



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109394190 A

(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201811562287.1

(22)申请日 2018.12.20

(71)申请人 无锡淘金智能科技有限公司

地址 214000 江苏省无锡市新区哥伦布广场写字楼20楼

(72)发明人 邹建忠

(74)专利代理机构 无锡松禾知识产权代理事务所
(普通合伙) 32316

代理人 朱亮淞

(51) Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

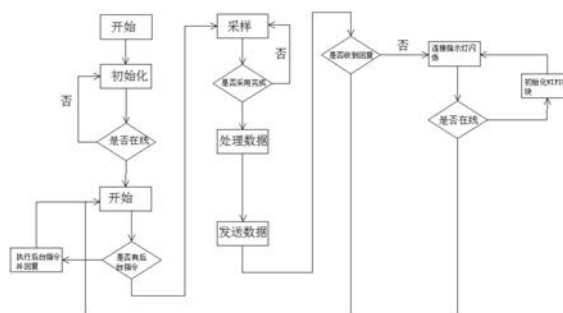
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种应用于非接触式微波检测仪的算法

(57)摘要

本发明公开了一种应用于非接触式微波检测仪的算法,通过对人体数据的采集、人体检测数据库的自身学习与更新、人体特征数据的监测来检测人体的健康,使用微波反射原理来监测人体生命特征,不用与人体直接接触,避免了人为损坏检测仪,使检测仪的监测更加方便,通过将检测人的数据储存在云端后台,会使被检测人数据永久存在,不会因为换雷达导致数据丢失。



1. 一种应用于非接触式微波检测仪的算法,其特征在于:包括以下步骤:

第一步,人体特征数据的采集:预录入,通过将微波检测仪的检测端对准被检测人,让微波检测仪首次采集被检测人的特征数据,所述特征数据包括有:心率、呼吸、血压、睡眠;

第二步,人体检测数据库的采集与更新:被检测人自身数据对个人特征数据进行更新:对被检测人通过预录入人体特征数据后,会在云端生成属于被检测人的个人检测数据库,所述个人检测数据库中包括有基础模型库中数据和自身预录入的特征数据;微波检测仪长期采集人体数据,通过将采集到的数据根据监测人直接存储数据库;以被检测人的心率范围、呼吸、血压、睡眠综合性计算,与基础数据库进行对比,更新被检测人的正常心率、呼吸、血压、睡眠范围;

第三步,人体特征数据的监测:通过监测到被检测人的特征数据与个人标准化数据进行对比,判断出人体的各项特征数据是否正常:若特征数据在个人标准数据范围内,则监测到的特征数据会整合更新到个人标准化数据中;若特征数据不在个人标准数据范围,则微波检测仪报警。

2. 根据权利要求1所述的一种应用于非接触式微波检测仪的算法,其特征在于:第一步中通过微波检测仪发射微波经人体反射后被微波检测仪上的检测电路检测来采集被检测人的特征数据,检测电路提取类似人体频率的波形信号:通过信号分离器将接受到的波形信号分离成呼吸信号和心跳信号,呼吸信号和心跳信号经单片机ADC处理后转换成呼吸数据和心率数据,再将呼吸数据和心跳数据上报给个人检测数据库;血压数据根据其他检测仪器测得血压数据后手动输入到个人检测数据库内;后期血压监测是被检测人监测到的心率数据、呼吸数据在基础数据库根据年龄段、性别对应的血压数据搜索到;睡眠数据则是在一定时间内对检测人进行记录监测,其方法是收集在这一段时间内的心率数据、呼吸数据和血压数据,在通过公式:

睡眠数据低区间 = (心率低区间+呼吸低区间+血压低区间) / 3

睡眠数据高区间 = (心率高区间+呼吸高区间+血压高区间) / 3

睡眠数据范围 = [睡眠数据低区间,睡眠数据高区间]。

3. 根据权利要求1所述的一种应用于非接触式微波检测仪的算法,其特征在于:第二步中通过将长期收集到数据用统计规律进行统计:根据统计周期,周按天查询各平均值,季按周查询各平均值,年按月查询各平均值,得到各平均值绘制出统计折线图。

4. 根据权利要求1所述的一种应用于非接触式微波检测仪的算法,其特征在于:还包括有滤波处理模块;在微波检测仪采集和检测被检测人的特征数据时,需要对被检测到的心率、呼吸、血压、睡眠进行滤波降噪处理;所述滤波处理模块具体滤波处理的方式为:通过对采样数据加权递推平均滤波能剔除部分毛刺。

5. 根据权利要求1所述的一种应用于非接触式微波检测仪的算法,其特征在于:人体特征数据的监测过程中还会对被检测人进行健康评分,通过被检测人的数据特征与个人标准化数据进行对比,经过评估后形成健康评分,所述健康评分项包括:心率、呼吸、收缩压;所述健康评分公式为: $d = (a+b+c) / 3$ (其中d为每日健康评分分数,a代表每日平均心率,b代表每日平均呼吸,c代表每日平均收缩压)。

一种应用于非接触式微波检测仪的算法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种人体监测技术领域,尤其涉及一种应用于非接触式微波检测仪的算法。

