,3、5、7等。

[0144] 具体地,将第一综合指标参数与其顺序对应的综合指标阈值进行比较,首先需确定当前第一综合指标参数的获取次序,进而获取相同次序对应的综合指标阈值,随即比较两者大小,若第一综合指标参数大于综合指标阈值,则可确定检测器输出的检测结果为左束支传导阻滞。综合指标阈值的更新公式如下:

[0145] $Z_I_AVLD_{q+1} = \lambda_1 Z_I_AVLD_q + \mu_1 Z_I_AVLD_{q-1}$

[0146] 其中, $Z_I_AVLD_{q+1}$ 表示为第一综合指标参数 Z_I_AVL 的第 $q+1$ 个阈值、 $Z_I_AVLD_q$ 表示为第一综合指标参数 Z_I_AVL 的第 q 个阈值、 $Z_I_AVLD_{q-1}$ 表示为第一综合指标参数 Z_I_AVL 的第 $q-1$ 个阈值, λ_1 表示为固定参数0.85、 μ_1 表示为固定参数0.15。需要说明的是,第一综合指标参数 $Z_I_AVL_q$ 中的顺序 q 与综合指标阈值 $Z_I_AVLD_q$ 中的顺序 q 一致。

[0147] 上述实施例中,提出根据每个综合指标参数的历史获取数量来设置对应需匹配的综合指标阈值,该综合指标阈值的作用在于可应用于上述多个实施例中的“自适应阈值检测器”,“自适应”匹配各综合指标参数对应的阈值,由此提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0148] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0149] 第四序列获取子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,获取Q波序列、S波序列以及R波序列;第一序列确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,确定所述Q波序列的Q波信号序列,以及,确定所述S波序列的S波信号序列,以及,确定所述R波序列的R波信号序列;间期深高计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述R波信号序列与所述Q波信号序列的差值,得到QR间期高度,以及,计算所述Q波信号序列与所述S波信号序列的差值,得到QS间期深度;深度比值计算子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,计算所述QS间期深度与所述QR间期高度的比值,得到RS间期深度比值;第四特征确定子模块,用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,确定所述RS间期深度比值,作为所述V1导联形态特征。

[0150] 具体地,RS间期深度比值是V1导联波形中可提取到的、能够反映左束支传导阻滞的一种特征,其获取方式包括:令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列,ecg表示心电信号序列,则RS间期深度比值的计算公式分别如下所示:

[0151] $S_depth = ecg(X_Q) - ecg(X_S)$

[0152] $R_height = ecg(X_R) - ecg(X_Q)$

[0153] $SR_ratio = S_depth / R_height$

[0154] 其中, $ecg(X_Q)$ 表示为Q波信号序列, $ecg(X_R)$ 表示为R波信号序列, $ecg(X_S)$ 表示为S波信号序列, 则计算所得QS间期深度 S_depth 与QR间期高度 R_height 的比值即为RS间期深度比值 SR_ratio 。

[0155] 上述实施例中, 由于在V1导联下, 左束支传导阻滞的波形特点与Q波、S波和R波有关, 因此在获取左束支传导阻滞特征之前, 对QRS波进行获取分析, 即可得到相关联的左束支传导阻滞特征, 采用该方式可具体分析出V1导联可能存在的左束支传导阻滞特征, 有效提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0156] 在一个实施例中, 阻滞特征获取模块, 包括:

[0157] 第五序列获取子模块, 用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时, 获取S波序列, 以及, 获取R波序列; 第二序列确定子模块, 用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时, 确定所述R波序列的R波信号序列, 以及, 确定所述S波序列的S波信号序列; 第二时间计算子模块, 用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时, 计算所述S波信号序列与所述R波信号序列的差值, 得到S波持续时间; 第五特征确定子模块, 用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时, 确定所述S波持续时间, 作为所述V1导联形态特征。

[0158] 具体地, S波持续时间是V1导联波形中可提取到的、能够反映左束支传导阻滞的一种特征, 其获取方式包括: 令 X_P 、 X_Q 、 X_R 、 X_S 和 X_T 分别表示P、Q、R、S和T波的序列, ecg 表示心电信号序列, 则RS间期深度比值的计算公式分别如下所示:

[0159] $S_width = ecg(X_S) - ecg(X_R)$

[0160] 其中, $ecg(X_R)$ 表示为R波信号序列, $ecg(X_S)$ 表示为S波信号序列。

[0161] 上述实施例中, 由于在V1导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有很多, 因此对各波形参数进行分析以确定特征, 可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0162] 在一个实施例中, 阻滞特征获取模块, 包括:

