



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109893119 A

(43)申请公布日 2019.06.18

(21)申请号 201910224923.8

(22)申请日 2019.03.24

(71)申请人 浙江好络维医疗技术有限公司

地址 310012 浙江省杭州市西湖区西斗门路3号天堂软件园A幢7D

(72)发明人 孙斌 顾林跃 杨智 符灵建

(74)专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公司 33101

代理人 翁霁明

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0472(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

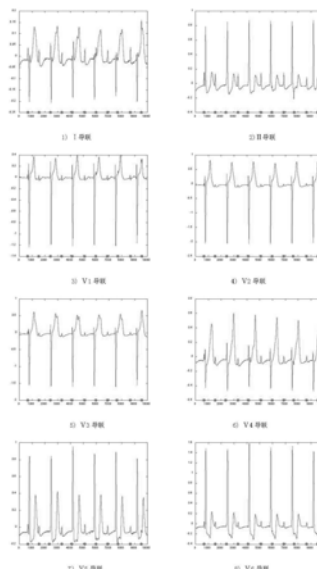
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,包括:a)预处理;b)找出各导联主波位置及T波位置,获得抹平QRS波群及T波后数据;c)初步确定各导联P波位置;d)基于心电常识对P波进行分类,并进行分类补充;e)校准,确定各导联P波位置。本发明通过考虑导联之间的内在相关性,多阶段、多层次运用聚类分析工具,确定了各导联P波具体位置,较好的解决了不规则P波识别定位这一难点问题,易于理解,容易实现,精度较高。



1. 一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,包括:a) 预处理;b) 找出各导联主波位置及T波位置,获得抹平QRS波群及T波后数据;c) 初步确定各导联P波位置;d) 基于心电常识对P波进行分类,并进行分类补充;e) 校准,确定各导联P波位置。其特征在于:所述a) 预处理方法为:设有多导联心电图数据X:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

其中:m表示导联数目,n表示采样点数因采样频率 f_c 已知,可得采样点i处对应时刻 $t_i = i/f_c$ 。

步骤1:取1导联数据作为分析数据,利用Maximal overlap discrete wavelet transform,最大重叠量小波变换去除基线漂移及高频误差;

步骤2:归一化;

步骤3:对其他导联同样处理。

2. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,其特征在于:所述b) 找出各导联主波位置及T波位置,获得抹平QRS波群及T波后数据方法为:

步骤1:找出所有波峰波谷,计算每个波峰波谷相对应的幅值、斜率变化及时限,确定各导联主波位置;

步骤2:基于选定特征,对各导联除主波外其他波峰分别进行多层次聚类分析,确定各导联各类特征波形具体位置;

步骤3:根据心电常识,确定各类特征波形中T波位置;

步骤4:获得抹平QRS波群及T波后数据。

3. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,其特征在于:所述c) 初步确定各导联P波位置方法为:

步骤1:去除抹平处两端边界影响数据;

步骤2:基于幅值特征,初步确定各导联P波位置。

4. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,其特征在于:所述d) 基于心电常识对P波进行分类,并进行分类补充方法为:

步骤1:基于心电常识,将初步识别出的P波分为:窦性P波、室性P波、交界性P波、房性P波及误识别为P波的杂波;

步骤2:基于心电常识,分类补充除杂波外的其他类型P波。

5. 如权利要求1所述基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,其特征在于:所述e) 校准,确定各导联P波位置方法为:

步骤1:通过比较多导联P波位置,补充各导联缺失P波;

步骤2:通过比较多导联P波位置,去除各导联多余P波;

步骤3:循环步骤1-2两到三次,确定P波位置。

一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法

技术领域

[0001] 本发明提出了一种基于多导联聚类分析的P波识别方法,涉及心电图智能诊断领域。

背景技术

[0002] 心电图检查是体检的常见项目,如果患者疑似有心律失常症状,通常会去医院做个心电图,但是,在医院的几分钟或者十几分钟心电图,常常难以发现问题,这时候医生可能会给患者一个可以穿戴的心电图检测器,佩戴两周或者更长时间,这会产生几百小时的心电图,需要医生一秒一秒的检查,这是很耗时间的。如果能先让机器进行智能判断,找出可能的心律失常的时间位置,再由医生针对这些位置进行进一步诊断,就能够极大地提高效率,节约资源,本专利的发明初衷来源于此。

[0003] 显然,要让机器找出可能的心律失常位置,最基础的工作是找出所有可能的特征波形位置。目前,已有不少研究者从多个角度对心电图各特征波形的识别和定位进行了研究。其中,由于P波低频、低幅、形态多样等原因导致P波识别定位非常困难,一直是心电自动分析算法的重点和难点。已有的P波检测方法如:心电图机常采用的低通差分法、Yochum M等提出的小波分析法、Chao Lin等提出的基于贝叶斯模型的Gibbs插样法、叶继伦等提出的基于低通差分法和切线法的快速心电P波检测算法等。但这些方法一般针对的是规则数据,即对于一个心搏,P波在QRS波群之前、T波在QRS波群之后。对于P波位置不定、与T波或QRS波群融合的情况,因涉及到具体的心律失常类型,这些方法均无涉及。

发明内容

[0004] 本发明的目的,在于提供一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法。为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0005] 一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,包括:包括:a) 预处理;b) 找出各导联主波位置及T波位置,获得抹平QRS波群及T波后数据;c) 初步确定各导联P波位置;d) 基于心电常识对P波进行分类,并进行分类补充;e) 校准,确定各导联P波位置。其特征在于:所述a) 预处理方法为:设有多导联心电图数据X:

$$[0006] \quad X = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

[0007] 其中:m表示导联数目,n表示采样点数(因采样频率 f_c 已知,可得采样点i处对应时刻 $t_i = i/f_c$)。

[0008] 步骤1:取1导联数据作为分析数据,利用MODWT去除基线漂移及高频误差;