背景技术

[0002] 随着社会的进步,人们的健康意识越来越强,越来越多的人想要随时检测各项生理指标,起到预防疾病的作用。为此,市面上出现了各种检测仪、功能手环等用于检测人体各项生理指标,但是这些检测仪器大都需要与人体直接接触后才能检测,这样检测起来十分麻烦,而且在使用的过程中容易损坏仪器。因此本发明设计了不需要接触人体就能完成人体的各项生理指标进行检测。

发明内容

[0003] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种应用于非接触式微波检测仪的算法能够实现与人体非接触监测人体各项生命特征。

[0004] 技术方案:为实现上述目的,本发明的一种应用于非接触式微波检测仪的算法,其特征在于:包括以下步骤:

[0005] 第一步,人体特征数据的采集:预录入,通过将微波检测仪的检测端对准被检测人,让微波检测仪首次采集被检测人的特征数据,所述特征数据包括有:心率、呼吸、血压、睡眠;

[0006] 第二步,人体检测数据库的采集与更新:①、被检测人自身数据对个人特征数据进行更新:对被检测人通过预录入人体特征数据后,会在云端生成属于被检测人的个人检测数据库,所述个人检测数据库中包括有基础模型库中数据和自身预录入的特征数据;微波检测仪长期采集人体数据,通过将采集到的数据根据监测人直接存储数据库;以被检测人的心率范围、呼吸、血压、睡眠综合性计算,与基础数据库进行对比,更新被检测人的正常心率、呼吸、血压、睡眠范围;②、微波检测仪自动联网学习更新:健康信息、病征信息来自互联网,微波检测仪自动统计分析并且分类;检测仪能够及时更新人体检测数据库,使微波检测仪对人体检测更加准确。

[0007] 第三步,人体特征数据的监测:通过监测到被检测人的特征数据与个人标准化数据进行对比,判断出人体的各项特征数据是否正常,若特征数据在个人标准数据范围内,则监测到的特征数据会整合更新到个人标准化数据中;若特征数据不在个人标准数据范围,则微波检测仪报警。

[0008] 进一步地,第一步中通过微波检测仪发射微波经人体反射后被微波检测仪上的检测电路检测来采集被检测人的特征数据,检测电路提取类似人体频率的波形信号:通过信号分离器将接受到的波形信号分离成呼吸信号和心跳信号,呼吸信号和心跳信号经单片机ADC处理后转换成呼吸数据和心率数据,再将呼吸数据和心跳数据上报给个人检测数据库;血压数据根据其他检测仪器测得血压数据后手动输入到个人检测数据库内;睡眠数据则是

在一定时间内对检测人进行记录监测,其方法是收集在这一段时间内的心率数据、呼吸数据和血压数据,在通过公式:

[0009] 睡眠数据低区间 = (心率低区间 + 呼吸低区间 + 血压低区间) / 3

[0010] 睡眠数据高区间 = (心率高区间 + 呼吸高区间 + 血压高区间) / 3

[0011] 睡眠数据范围 = [睡眠数据低区间, 睡眠数据高区间]。

[0012] 进一步地,第二步中通过将长期收集到数据用统计规律进行统计:根据统计周期,周按天查询各平均值,季按周查询各平均值,年按月查询各平均值,得到各平均值绘制出统计折线图。对检测到的人体数据进行统计处理,便于被检测人查看。

[0013] 进一步地,还包括有滤波处理模块;在微波检测仪采集和检测被检测人的特征数据时,需要对被检测到的心率、呼吸、血压、睡眠进行滤波降噪处理;所述滤波处理模块具体滤波处理的方式为:通过对采样数据加权递推平均滤波能剔除部分毛刺。能够降噪处理,使收集到的数据更准确。

[0014] 进一步地,人体特征数据的监测过程中还会对被检测人进行健康评分,通过被检测人的数据特征与个人标准化数据进行对比,经过评估后形成健康评分,所述健康评分项包括:心率、呼吸、收缩压;所述健康评分公式为: $d = (a + b + c) / 3$ (其中d为每日健康评分分数,a代表每日平均心率,b代表每日平均呼吸,c代表每日平均收缩压)。

[0015] 有益效果:本发明的一种应用于非接触式微波检测仪的算法,通过使用微波反射原理来监测人体生命特征,不用与人体直接接触,避免了人为损坏检测仪,使检测仪的监测更加方便;通过将被检测人的数据储存在云端后台,会使被检测人数据永久存在,不会因为换雷达导致数据丢失。

附图说明

[0016] 附图1为本发明的微波检测仪的内部工作原理示意图;

[0017] 附图2为本发明的微波检测仪的心跳信号和呼吸信号分离原理示意图;

[0018] 附图3为本发明的心率基础数据库;

[0019] 附图4为本发明的呼吸基础数据库;

[0020] 附图5为本发明的血压基础数据库;

[0021] 附图6为本发明的微波检测仪控制板部分原理示意图;

[0022] 附图7为本发明的微波检测仪自身学习原理示意图;