[0163] 第六序列获取子模块, 用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时, 获取Q波序列, 以及, 获取S波序列; 第三分子计算子模块, 用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时, 计算所述S波序列与所述Q波序列的差值, 得到QRS间期波宽分子; 第三时间计算子模块, 用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时, 计算所述QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值, 得到QRS间期持续时间; 第六特征确定子模块, 用于当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时, 确定所述QRS间期持续时间, 作为所述V1导联形态特征。

[0164] 具体实现中, QRS间期持续时间的计算方法及公式已于上述针对I导联、AVL导联中的相应实施例进行过详细描述, 在此不再赘述。

[0165] 上述实施例中, 由于在V1导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有很多, 因此对各波形参数进行分析以确定特征, 可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0166] 在一个实施例中, 输出结果获取模块, 包括:

[0167] 第二参数提取子模块, 用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时, 提取所述V1导联形态特征中的RS间期深度比值、S波持续时间和QRS间期持续时间; 第四分子计

算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时,计算所述QRS间期持续时间、所述RS间期深度比值、所述S波持续时间的和值,得到第二综合指标参数分子;第二参数计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时,计算所述第二综合指标参数分子与预设数值的比值,得到第二综合指标参数;第二结果获取子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V1导联形态特征时,根据所述第二综合指标参数,获取所述检测结果。

[0168] 其中,预设数值可以是根据实际情况设置的自然数,例如,3、5、7等。

[0169] 具体地,在V1导联中提取到特征:QRS间期深度比值、S波持续时间和QRS间期持续时间之后,将利用自适应阈值检测器,来检测左束支传导阻滞。

[0170] 其中,基于V1导联出现左束支传导阻滞的波形特点可知,该波形存在左束支传导阻滞情况时,心电图将出现QRS持续时间大于120ms、显性S波、S波宽大且深等情况,QRS持续时间越长、S波越深越宽,则左束支阻滞出现的可能性越大,则当检测到的第二综合指标参数 Z_V1_q 值大于预设阈值 Z_V1D_q 时,即可确定该段信号为左束支传导阻滞,反之则确定该段信号为非左束支传导阻滞,具体的,计算公式如下:

$$[0171] \quad Z_V1 = \frac{QRS_width + SR_ratio + S_width}{3}$$

[0172] 其中, Z_V1 的初始阈值为 Z_V1D_0 ,该初始阈值为大量实验所得经验参数, Z_V1D_q 表示为 Z_V1 的第 q 个阈值,在实际应用中,计算得到第二综合指标参数 Z_V1 后,可根据与其对应顺序阈值之间的大小关系比较,来获取检测器输出的检测结果。

[0173] 上述实施例中,V1导联中所提取到的各个形态特征,均可作为左束支传导阻滞的判定因素,但将其所有结合作为一个综合指标参数,可通过对综合指标参数的数值大小来判定当前出现的特征是否为左束支传导阻滞特征,进而有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0174] 在一个实施例中,第二结果获取子模块,具体用于:

[0175] 确定第二综合指标参数的历史获取数量;根据历史获取数量,将第二综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;当第二综合指标参数大于综合指标阈值时,确定检测结果为左束支传导阻滞。

[0176] 具体地,将第二综合指标参数与其顺序对应的综合指标阈值进行比较,首先需确定当前第二综合指标参数的获取次序,进而获取相同次序对应的综合指标阈值,随即比较两者大小,若第二综合指标参数大于综合指标阈值,则可确定检测器输出的检测结果为左束支传导阻滞。综合指标阈值的更新公式如下:

$$[0177] \quad Z_VID_{q+1} = \lambda_2 Z_VID_q + \mu_2 Z_VID_{q-1}$$

[0178] 其中, Z_V1D_{q+1} 表示为第二综合指标参数 Z_V1 的第 $q+1$ 个阈值、 Z_V1D_q 表示为第二综合指标参数 Z_V1 的第 q 个阈值、 Z_V1D_{q-1} 表示为第二综合指标参数 Z_V1 的第 $q-1$ 个阈值, λ_2 表示为固定参数0.8、 μ_1 表示为固定参数0.2。需要说明的是,第二综合指标参数 Z_V1_q 中的顺序 q 与综合指标阈值 Z_V1D_q 中的顺序 q 一致。