[0009] 步骤2:归一化;

[0010] 步骤3:对其他导联同样处理。

[0011] 优选的,所述b) 找出各导联主波位置及T波位置,获得抹平QRS波群及T波后数据方法为:

[0012] 步骤1:找出所有波峰波谷,计算每个波峰波谷相对应的幅值、斜率变化及时限,确定各导联主波位置;

[0013] 步骤2:基于选定特征,对各导联除主波外其他波峰分别进行多层次聚类分析,确定各导联各类特征波形具体位置;

[0014] 步骤3:根据心电常识,确定各类特征波形中T波位置;

[0015] 步骤4:获得抹平QRS波群及T波后数据。

[0016] 优选的,所述c)初步确定各导联P波位置方法为:

[0017] 步骤1:去除抹平处两端边界影响数据;

[0018] 步骤2:基于幅值特征,初步确定各导联P波位置。

[0019] 优选的,所述d)基于心电常识对P波进行分类,并进行分类补充方法为:

[0020] 步骤1:基于心电常识,将初步识别出的P波分为:窦性P波、室性P波、交界性P波、房性P波及误识别为P波的杂波;

[0021] 步骤2:基于心电常识,分类补充除杂波外的其他类型P波。

[0022] 优选的,所述e)校准,确定各导联P波位置方法为:

[0023] 步骤1:通过比较多导联P波位置,补充各导联缺失P波;

[0024] 步骤2:通过比较多导联P波位置,去除各导联多余P波;

[0025] 步骤3:循环步骤1-2两到三次,确定P波位置。

[0026] 我们在前期对心电图疑难主波、各特征波形进行聚类分析(注:见发明专利《基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法》及《基于多导联综合分析的心电图特征波形聚类方法》)的基础上,基于心电常识,提出一种基于多导联聚类分析的P波识别方法,通过考虑导联之间的内在相关性,多阶段、多层次运用聚类分析工具,确定了各导联P波具体位置,较好的解决了P波特别是不规则P波识别定位这一难点问题,易于理解,容易实现,精度较高。

附图说明

[0027] 图1为一段“三度房室传导阻滞”心电图识别的P波位置。

[0028] 图2为一段“二度二型窦房传导阻滞”心电图识别的P波位置。

[0029] 图3为一段“二度一型房室传导阻滞”心电图识别的P波位置。

[0030] 图4为一段“高度房室传导阻滞”心电图识别的P波位置。

[0031] 图5为一段“室早”心电图识别的P波位置。

[0032] 图6为一段“房早二联律”心电图识别的P波位置。

具体实施方式

[0033] 下面将结合附图,对本发明的技术方案作进一步详细的说明。

[0034] 基于多导联聚类分析的P波识别定位方法,包括以下步骤:

[0035] a) 预处理:设有多导联心电图数据X:

$$[0036] X = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

[0037] 其中:m表示导联数目,n表示采样点数(因采样频率 f_c 已知,可得采样点*i*处对应时刻 $t_i = i/f_c$)。

[0038] 步骤1:取1导联数据作为分析数据,利用MODWT(Maximal overlap discrete wavelet transform,最大重叠量小波变换)去除基线漂移及高频误差。

[0039] MODWT(Maximal overlap discrete wavelet transform,最大重叠量小波变换)是高度冗余的非正交变换,样本容量可为任意值,具有位移不变性,非常适合处理心电图数据。在实际使用中,通过综合比较分析,选择sym4小波,分析到第10层,选取d5、d6、d7、d8、d9、d10作为重构信号,从而去除基线漂移及高频误差。

[0040] 步骤2:归一化。

[0041] 因各导联幅值特征相差较大,不利于后面的聚类分析,采用Min-Max标准化方法对步骤1数据进行归一化处理,将数据映射到 $[-1, 1]$ 区间。

[0042] 步骤3:对其他导联同样处理。

[0043] b) 找出各导联主波位置及T波位置,获得抹平QRS及T波后数据方法为:

[0044] 步骤1:找出所有波峰波谷,计算每个波峰波谷相对应的幅值、斜率变化及时限,确定各导联主波位置(见发明专利《基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法》)。

[0045] 步骤2:基于选定特征,对各导联除主波外其他波峰分别进行多层次聚类分析,确定各导联各类特征波形具体位置(见发明专利《基于多导联综合分析的心电图特征波形聚类方法》)。

[0046] 步骤3:根据心电常识,确定各类特征波形中T波位置。

[0047] T波代表心室的“复极”,是QRS波群之后一个幅值较大的特征波形,根据常用的Bazett公式: $Q-T = k \cdot \sqrt{R-R}$,其中Q-T表示QT间期,k为常数,取0.39,R-R表示心率(注:该式计算出的数值可有 $\pm 0.04s$ 的偏差。见黄宛《临床心电图学》第五版)。显然,从数值上而言,T波在由主波峰起之后的Q-T范围内,所以,可在此范围寻找幅值较大的特征波形,从而初步找出各导联T波位置,再通过多导联综合比较,确定T波位置;

[0048] 步骤4:获得抹平QRS波群及T波后数据。

[0049] 根据切线法找到QRS波群起点及T波终点,通过连接QRS起点和T波终点,去除其间所有数据,得到抹平后原始数据。

[0050] c) 初步确定各导联P波位置方法为:

[0051] 步骤1:去除抹平处两端边界影响数据。

[0052] 因抹平数据段两端边界易产生斜率急剧变化的杂波,会干扰后期小幅值P波的识别,所以,根据实际数据分析经验,去除QRS波群起点前0.02s、T波终点后0.02s范围内顶点数据。

[0053] 步骤2:基于幅值特征,按照发明专利《基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法》类似方法,初步确定各导联P波位置。

[0054] 去除QRS波群及T波后,P波是剩余特征波形中较有意义的波形(注:因U波微小,尚无定论,暂不考虑。见黄宛《临床心电图学》第五版),将其当做需定位的主波,按照专利《基于多导联聚类分析的疑难心电图主波识别定位方法》中类似方法,初步找出各导联P波位置。

[0055] d) 基于心电常识对P波进行分类,并进行分类补充方法为:

[0056] 步骤1:基于心电常识,将初步识别出的P波分为:窦性P波、室性P波、交界性P波、房性P波及误识别为P波的杂波。

[0057] (1) 考察导联Ⅱ、V4、V5、V6,找出所有负向P波及其他导联对应的特征波形(注:Ⅱ导联主要考察室性P波、交界性P波、心房下部P波为负的情况、V4、V5、V6主要考察心房右部产生的负向房性P波情况);

[0058] (2) 对某导联某一负向P波,对主波形状进行二分类聚类分析,如果评价指标大于给定值(如0.95),即形状可分,则其最靠近的宽大畸形主波为室性异位搏动产生,考察RP是否大于0.20s(注:RP表示P波在最靠近的主波之后的距离),如果满足条件,为室性P波,否则,该负向P波为误标注,在该负向P波附近寻找最靠近的正向P波代替,如果找不到该正向P波,则去除该波;

[0059] (3) 如果评价指标小于给定值,即形状不可分,对主波间期进行二分类聚类分析:如果评价指标大于给定值,则主波间期可分,考察该负向P波是否在偏离正常心率的主波间期内,及与最靠近的主波距离,当最靠近主波在后,则PR应该在0.12s附近,当最靠近主波在前,则RP应该小于0.2s,在满足条件之一时,其为交界性P波(注:简单起见,将负向的房性P波包括在这一分类里,负向P波 $PR > 0.12s$,交界性P波 $PR < 0.12s$ 或 $RP < 0.2s$)。否则,该负向P波为误标注,用最近的正向P波代替,如果找不到该正向P波,则去除该波;

[0060] (4) 对于其他的负向P波,均为误识别,用最近的正向P波代替或去除;

[0061] (5) 继续对所有的正向P波进行判断。如果主波间期可分,且位于偏离正常心率的主波间期内,则该正向P波为房性P波,否则,该正向P波为杂波,去除。

[0062] (6) 同理处理该导联其他P波;

[0063] (7) 同理处理其他导联;

[0064] (8) 多导联互相印证,分出所有窦性P波,记录其他类型P波位置及其与最靠近的主波间距离。

[0065] 步骤2:基于心电常识,分类补充除杂波外的其他类型P波。

[0066] (1) 补充窦性P波:对于PR间期均匀不可二分的规则数据,在各导联各主波该PR间期附近寻找P波;对于其他的心律失常类型,如快速型的房早、房速、室早、室速,慢速性的逸搏、窦房阻滞、房室阻滞、室内束支阻滞等根据心电常识、已知的P波位置、RR间期情况分类,分别确定对应的P波延展周期,补充对应的P波。

[0067] (2) 补充其他类型P波:根据前期记录的各类型P波及最近的R波之间距离(注:PR或RP),在其他没有该类型P波的主波该距离附近寻找P波进行补充。

[0068] e) 校准,确定各导联P波位置方法为:

[0069] 步骤1:通过比较多导联P波位置,补充各导联缺失P波。

[0070] 将其他导联分别与多P波导联进行比较,在疑似缺少P波的位置考察各导联P波数量,如果多于半数导联在该处具有P波,则在该导联该处位置附近寻找具有一定幅值的特征波形,如果有,则进行补充。

[0071] 步骤2:通过比较多导联P波位置,去除各导联多余P波。

[0072] 对单个导联的P波位置,考察其他导联该处附近是否具有P波,如果具有P波的数量比半数导联多,则保留该处P波位置,反之,则去除该处P波。

[0073] 步骤3:循环步骤1-2两到三次,确定P波位置。

[0074] 因心电图各特征波形纷繁复杂,根据实际分析经验,需重复校准步骤两到三次,才能基本保证P波在各导联的具体位置准确。

[0075] 实施例

[0076] 实施例说明

[0077] 为了检验方法的有效性,我们对100余份心电图进行了P波识别定位测试,准确度达到95%以上。附图以六份心电图数据P波的识别定位作为示例。

[0078] 数据基本参数:每份数据均为八个导联:I、II、V1、V2、V3、V4、V5、V6。时长:10秒,频率:1000Hz。

[0079] 在定位时,为了更好的体现程序的鲁棒性,均在同一套参数运行。具体参数设置如下:波峰波谷阈值:0.02;同导联同类波互斥距离:50采样点(即0.05s)。

[0080] 计算结果

[0081] 识别定位的P波以坐标轴上红色“•”表示:

[0082] 1) “三度房室传导阻滞”心电图一例,如图1所示。

[0083] 2) “二度二型窦房传导阻滞”心电图一例,如图2所示。

[0084] 3) “二度一型房室传导阻滞”心电图一例,如图3所示。

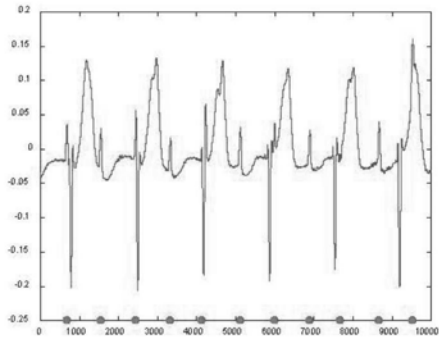
[0085] 4) “高度房室传导阻滞”心电图一例,如图4所示。

[0086] 5) “室早”心电图一例,如图5所示。

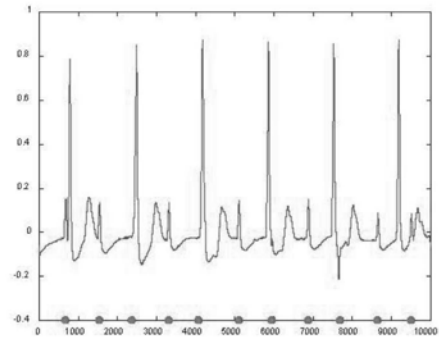
[0087] 6) “房早二联律”心电图一例,如图6所示。

[0088] 由图1-6可见,各心电图P波识别定位准确。

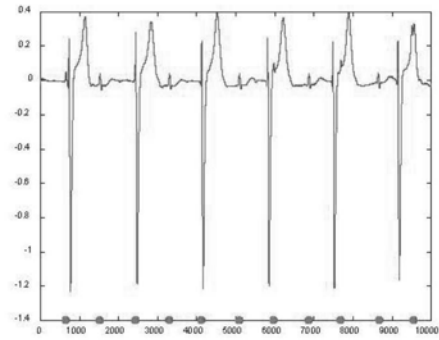
[0089] 以上实施例仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明保护范围之内。