[0023] 附图8为本发明的微波检测仪的检测原理示意图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0025] 如附图1~8,一种应用于非接触式微波检测仪的算法:包括以下步骤:

[0026] 第一步,人体特征数据的采集:预录入,通过将微波检测仪的检测端对准被检测人,让微波检测仪首次采集被检测人的特征数据,所述特征数据包括有:心率、呼吸、血压、睡眠;微波检测仪中的CW微波人体感应模块发射微波经人体胸腹部反射后被微波检测仪上的检测电路检测来采集被检测人的特征数据,通过对人体胸腹部发生的运动进行监测的,引起胸腹部发生变化的主要因素是心脏跳动和呼吸运动,检测电路提取类似人体频率的波

形信号:将接受到的波形信号通过过滤处理、放大处理、分离处理成呼吸信号和心跳信号,呼吸信号和心跳信号经单片机ADC处理后转换成呼吸数据和心率数据,将呼吸数据和心跳数据上报给个人检测数据库;血压数据预录入时根据其他检测仪器测得血压数据后手动输入到个人检测数据库内,后期血压监测是被检测人监测到的心率数据、呼吸数据在基础数据库根据年龄段、性别对应的血压数据搜索到的;睡眠数据则是在晚上22:00-早上07:00中午:13:00-14:00两个时间段内对检测人进行记录监测,其方法是收集在这段时间内的心率数据、呼吸数据和血压数据,在通过公式:

[0027] 睡眠数据低区间 = (心率低区间+呼吸低区间+血压低区间) / 3

[0028] 睡眠数据高区间 = (心率高区间+呼吸高区间+血压高区间) / 3

[0029] 睡眠数据范围 = [睡眠数据低区间,睡眠数据高区间],当睡眠数据范围约小时,睡眠质量越好,反之,则睡眠质量越差。

[0030] 第二步,人体检测数据库的采集与更新:①、被检测人自身数据对个人特征数据进行更新:对被检测人通过预录入人体特征数据后,会在云端生成属于被检测人的个人检测数据库,所述个人检测数据库中包括有基础模型库中数据和自身预录入的特征数据;微波检测仪长期采集人体数据,再通过将长期收集到数据用统计规律进行统计:根据统计周期,周按天查询各平均值,季按周查询各平均值,年按月查询各平均值,得到各平均值绘制出统计折线图;对检测到的人体数据进行统计处理,便于被检测人查看。

[0031] 通过将采集到的数据根据监测人直接存储数据库;以被检测人的心率范围、呼吸、血压、睡眠综合性计算,与基础数据库进行对比,更新被检测人的正常心率、呼吸、血压、睡眠范围;②、微波检测仪自动联网学习更新:通过微波检测仪云端对应的患者区块通过访问百度医生、阿里医生和实施的养老院对接系统得到相关的数据,使用区块链技术,让所有设备的数据以公认的方式进行,让更多的医院,社区接入和使用我们设备,使得云端以及所有区块共享这些健康数据,但是仍然保护着患者的隐私。

[0032] 第三步,人体特征数据的监测:通过监测到被检测人的特征数据与个人标准化数据进行对比,判断出人体的各项特征数据是否正常,若特征数据在个人标准数据范围内,则监测到的特征数据会整合更新到个人标准化数据中;若特征数据不在个人标准数据范围,则微波检测仪报警。

[0033] 还包括有滤波处理模块;在微波检测仪采集和检测被检测人的特征数据时,需要对被检测到的心率、呼吸、血压、睡眠进行滤波降噪处理,过滤处理项:打鼾声,噪音区间;所述滤波处理模块具体滤波处理的方式为:通过对采样数据加权递推平均滤波能剔除部分毛刺。滤波处理模块能够降噪处理,使收集到的数据更准确。

[0034] 人体特征数据的监测过程中还会对被检测人进行健康评分,通过被检测人的数据特征与个人标准化数据进行对比,经过评估后形成健康评分,所述健康评分项包括:心率、呼吸、收缩压;所述健康评分公式为: $d = (a+b+c) / 3$ (其中d为每日健康评分分数,a代表每日平均心率,b代表每日平均呼吸,c代表每日平均收缩压)。