[0179] 上述实施例中,提出根据每个综合指标参数的历史获取数量来设置对应需匹配的综合指标阈值,该综合指标阈值的作用在于可应用于上述多个实施例中的“自适应阈值检测器”,“自适应”匹配各综合指标参数对应的阈值,由此提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0180] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0181] 第七序列获取子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取S波序列;第五分子计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述S波序列与所述Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;第四时间计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;第七特征确定子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,确定所述QRS间期持续时间,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征。

[0182] 具体地,QRS间期持续时间的计算方式及相应公式已于上述针对I导联、AVL导联、以及V1导联中的相应实施例进行过详细描述,在此不再赘述。

[0183] 上述实施例中,由于在V5导联与V6导联下,左束支传导阻滞的波形特点与Q波和S波有关,因此在获取左束支传导阻滞特征之前,对Q波和S波进行获取分析,即可得到相关联的左束支传导阻滞特征,采用该方式可具体分析出V5导联与V6导联可能存在的左束支传导阻滞特征,有效提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0184] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0185] 第八序列获取子模块,用于,当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,获取R波序列;第二核密度计算子模块,用于,当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述R波序列的核密度,得到R波序列核密度;第二偏度值计算子模块,用于,当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述R波序列核密度的偏度值,得到R波序列密度偏度;第八特征确定子模块,用于,当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,确定所述R波序列密度偏度,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征。

[0186] 具体地,R波序列密度偏度的计算方式及相应公式已于上述针对I导联、AVL导联中的相应实施例进行过详细描述,在此不再赘述。

[0187] 上述实施例中,由于在V5导联与V6导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有很多,因此对各波形参数进行分析以确定特征,可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0188] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块还用于:

[0189] 第九序列获取子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,获取Q波序列,以及,获取R波序列;第六分子计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述R波序列与所述Q波序列的差值,得到QR间期波宽分子;第五时间计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述QR间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QR间期持续时间,以及,确定所述Q波序列的Q波信号序列,作为Q波幅值;第九特征确定子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,确定所述Q波幅值和所述QR间期持续时间,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征。

[0190] 具体地,Q波幅值和QR间期持续时间的计算方式及相应公式已于上述针对I导联、AVL导联中的相应实施例进行过详细描述,在此不再赘述。

[0191] 上述实施例中,由于在V5导联与V6导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有

很多,因此对各波形参数进行分析以确定特征,可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0192] 在一个实施例中,阻滞特征获取模块,包括:

[0193] 第十序列获取子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,获取R波序列;第三序列确定子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,确定所述R波序列的R延续上升波序列;第七分子计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述R延续上升波序列与所述R波序列的差值,得到RR延续间期分子;第六时间计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述RR延续间期分子与预设采样频率的比值,得到RR延续间期时间;第十特征确定子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,确定所述RR延续间期时间与R延续上升波幅度,作为所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征;所述R延续上升波幅度为所述R延续上升波序列的R延续上升波信号序列。

[0194] 其中,R延续上升波序列可以是在心电图,出现在R波之后的一个上升波的波序列,例如,R延续上升波为R',R延续上升波序列为X_R'。

[0195] 具体地,RR延续间期时间与R延续上升波幅度是V5-V6导联波形中可提取到的、能够反映左束支传导阻滞的特征,其获取方式包括:令X_P、X_Q、X_R、X_S和X_T分别表示P、Q、R、S和T波的序列,ecg表示心电信号序列,则RR延续间期时间与R延续上升波幅度的计算公式分别如下所示:

$$[0196] \quad RR'_{width} = (X_{R'} - X_R) / fs$$

$$[0197] \quad A_{R'} = ecg(X_{R'})$$

[0198] 其中,X_R表示为R波序列,X_R'表示为R'波信号序列,ecg(X_R')表示为R延续上升波信号序列,fs表示为采样频率。

[0199] 上述实施例中,由于在V5导联与V6导联下可能构成左束支传导阻滞特征的因素有很多,因此对各波形参数进行分析以确定特征,可有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0200] 在一个实施例中,输出结果获取模块,包括:

[0201] 第三参数提取子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,提取所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征中的QRS间期持续时间、R延续上升波幅度、RR延续间期时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;第八分子计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述R波序列密度偏度、所述Q波幅值、所述QR间期持续时间的和值,得到第三综合指标参数分母,以及,计算所述QRS间期持续时间、所述R延续上升波幅度、所述RR延续间期时间的和值,得到第三综合指标参数分子;第三参数计算子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,计算所述第三综合指标参数分子与所述第三综合指标参数分母的比值,得到第三综合指标参数;第三结果获取子模块,用于当左束支传导阻滞特征包括V5导联形态特征和/或V6导联形态特征时,根据所述第三综合指标参数,获取所述检测结果。

[0202] 其中,基于V5-V6导联出现左束支传导阻滞的波形特点可知,该波形存在左束支传导阻滞情况时,心电图将出现QRS持续时间大于120ms、单相R波、双向的波偏度更大等情况,QRS持续时间越长、Q波幅值越小,QR持续时间越小,R'波的幅度A_R'越大,RR'间期的持续时

间越长,则左束支阻滞出现的可能性越大,则本实施例提出一种利用预设阈值进行信号检测的方式,即当检测到的第三综合指标参数 $Z_V5_V6_q$ 值大于预设阈值 $Z_V5_V6D_q$ 时,即可确定该段信号为左束支传导阻滞,反之则确定该段信号为非左束支传导阻滞,该检测方式可应用于自适应阈值检测器,“自适应阈值”的具体设定体现在于不同特征类型的选取,具体的,计算公式如下:

$$[0203] \quad Z_V5_V6 = (\text{QRS_width} + A_R' + \text{RR}'_width) / (\text{skew_fl} + A_Q + \text{QR_width})$$

[0204] 其中, Z_V5_V6 的初始阈值为 $Z_V5_V6D_0$,该初始阈值为大量实验所得经验参数, $Z_V5_V6D_q$ 表示为 Z_V5_V6 的第 q 个阈值,在实际应用中,计算得到第三综合指标参数 Z_V5_V6 后,可根据与其对应顺序阈值之间的大小关系比较,来获取检测器输出的检测结果。

[0205] 上述实施例中, $V5$ 导联与 $V6$ 导联中所提取到的各个形态特征,均可作为左束支传导阻滞的判定因素,但将其所有结合作为一个综合指标参数,可通过对综合指标参数的数值大小来判定当前出现的特征是否为左束支传导阻滞特征,进而有效提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0206] 在一个实施例中,第三结果获取子模块,具体用于:

[0207] 确定第三综合指标参数的历史获取数量;根据历史获取数量,将第三综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;当第三综合指标参数大于综合指标阈值时,确定检测结果为左束支传导阻滞。

[0208] 其中,历史获取数量可以是第三综合指标参数的已获取数量,例如,3、5等。

[0209] 具体地,将第三综合指标参数与其顺序对应的综合指标阈值进行比较,首先需确定当前第三综合指标参数的获取次序,进而获取相同次序对应的综合指标阈值,随即比较两者大小,若第三综合指标参数大于综合指标阈值,则可确定检测器输出的检测结果为左束支传导阻滞。综合指标阈值的更新公式如下:

$$[0210] \quad Z_V5_V6D_{q+1} = \lambda_3 Z_V5_V6D_q + \mu_3 Z_V5_V6D_{q-1}$$

[0211] 其中, $Z_V5_V6D_{q+1}$ 表示为第三综合指标参数 Z_V5_V6 的第 $q+1$ 个阈值、 $Z_V5_V6D_q$ 表示为第三综合指标参数 Z_V5_V6 的第 q 个阈值、 $Z_V5_V6D_{q-1}$ 表示为第三综合指标参数 Z_V5_V6 的第 $q-1$ 个阈值, λ_3 表示为固定参数0.85、 μ_3 表示为固定参数0.15。需要说明的是,第三综合指标参数 $Z_V5_V6_q$ 中的顺序 q 与综合指标阈值 $Z_V5_V6D_q$ 中的顺序 q 一致。

[0212] 上述实施例中,提出根据每个综合指标参数的历史获取数量来设置对应需匹配的综合指标阈值,该综合指标阈值的作用在于可应用于上述多个实施例中的“自适应阈值检测器”,“自适应”匹配各综合指标参数对应的阈值,由此提升左束支传导阻滞检测的准确性。

[0213] 在一个实施例中,分类器包括人工神经网络分类器、支持向量机分类器、逻辑回归分类器、xgboost分类器、adboost分类器以及K-近邻(KNN)分类器中的至少一种。