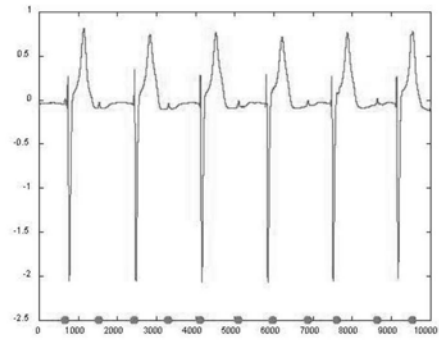
1) I 导联



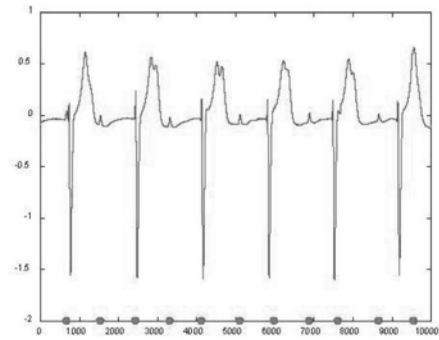
2) II 导联



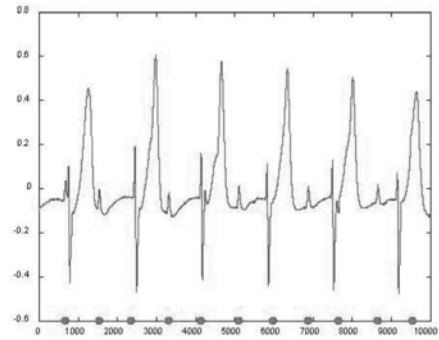
3) V1 导联



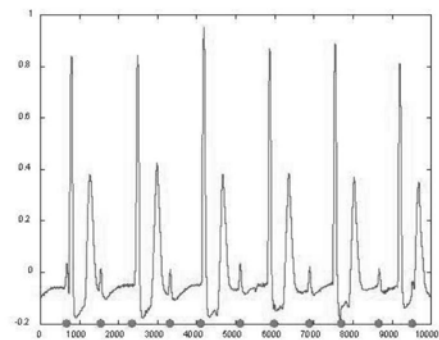
4) V2 导联



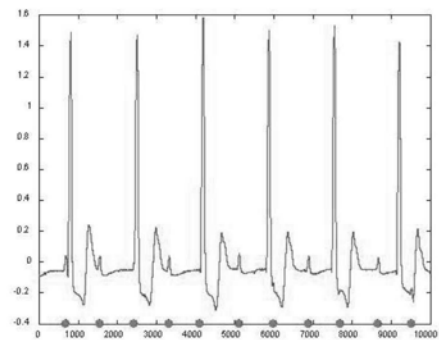
5) V3 导联



6) V4 导联

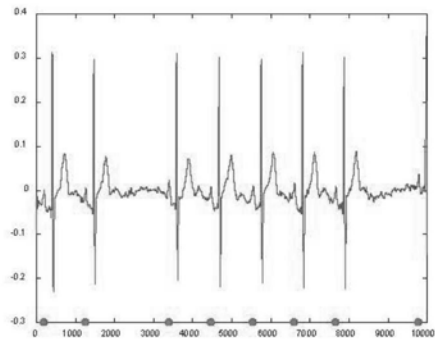


7) V5 导联

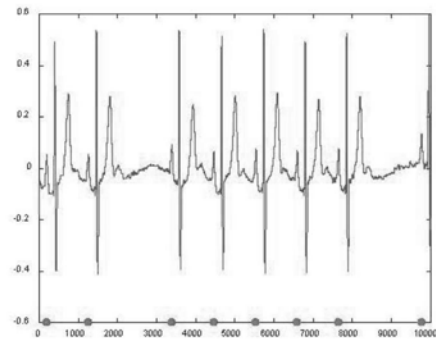


8) V6 导联

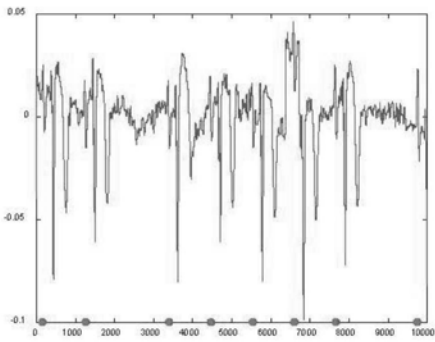
图1



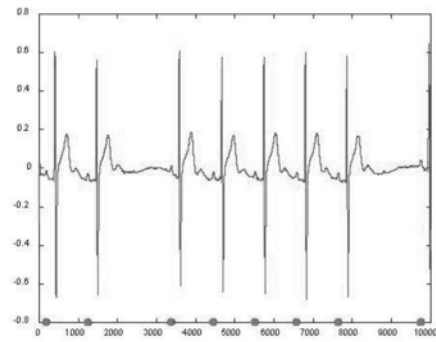
1) I 导联



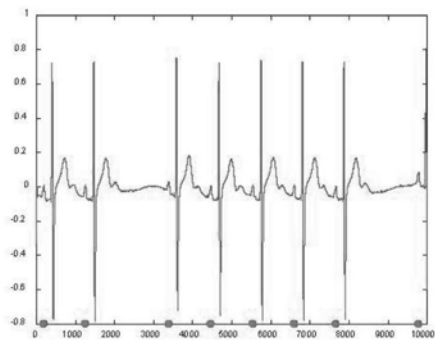
2) II 导联



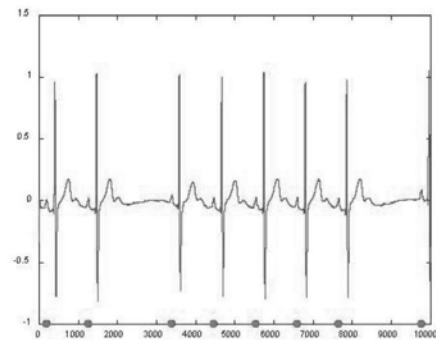
3) V1 导联



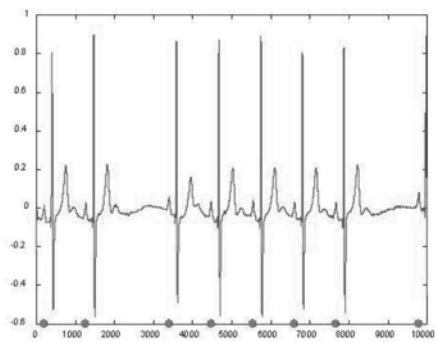
4) V2 导联



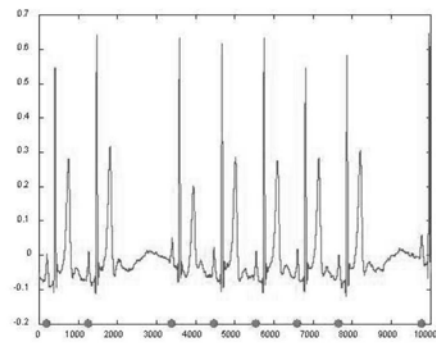
5) V3 导联



6) V4 导联

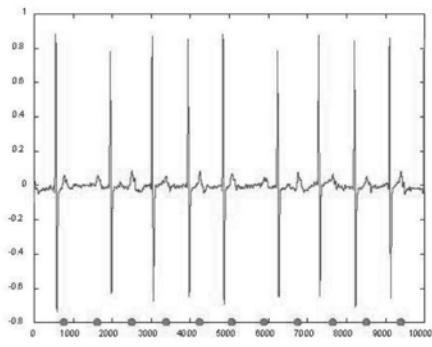


7) V5 导联