[0035] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

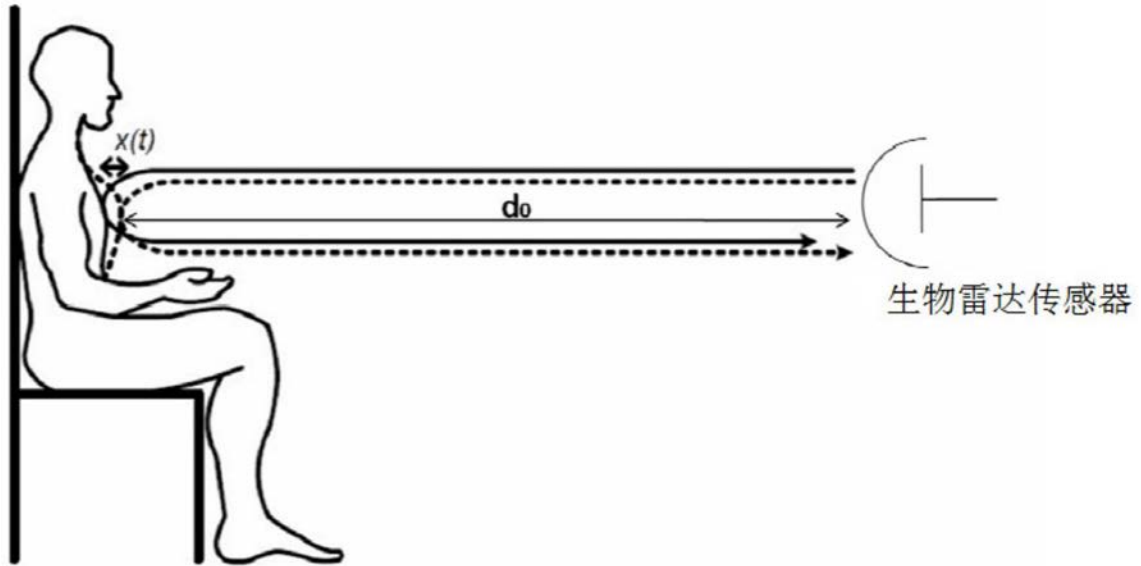


图1

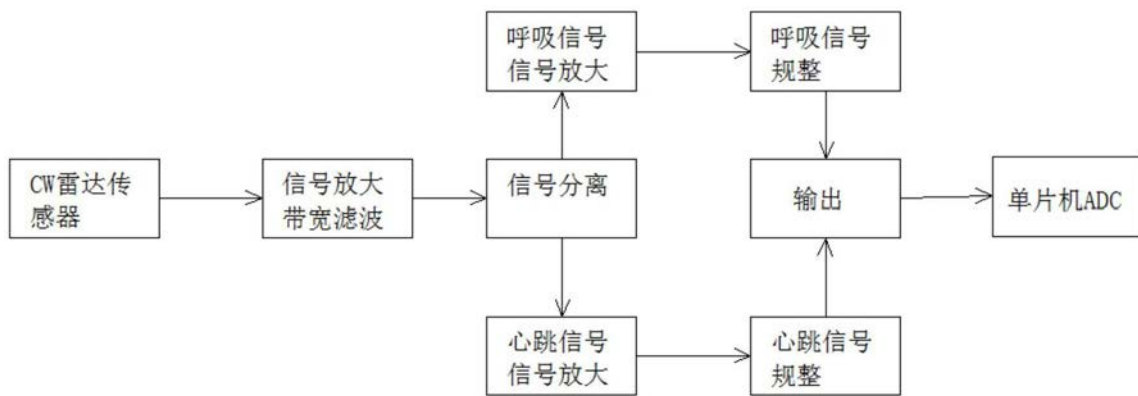


图2

年龄组	例数	平均值	标准差	95%区间上下限	P ₁₅	P ₅₀	P ₉₅	最小值	最大值
出生~30d	969	131.8 ¹⁾	17.3	97.9~165.7	97.7	133.0	167.0	73.0	187.0
男	515	130.7	18.2	95.0~166.3	94.0	130.0	167.0	73.0	187.0
女	454	133.1 ²⁾	16.1	101.1~164.6	100.0	136.0	167.0	80.0	176.0
1~12月	422	128.9 ¹⁾	17.2	95.2~162.6	100.0	125.0	167.0	87.0	188.0
男	234	128.4	16.3	95.5~161.3	100.0	128.0	162.0	87.0	176.0
女	188	129.5 ²⁾	18.4	93.4~165.6	100.0	125.0	167.0	94.0	188.0
1~6岁	566	103.3 ¹⁾	15.1	73.7~132.5	75.0	102.0	133.0	67.0	187.0
男	306	101.5	14.8	72.5~130.5	75.0	100.0	133.0	68.0	150.0
女	260	105.3 ²⁾	15.2	75.5~130.1	77.0	107.0	133.0	67.0	187.0
7~17岁	873	81.4 ¹⁾	12.0	57.9~104.9	60.0	81.0	107.0	50.0	118.0
男	446	80.1	11.8	57.0~103.2	60.0	80.0	107.0	50.0	115.0
女	427	82.8	12.0	59.3~106.3	60.0	83.3	107.0	54.0	118.0
18~79岁	1193	70.2 ¹⁾	9.2	52.2~88.2	54.0	70.0	91.0	45.0	105.0
男	636	69.1	9.3	50.9~87.3	53.0	68.0	88.0	45.0	100.0
女	557	71.5 ²⁾	8.9	54.0~88.0	57.0	71.0	94.0	50.0	105.0

图3

年龄	呼吸次数（次/分钟）	脉搏次数（次/分钟）	呼吸/脉搏 比
~1月	45~50	120~140	1: 3
1岁以内	30~40	110~130	1: 3~4
1~3岁	25~30	100~120	1: 3~4
4~7岁	20~25	80~100	1: 4
8~14岁	18~20	70~90	1: 4

图4

血压类型	收缩压	舒张压
理想血压	120	80
正常血压	130	85
正常最高	130-139	85-89
轻度高血压	140-159	90-99
轻度高血压	160-179	100-109
轻度高血压	≥180	≥110
单纯收缩性高血压	≥140	<90