[0214] 上述实施例中,提供了多种分类器可应用于本申请用以获取分类结果,增强了多导联心电图异常检测装置的可实施性。

[0215] 本申请实施例提供的技术方案,由于不同导联的左束支传导阻滞特征可以准确反映左束支阻滞,根据不同导联下的多个左束支传导阻滞特征共同进行信号类型分类,可以更准确地识别出左束支传导阻滞,避免因个体差异不同错将单导联异常识别为左束支传导阻滞的情况,提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

[0216] 实施例二

[0217] 图4是本申请实施例二提供的一种电子设备的结构示意图。如图中所示,该电子设备包括:处理器40、存储器41、具有触摸功能的显示屏42、输入装置43、输出装置44以及通信装置45。该电子设备中处理器40的数量可以是一个或者多个,图中以一个处理器40为例。该电子设备中存储器41的数量可以是一个或者多个,图中以一个存储器41为例。该电子设备的处理器40、存储器41、显示屏42、输入装置43、输出装置44以及通信装置45可以通过总线或者其他方式连接,图中以通过总线连接为例。实施例中,电子设备可以是电脑,手机,平板,投影仪或交互智能平板等。实施例中,以电子设备为交互智能平板为例,进行描述。

[0218] 存储器41作为一种计算机可读存储介质,可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块,如本申请任意实施例所述的多导联心电图异常检测方法对应的程序指令/模块。存储器41可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序;存储数据区可存储根据设备的使用所创建的数据等。此外,存储器41可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实例中,存储器41可进一步包括相对于处理器40远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0219] 显示屏42为具有触摸功能的显示屏42,其可以是电容屏、电磁屏或者红外屏。一般而言,显示屏42用于根据处理器40的指示显示数据,还用于接收作用于显示屏42的触摸操作,并将相应的信号发送至处理器40或其他装置。可选的,当显示屏42为红外屏时,其还包括红外触摸框,该红外触摸框设置在显示屏42的四周,其还可以用于接收红外信号,并将该红外信号发送至处理器40或者其他设备。

[0220] 通信装置45,用于与其他设备建立通信连接,其可以是有线通信装置和/或无线通信装置。

[0221] 输入装置43可用于接收输入的数字或者字符信息,以及产生与电子设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入,还可以是用于获取图像的摄像头以及获取音频数据的拾音设备。输出装置44可以包括扬声器等音频设备。需要说明的是,输入装置43和输出装置44的具体组成可以根据实际情况设定。

[0222] 处理器40通过运行存储在存储器41中的软件程序、指令以及模块,从而执行设备的各种功能应用及数据处理,即实现上述的多导联心电图异常检测方法。

[0223] 具体的,实施例中,处理器40执行存储器41中存储的一个或多个程序时,具体实现如下操作:

[0224] 在心电信号中,提取不同导联的信号波形;

[0225] 获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

[0226] 根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

[0227] 获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述

分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果；

[0228] 根据所述检测结果和所述分类结果，确定所述心电信号的信号类型；所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

[0229] 在上述实施例的基础上，所述检测器包括第一检测器、第二检测器以及第三检测器，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0230] 若左束支传导阻滞特征类型为I导联形态特征和/或AVL导联形态特征，则将I导联形态特征和/或AVL导联形态特征输入至第一检测器；若左束支传导阻滞特征类型为V1导联形态特征，则将V1导联形态特征输入至第二检测器；若左束支传导阻滞特征类型为V5导联形态特征和/或V6导联形态特征，则将V5导联形态特征和/或V6导联形态特征输入至第三检测器。

[0231] 在上述实施例的基础上，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0232] 若左束支传导阻滞特征类型为I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征，则将左束支传导阻滞特征输入至分类器。

[0233] 在上述实施例的基础上，所述检测结果包括I导联检测结果、AVL导联检测结果、V1导联检测结果、V5导联检测结果以及V6导联检测结果，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0234] 在所述分类结果、所述I导联检测结果、所述AVL导联检测结果、所述V1导联检测结果、所述V5导联检测结果以及所述V6导联检测结果中，统计相匹配结果的结果数量；相匹配结果包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞；若左束支传导阻滞的结果数量大于非左束支传导阻滞的结果数量，则确定左束支传导阻滞，作为心电信号的信号类型；若左束支传导阻滞的结果数量小于非左束支传导阻滞的结果数量，则确定非左束支传导阻滞，作为心电信号的信号类型。

[0235] 在上述实施例的基础上，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0236] 获取信号波形的Q波序列、R波序列和S波序列；根据S波序列、R波序列和Q波序列，获取左束支传导阻滞特征。