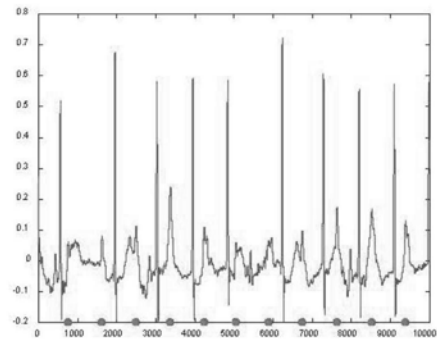


8) V6 导联

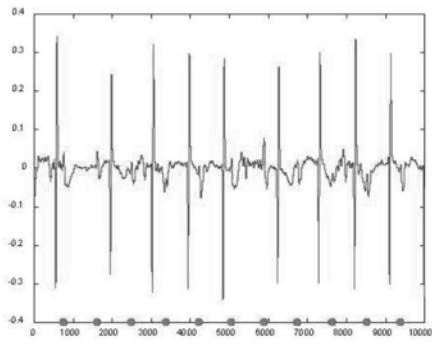
图2



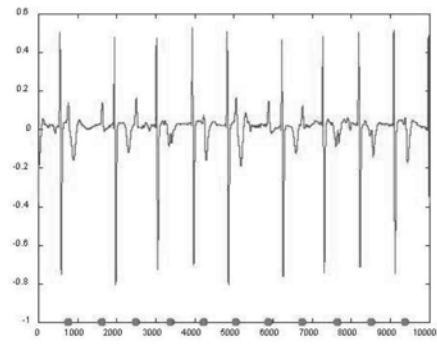
1) I 导联



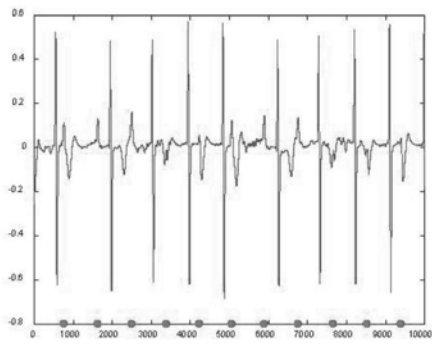
2) II 导联



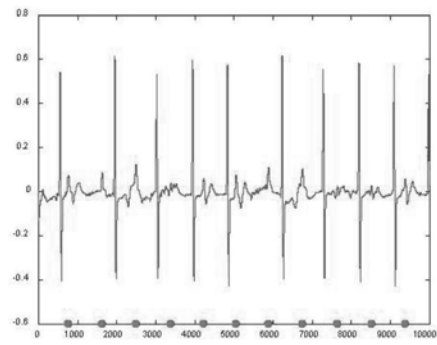
3) V1 导联



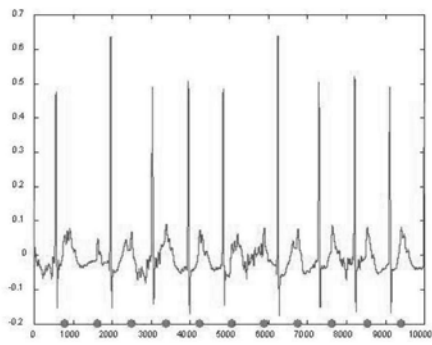
4) V2 导联



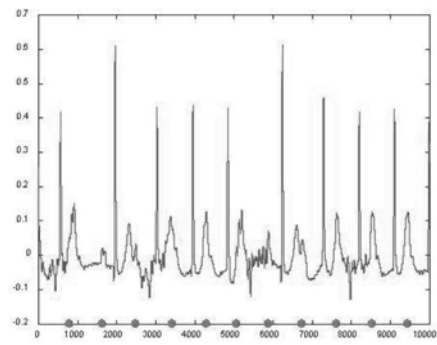
5) V3 导联



6) V4 导联

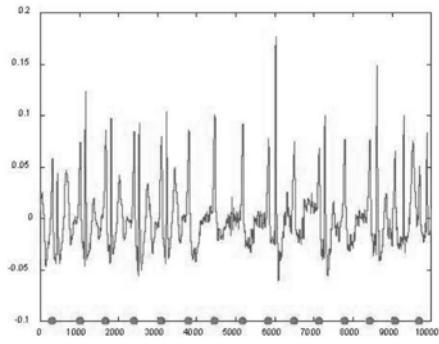


7) V5 导联

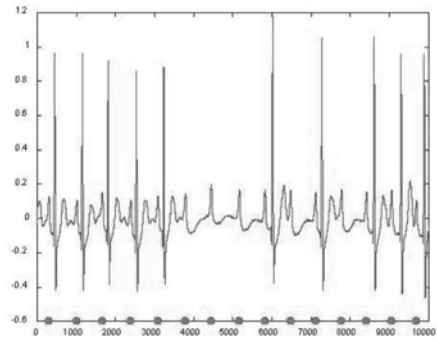


8) V6 导联

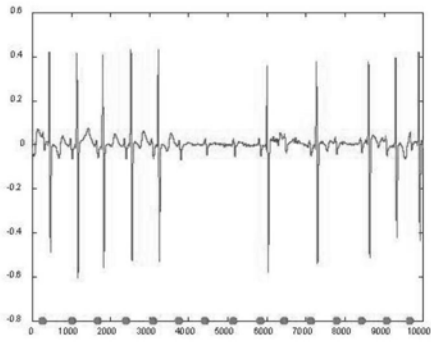
图3



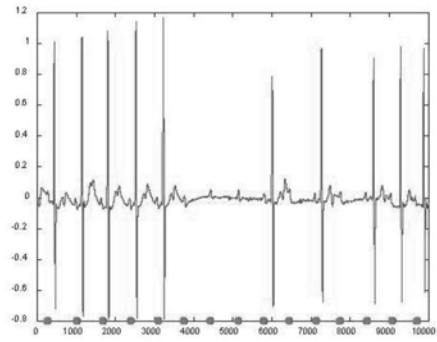
1) I 导联



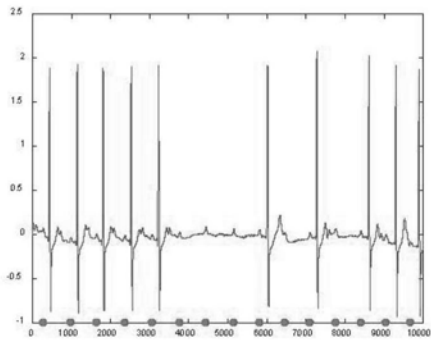
2) II 导联



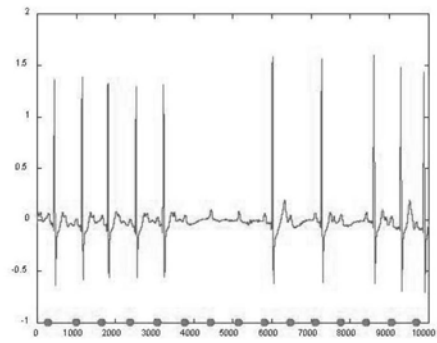
3) V1 导联



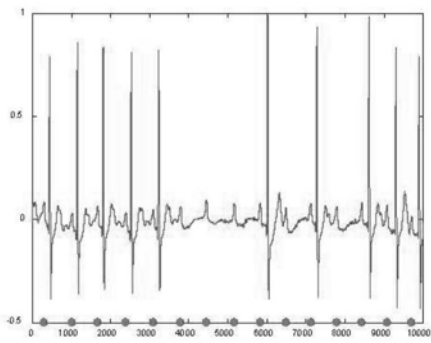
4) V2 导联