血压类型对照表

血压类型	男		女	
	收缩压	收缩压	收缩压	收缩压
年龄				
16-20	115	73	110	70
21-25	115	73	110	71
26-30	115	75	112	73
31-35	117	76	114	74
36-40	120	80	116	77
41-45	124	81	122	78
46-50	128	82	128	79
51-55	134	84	134	80
56-60	137	84	139	82

年龄血压对照表

图5

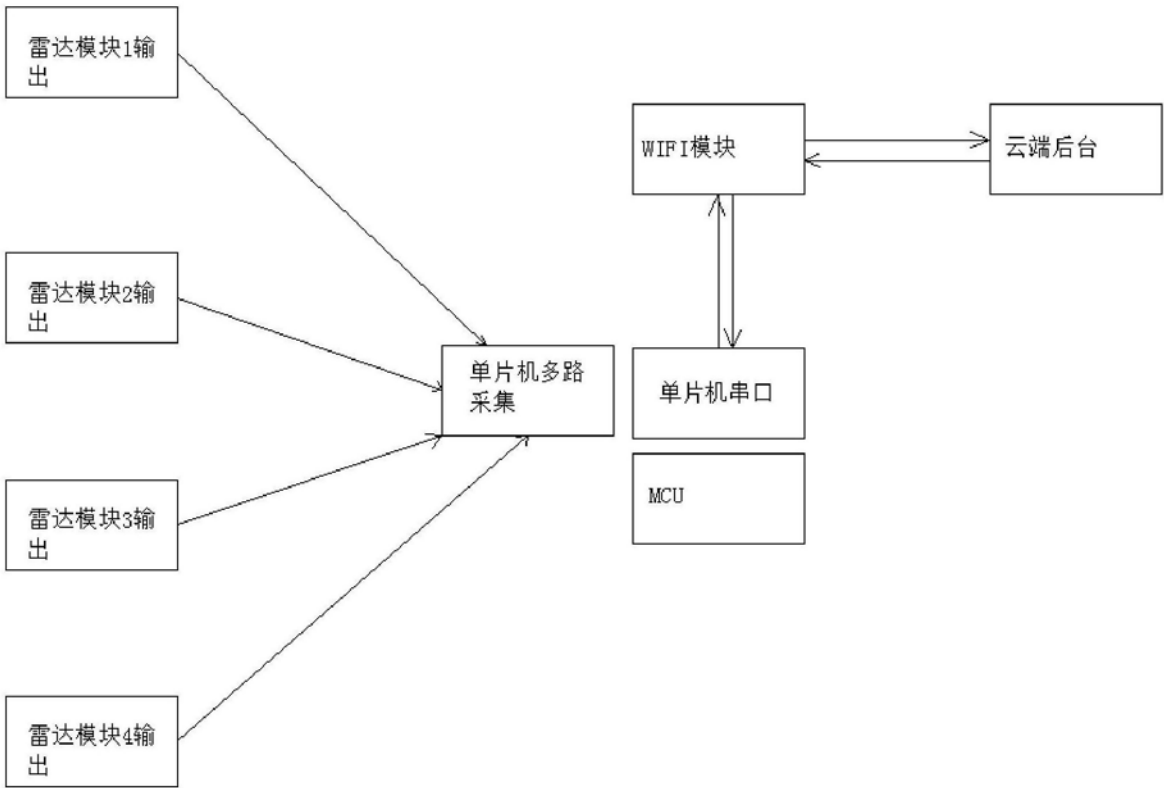


图6

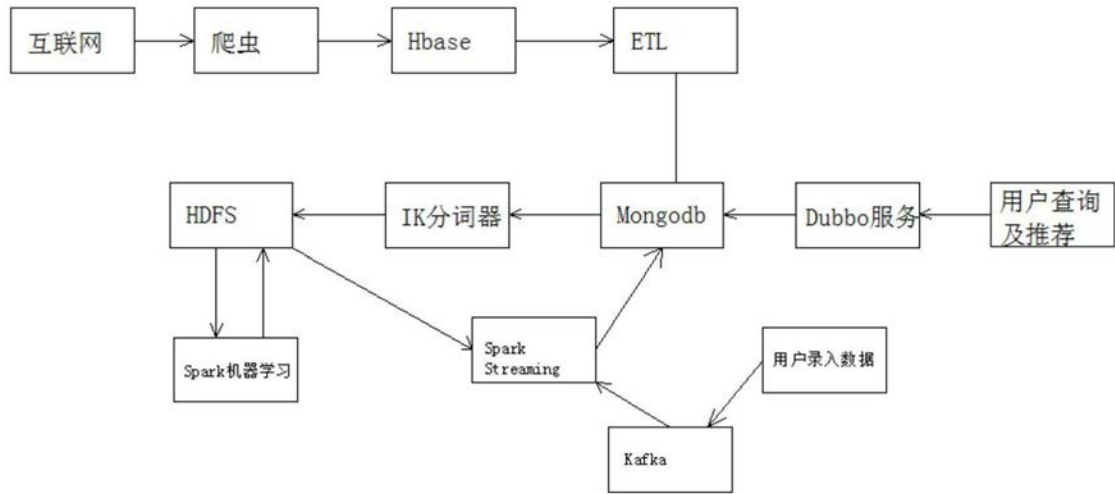


图7

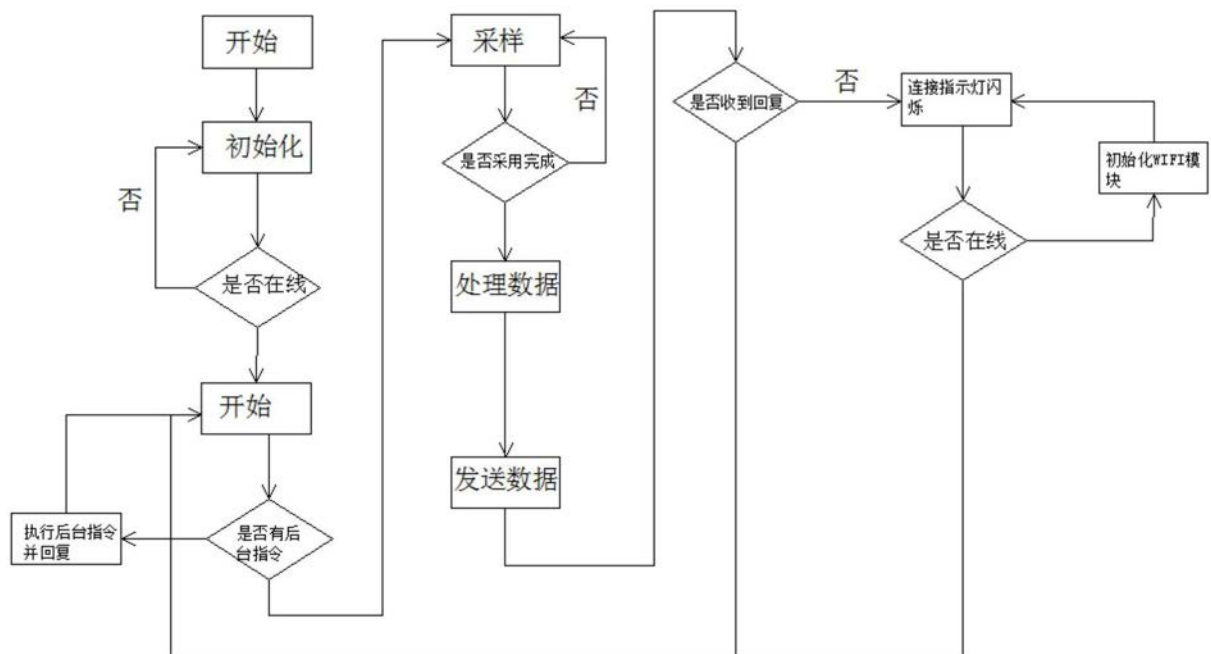


图8

```

graph TD
    Start1[开始] --> Init1[初始化]
    Init1 --> Online1{是否在线}
    Online1 -- 否 --> Start1
    Online1 -- 是 --> Sample[采样]
    Sample --> SampleDone{是否采样完成}
    SampleDone -- 否 --> Sample
    SampleDone -- 是 --> Process[处理数据]
    Process --> Send[发送数据]
    Send --> Reply{是否收到回复}
    Reply -- 否 --> Flash[连接指示灯闪烁]
    Flash --> Online2{是否在线}
    Online2 -- 是 --> InitMCU[初始化MCU模块]
    InitMCU --> Online2
    Online2 -- 否 --> Reply
    Reply -- 是 --> Start2[开始]
    Start2 --> Init2[初始化]
    Init2 --> Online3{是否在线}
    Online3 -- 否 --> Start2
    Online3 -- 是 --> Sample2[采样]
    Sample2 --> SampleDone2{是否采样完成}
    SampleDone2 -- 否 --> Sample2
    SampleDone2 -- 是 --> Process2[处理数据]
    Process2 --> Send2[发送数据]
    Send2 --> Reply2{是否收到回复}
    Reply2 -- 否 --> Flash2[连接指示灯闪烁]
    Flash2 --> Online4{是否在线}
    Online4 -- 是 --> InitMCU2[初始化MCU模块]
    InitMCU2 --> Online4
    Online4 -- 否 --> Reply2
    Reply2 -- 是 --> Start3[开始]
    Start3 --> Init3[初始化]
    Init3 --> Online5{是否在线}
    Online5 -- 否 --> Start3
    Online5 -- 是 --> Sample3[采样]
    Sample3 --> SampleDone3{是否采样完成}
    SampleDone3 -- 否 --> Sample3
    SampleDone3 -- 是 --> Process3[处理数据]
    Process3 --> Send3[发送数据]
    Send3 --> Reply3{是否收到回复}
    Reply3 -- 否 --> Flash3[连接指示灯闪烁]
    Flash3 --> Online6{是否在线}
    Online6 -- 是 --> InitMCU3[初始化MCU模块]
    InitMCU3 --> Online6
    Online6 -- 否 --> Reply3
    Reply3 -- 是 --> Start4[开始]
    Start4 --> Init4[初始化]
    Init4 --> Online7{是否在线}
    Online7 -- 否 --> Start4
    Online7 -- 是 --> Sample4[采样]
    Sample4 --> SampleDone4{是否采样完成}
    SampleDone4 -- 否 --> Sample4
    SampleDone4 -- 是 --> Process4[处理数据]
    Process4 --> Send4[发送数据]