[0237] 在上述实施例的基础上，当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0238] 获取Q波序列，以及，获取S波序列；计算S波序列与Q波序列的差值，得到QRS间期波宽分子；计算QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值，得到QRS间期持续时间；确定QRS间期持续时间，作为I导联形态特征和/或AVL导联形态特征。

[0239] 在上述实施例的基础上，当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0240] 获取R波序列；计算R波序列的核密度，得到R波序列核密度；计算R波序列核密度的偏度值，得到R波序列密度偏度；确定R波序列密度偏度，作为I导联形态特征和/或AVL导联形态特征。

[0241] 在上述实施例的基础上，当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时，一个或多个处理器40还实现如下操作：

[0242] 获取Q波序列，以及，获取R波序列；计算R波序列与Q波序列的差值，得到QR间期波宽分子；计算QR间期波宽分子与预设采样频率的比值，得到QR间期持续时间，以及，计算Q波

序列的Q波信号序列,得到Q波幅值;确定Q波幅值和QR间期持续时间,作为I导联形态特征和/或AVL导联形态特征。

[0243] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述I导联形态特征和/或所述AVL导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0244] 提取I导联形态特征和/或AVL导联形态特征中的QRS间期持续时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;计算R波序列密度偏度、Q波幅值、QR间期持续时间的和值,得到综合指标参数分母;计算QRS间期持续时间与综合指标参数分母的比值,得到第一综合指标参数;根据第一综合指标参数,获取检测结果。

[0245] 在上述实施例的基础上,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0246] 确定第一综合指标参数的历史获取数量;根据历史获取数量,将第一综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;当第一综合指标参数大于综合指标阈值时,确定检测结果为左束支传导阻滞。

[0247] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0248] 获取Q波序列、S波序列以及R波序列;确定Q波序列的Q波信号序列,以及,确定S波序列的S波信号序列,以及,确定R波序列的R波信号序列;计算R波信号序列与Q波信号序列的差值,得到QR间期高度,以及,计算Q波信号序列与S波信号序列的差值,得到QS间期深度;计算QS间期深度与QR间期高度的比值,得到RS间期深度比值;确定RS间期深度比值,作为V1导联形态特征。

[0249] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0250] 获取S波序列,以及,获取R波序列;确定R波序列的R波信号序列,以及,确定S波序列的S波信号序列;计算S波信号序列与R波信号序列的差值,得到S波持续时间;确定S波持续时间,作为V1导联形态特征。

[0251] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0252] 获取Q波序列,以及,获取S波序列;计算S波序列与Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;计算QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;确定QRS间期持续时间,作为V1导联形态特征。

[0253] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V1导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0254] 提取V1导联形态特征中的RS间期深度比值、S波持续时间和QRS间期持续时间;计算QRS间期持续时间、RS间期深度比值、S波持续时间的和值,得到第二综合指标参数分子;计算第二综合指标参数分子与预设数值的比值,得到第二综合指标参数;根据第二综合指标参数,获取检测结果。

[0255] 在上述实施例的基础上,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0256] 确定第二综合指标参数的历史获取数量;根据历史获取数量,将第二综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;当第二综合指标参数大于综合指标阈值时,确定检测结果为左束支传导阻滞。

[0257] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0258] 获取Q波序列,以及,获取S波序列;计算S波序列与Q波序列的差值,得到QRS间期波宽分子;计算QRS间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QRS间期持续时间;确定QRS间期持续时间,作为V5导联形态特征和/或V6导联形态特征。

[0259] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0260] 获取R波序列;计算R波序列的核密度,得到R波序列核密度;计算R波序列核密度的偏度值,得到R波序列密度偏度;确定R波序列密度偏度,作为V5导联形态特征和/或V6导联形态特征。

[0261] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0262] 获取Q波序列,以及,获取R波序列;计算R波序列与Q波序列的差值,得到QR间期波宽分子;计算QR间期波宽分子与预设采样频率的比值,得到QR间期持续时间,以及,确定Q波序列的Q波信号序列,作为Q波幅值;确定Q波幅值和QR间期持续时间,作为V5导联形态特征和/或V6导联形态特征。

[0263] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0264] 获取R波序列;确定R波序列的R延续上升波序列;计算R延续上升波序列与R波序列的差值,得到RR延续间期分子;计算RR延续间期分子与预设采样频率的比值,得到RR延续间期时间;确定RR延续间期时间与R延续上升波幅度,作为V5导联形态特征和/或V6导联形态特征;R延续上升波幅度为R延续上升波序列的R延续上升波信号序列。