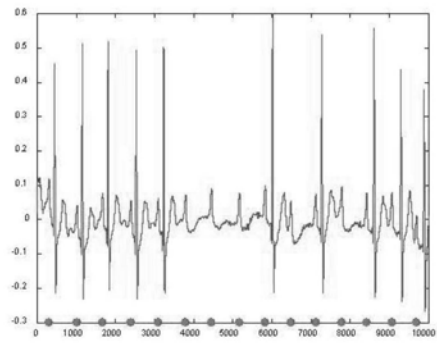
5) V3 导联



6) V4 导联

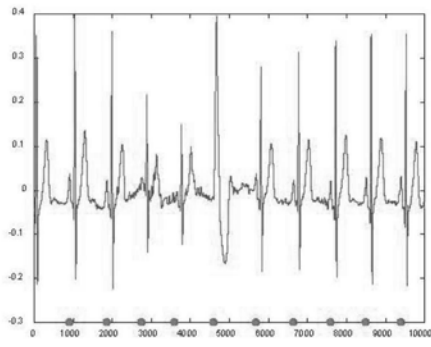


7) V5 导联

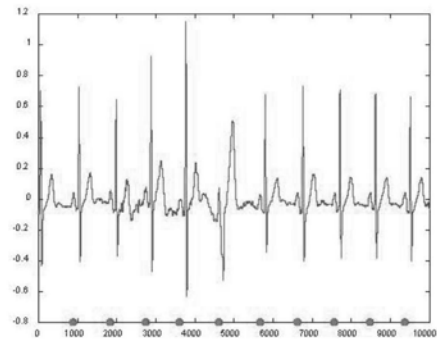


8) V6 导联

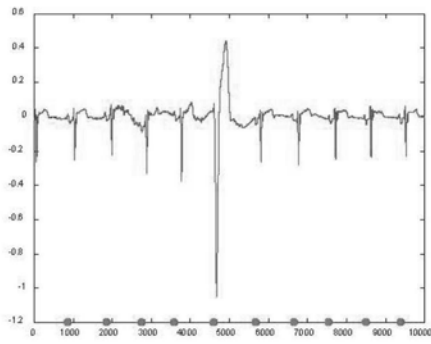
图4



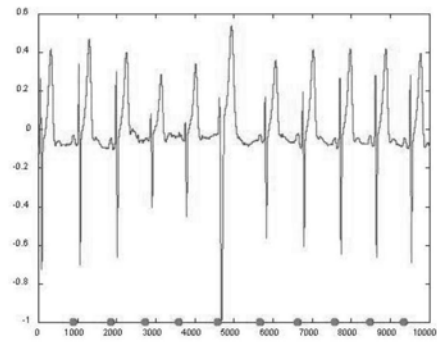
1) I 导联



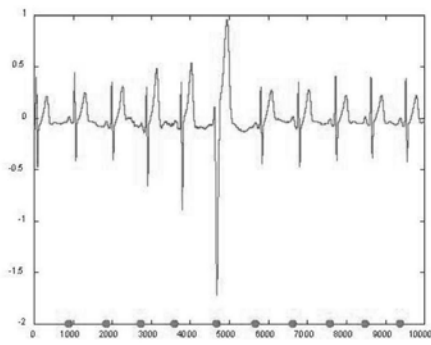
2) II 导联



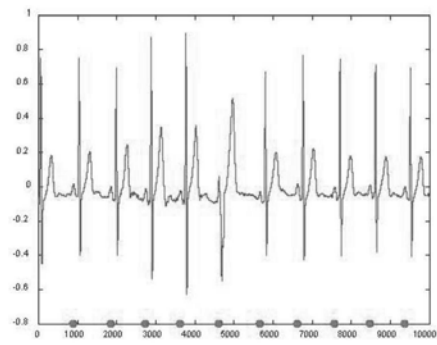
3) V1 导联



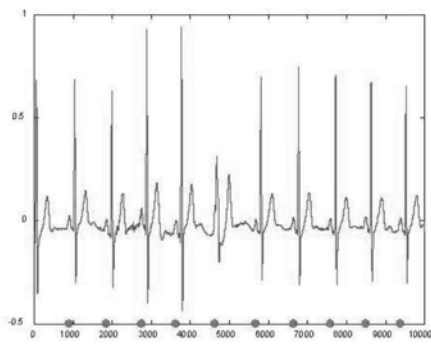
4) V2 导联



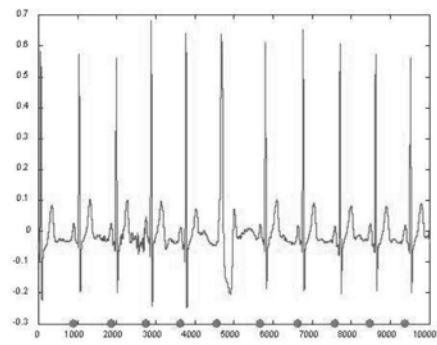
5) V3 导联



6) V4 导联

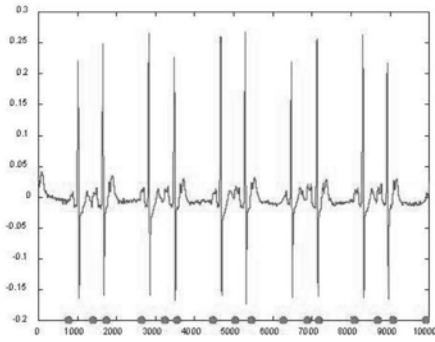


7) V5 导联

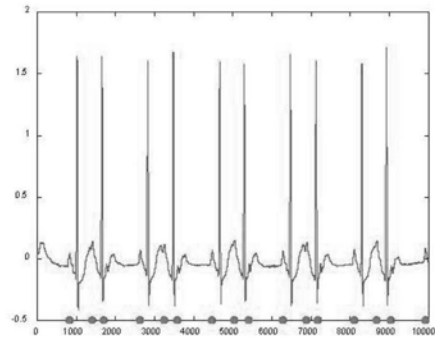


8) V6 导联

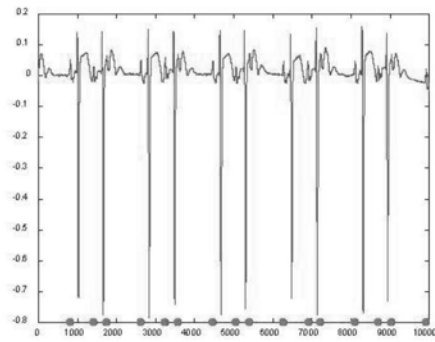
图5



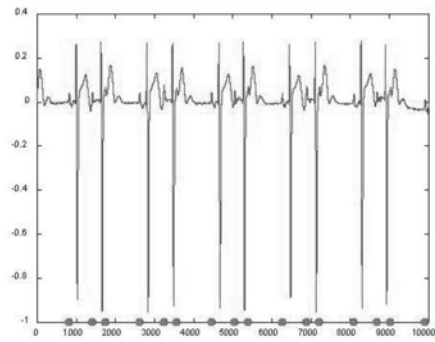
1) I 导联



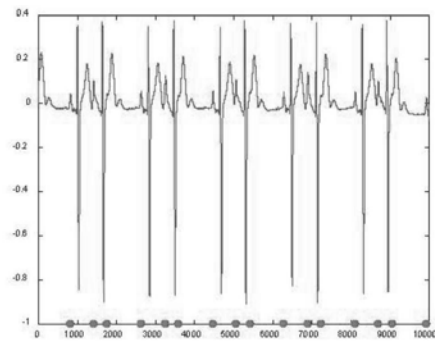
2) II 导联