    Send4 --> Reply4{是否收到回复}
    Reply4 -- 否 --> Flash4[连接指示灯闪烁]
    Flash4 --> Online8{是否在线}
    Online8 -- 是 --> InitMCU4[初始化MCU模块]
    InitMCU4 --> Online8
    Online8 -- 否 --> Reply4
    Reply4 -- 是 --> Start5[开始]
    Start5 --> Init5[初始化]
    Init5 --> Online9{是否在线}
    Online9 -- 否 --> Start5
    Online9 -- 是 --> Sample5[采样]
    Sample5 --> SampleDone5{是否采样完成}
    SampleDone5 -- 否 --> Sample5
    SampleDone5 -- 是 --> Process5[处理数据]
    Process5 --> Send5[发送数据]
    Send5 --> Reply5{是否收到回复}
    Reply5 -- 否 --> Flash5[连接指示灯闪烁]
    Flash5 --> Online10{是否在线}
    Online10 -- 是 --> InitMCU5[初始化MCU模块]
    InitMCU5 --> Online10
    Online10 -- 否 --> Reply5
    Reply5 -- 是 --> Start6[开始]
    Start6 --> Init6[初始化]
    Init6 --> Online11{是否在线}
    Online11 -- 否 --> Start6
    Online11 -- 是 --> Sample6[采样]
    Sample6 --> SampleDone6{是否采样完成}
    SampleDone6 -- 否 --> Sample6
    SampleDone6 -- 是 --> Process6[处理数据]
    Process6 --> Send6[发送数据]
    Send6 --> Reply6{是否收到回复}
    Reply6 -- 否 --> Flash6[连接指示灯闪烁]
    Flash6 --> Online12{是否在线}
    Online12 -- 是 --> InitMCU6[初始化MCU模块]
    InitMCU6 --> Online12
    Online12 -- 否 --> Reply6
    Reply6 -- 是 --> Start7[开始]
    Start7 --> Init7[初始化]
    Init7 --> Online13{是否在线}
    Online13 -- 否 --> Start7
    Online13 -- 是 --> Sample7[采样]
    Sample7 --> SampleDone7{是否采样完成}
    SampleDone7 -- 否 --> Sample7
    SampleDone7 -- 是 --> Process7[处理数据]
    Process7 --> Send7[发送数据]
    Send7 --> Reply7{是否收到回复}
    Reply7 -- 否 --> Flash7[连接指示灯闪烁]
    Flash7 --> Online14{是否在线}
    Online14 -- 是 --> InitMCU7[初始化MCU模块]
    InitMCU7 --> Online14
    Online14 -- 否 --> Reply7
    Reply7 -- 是 --> Start8[开始]
    Start8 --> Init8[初始化]
    Init8 --> Online15{是否在线}
    Online15 -- 否 --> Start8
    Online15 -- 是 --> Sample8[采样]
    Sample8 --> SampleDone8{是否采样完成}
    SampleDone8 -- 否 --> Sample8
    SampleDone8 -- 是 --> Process8[处理数据]
    Process8 --> Send8[发送数据]
    Send8 --> Reply8{是否收到回复}
    Reply8 -- 否 --> Flash8[连接指示灯闪烁]
    Flash8 --> Online16{是否在线}
    Online16 -- 是 --> InitMCU8[初始化MCU模块]
    InitMCU8 --> Online16