[0265] 在上述实施例的基础上,当所述左束支传导阻滞特征包括所述V5导联形态特征和/或所述V6导联形态特征时,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0266] 提取V5导联形态特征和/或V6导联形态特征中的QRS间期持续时间、R延续上升波幅度、RR延续间期时间、R波序列密度偏度、Q波幅值以及QR间期持续时间;计算R波序列密度偏度、Q波幅值、QR间期持续时间的和值,得到第三综合指标参数分母,以及,计算QRS间期持续时间、R延续上升波幅度、RR延续间期时间的和值,得到第三综合指标参数分子;计算第三综合指标参数分子与第三综合指标参数分母的比值,得到第三综合指标参数;根据第三综合指标参数,获取检测结果。

[0267] 在上述实施例的基础上,一个或多个处理器40还实现如下操作:

[0268] 确定第三综合指标参数的历史获取数量;根据历史获取数量,将第三综合指标参数与预设的综合指标阈值进行匹配;当第三综合指标参数大于综合指标阈值时,确定检测结果为左束支传导阻滞。

[0269] 在上述实施例的基础上,分类器包括人工神经网络分类器、支持向量机分类器、逻辑回归分类器、xgboost分类器、adboost分类器以及K-近邻(KNN)分类器中的至少一种。

[0270] 实施例三

[0271] 本申请实施例三还提供一种包含计算机可执行指令的存储介质,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行一种多导联心电图异常检测方法,包括:

[0272] 在心电信号中,提取不同导联的信号波形;

[0273] 获取所述信号波形的左束支传导阻滞特征;所述左束支传导阻滞特征包括I导联形态特征、AVL导联形态特征、V1导联形态特征、V5导联形态特征以及V6导联形态特征中的任意一种;

[0274] 根据所述左束支传导阻滞特征的特征类型,分别将所述左束支传导阻滞特征输入至对应的检测器,以及,将所述左束支传导阻滞特征输入至分类器;

[0275] 获取所述分类器输出的分类结果,以及,获取所述检测器输出的检测结果;所述检测结果为所述检测器根据所述左束支传导阻滞特征进行检测的结果;所述分类结果为所述分类器根据所述左束支传导阻滞特征进行分类的结果;

[0276] 根据所述检测结果和所述分类结果,确定所述心电信号的信号类型;所述信号类型包括左束支传导阻滞和非左束支传导阻滞。

[0277] 当然,本申请实施例所提供的一种包含计算机可执行指令的存储介质,其计算机可执行指令不限于如上所述的多导联心电异常检测方法操作,还可以执行本申请任意实施例所提供的多导联心电异常检测方法中的相关操作,且具备相应的功能和有益效果。

[0278] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink)DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0279] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0280] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