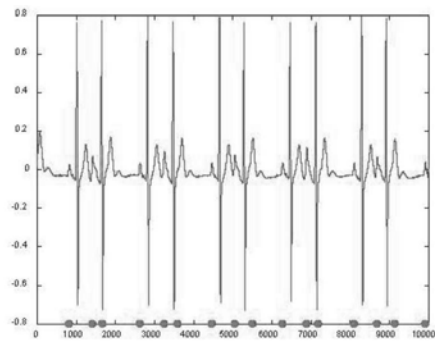
3) V1 导联



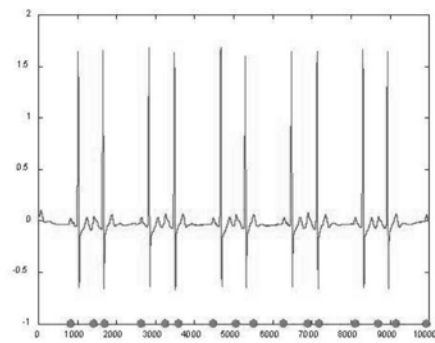
4) V2 导联



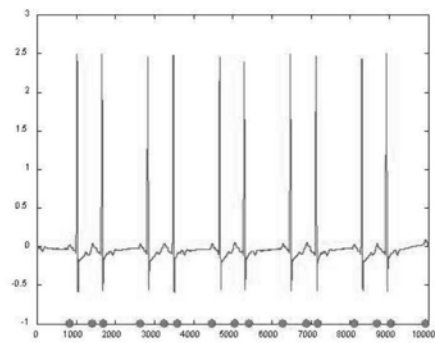
5) V3 导联



6) V4 导联



7) V5 导联



8) V6 导联

图6

专利名称(译)	一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法		
公开(公告)号	CN109893119A	公开(公告)日	2019-06-18
申请号	CN201910224923.8	申请日	2019-03-24
[标]申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	浙江好络维医疗技术有限公司		
[标]发明人	孙斌 顾林跃 杨智 符灵建		
发明人	孙斌 顾林跃 杨智 符灵建		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0472 A61B5/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于多导联聚类分析的P波识别定位方法，包括：a)预处理；b)找出各导联主波位置及T波位置，获得抹平QRS波群及T波后数据；c)初步确定各导联P波位置；d)基于心电常识对P波进行分类，并进行分类补充；e)校准，确定各导联P波位置。本发明通过考虑导联之间的内在相关性，多阶段、多层次运用聚类分析工具，确定了各导联P波具体位置，较好的解决了不规则P波识别定位这一难点问题，易于理解，容易实现，精度较高。