    Online16 -- 否 --> Reply8
    Reply8 -- 是 --> Start9[开始]
    Start9 --> Init9[初始化]
    Init9 --> Online17{是否在线}
    Online17 -- 否 --> Start9
    Online17 -- 是 --> Sample9[采样]
    Sample9 --> SampleDone9{是否采样完成}
    SampleDone9 -- 否 --> Sample9
    SampleDone9 -- 是 --> Process9[处理数据]
    Process9 --> Send9[发送数据]
    Send9 --> Reply9{是否收到回复}
    Reply9 -- 否 --> Flash9[连接指示灯闪烁]
    Flash9 --> Online18{是否在线}
    Online18 -- 是 --> InitMCU9[初始化MCU模块]
    InitMCU9 --> Online18
    Online18 -- 否 --> Reply9
    Reply9 -- 是 --> Start10[开始]
    Start10 --> Init10[初始化]
    Init10 --> Online19{是否在线}
    Online19 -- 否 --> Start10
    Online19 -- 是 --> Sample10[采样]
    Sample10 --> SampleDone10{是否采样完成}
    SampleDone10 -- 否 --> Sample10
    SampleDone10 -- 是 --> Process10[处理数据]
    Process10 --> Send10[发送数据]
    Send10 --> Reply10{是否收到回复}
    Reply10 -- 否 --> Flash10[连接指示灯闪烁]
    Flash10 --> Online20{是否在线}
    Online20 -- 是 --> InitMCU10[初始化MCU模块]
    InitMCU10 --> Online20
    Online20 -- 否 --> Reply10
    Reply10 -- 是 --> Start11[开始]
    Start11 --> Init11[初始化]
    Init11 --> Online21{是否在线}
    Online21 -- 否 --> Start11
    Online21 -- 是 --> Sample11[采样]
    Sample11 --> SampleDone11{是否采样完成}
    SampleDone11 -- 否 --> Sample11
    SampleDone11 -- 是 --> Process11[处理数据]
    Process11 --> Send11[发送数据]
    Send11 --> Reply11{是否收到回复}
    Reply11 -- 否 --> Flash11[连接指示灯闪烁]
    Flash11 --> Online22{是否在线}
    Online22 -- 是 --> InitMCU11[初始化MCU模块]
    InitMCU11 --> Online22
    Online22 -- 否 --> Reply11
    Reply11 -- 是 --> Start12[开始]
    Start12 --> Init12[初始化]
    Init12 --> Online23{是否在线}
    Online23 -- 否 --> Start12
    Online23 -- 是 --> Sample12[采样]
    Sample12 --> SampleDone12{是否采样完成}
    SampleDone12 -- 否 --> Sample12
    SampleDone12 -- 是 --> Process12[处理数据]
    Process12 --> Send12[发送数据]
    Send12 --> Reply12{是否收到回复}
    Reply12 -- 否 --> Flash12[连接指示灯闪烁]
    Flash12 --> Online24{是否在线}
    Online24 -- 是 --> InitMCU12[初始化MCU模块]
    InitMCU12 --> Online24
    Online24 -- 否 --> Reply12
    Reply12 -- 是 --> Start13[开始]
    Start13 --> Init13[初始化]