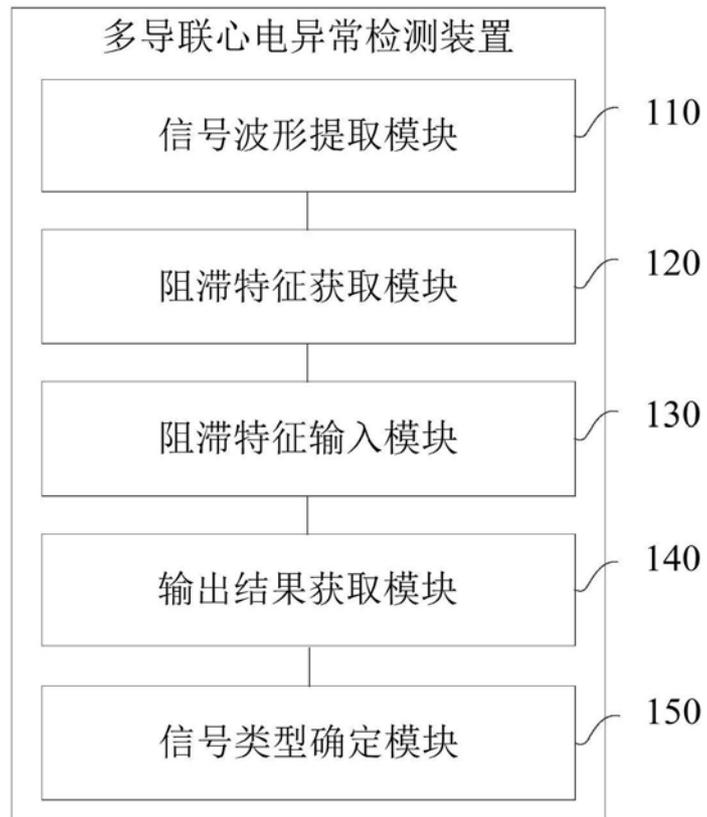


图1



图2

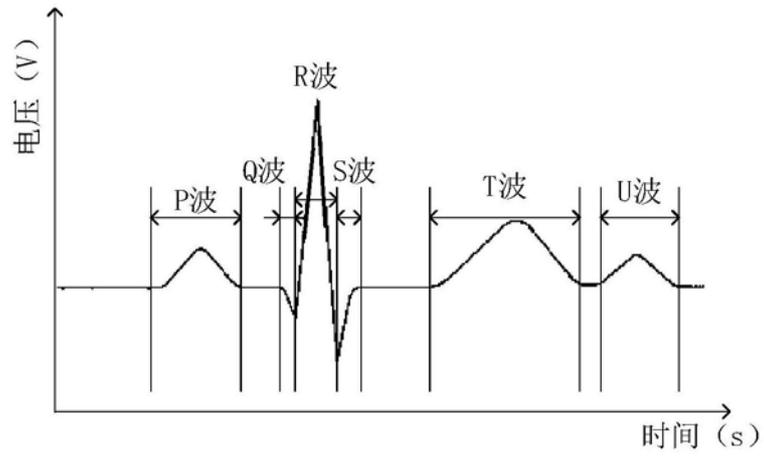


图3

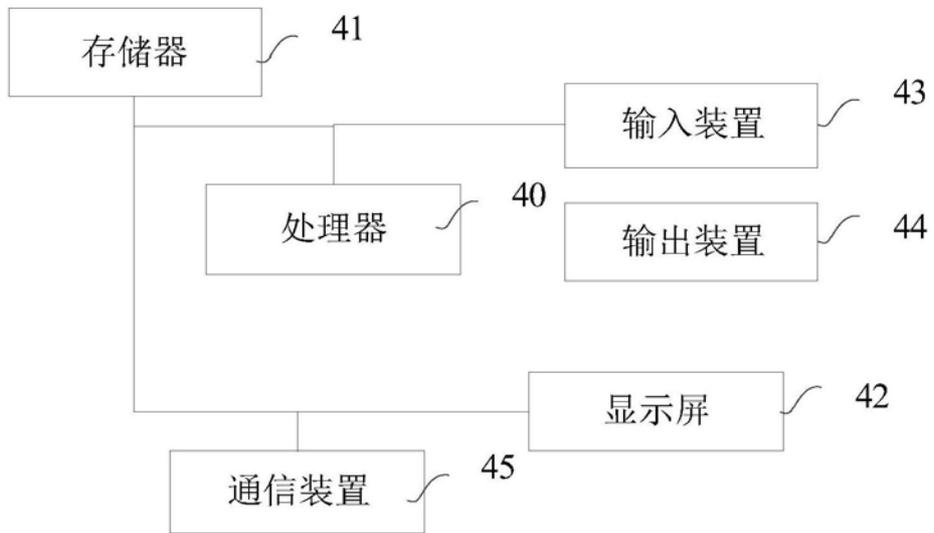


图4

专利名称(译)	多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质		
公开(公告)号	CN110522442A	公开(公告)日	2019-12-03
申请号	CN201910758010.4	申请日	2019-08-16
[标]申请(专利权)人(译)	广州视源电子科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	广州视源电子科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广州视源电子科技股份有限公司		
[标]发明人	胡静		
发明人	胡静		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00 A61B5/04 A61B5/0432 A61B5/0452		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/04325 A61B5/0452 A61B5/7267 A61B5/7282		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请涉及一种多导联心电图异常检测装置、电子设备和存储介质。包括：信号波形提取模块、阻滞特征获取模块、阻滞特征输入模块、输出结果获取模块和信号类型确定模块，通过各个模块作用在不同导联下所提取的左束支传导阻滞特征进行信号类型甄别，可以更准确、更全面地识别出左束支传导阻滞，避免因个体差异不同错将单导联异常识别为左束支传导阻滞的情况，大大提升了左束支传导阻滞检测的准确性。