    Init13 --> Online25{是否在线}
    Online25 -- 否 --> Start13
    Online25 -- 是 --> Sample13[采样]
    Sample13 --> SampleDone13{是否采样完成}
    SampleDone13 -- 否 --> Sample13
    SampleDone13 -- 是 --> Process13[处理数据]
    Process13 --> Send13[发送数据]
    Send13 --> Reply13{是否收到回复}
    Reply13 -- 否 --> Flash13[连接指示灯闪烁]
    Flash13 --> Online26{是否在线}
    Online26 -- 是 --> InitMCU13[初始化MCU模块]
    InitMCU13 --> Online26
    Online26 -- 否 --> Reply13
    Reply13 -- 是 --> Start14[开始]
    Start14 --> Init14[初始化]
    Init14 --> Online27{是否在线}
    Online27 -- 否 --> Start14
    Online27 -- 是 --> Sample14[采样]
    Sample14 --> SampleDone14{是否采样完成}
    SampleDone14 -- 否 --> Sample14
    SampleDone14 -- 是 --> Process14[处理数据]
    Process14 --> Send14[发送数据]
    Send14 --> Reply14{是否收到回复}
    Reply14 -- 否 --> Flash14[连接指示灯闪烁]
    Flash14 --> Online28{是否在线}
    Online28 -- 是 --> InitMCU14[初始化MCU模块]
    InitMCU14 --> Online28
    Online28 -- 否 --> Reply14
    Reply14 -- 是 --> Start15[开始]
    Start15 --> Init15[初始化]
    Init15 --> Online29{是否在线}
    Online29 -- 否 --> Start15
    Online29 -- 是 --> Sample15[采样]
    Sample15 --> SampleDone15{是否采样完成}
    SampleDone15 -- 否 --> Sample15
    SampleDone15 -- 是 --> Process15[处理数据]
    Process15 --> Send15[发送数据]
    Send15 --> Reply15{是否收到回复}
    Reply15 -- 否 --> Flash15[连接指示灯闪烁]
    Flash15 --> Online30{是否在线}
    Online30 -- 是 --> InitMCU15[初始化MCU模块]
    InitMCU15 --> Online30
    Online30 -- 否 --> Reply15
    Reply15 -- 是 --> Start16[开始]
    Start16 --> Init16[初始化]
    Init16 --> Online31{是否在线}
    Online31 -- 否 --> Start16
    Online31 -- 是 --> Sample16[采样]
    Sample16 --> SampleDone16{是否采样完成}
    SampleDone16 -- 否 --> Sample16
    SampleDone16 -- 是 --> Process16[处理数据]
    Process16 --> Send16[发送数据]
    Send16 --> Reply16{是否收到回复}
    Reply16 -- 否 --> Flash16[连接指示灯闪烁]
    Flash16 --> Online32{是否在线}
    Online32 -- 是 --> InitMCU16[初始化MCU模块]
    InitMCU16 --> Online32
    Online32 -- 否 --> Reply16
    Reply16 -- 是 --> Start17[开始]
    Start17 --> Init17[初始化]
    Init17 --> Online33{是否在线}
    Online33 -- 否
```