



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105873201 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610408539.X

(22)申请日 2016.06.12

(71)申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38号

申请人 杭州质子科技有限公司

(72)发明人 潘赞 朱永光 钟一舟 朱怀宇  
俞毕洪 吴璠(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务有限  
公司 33241

代理人 王利强

(51)Int.Cl.

H04W 52/02(2009.01)

H04W 4/00(2009.01)

H04W 24/08(2009.01)

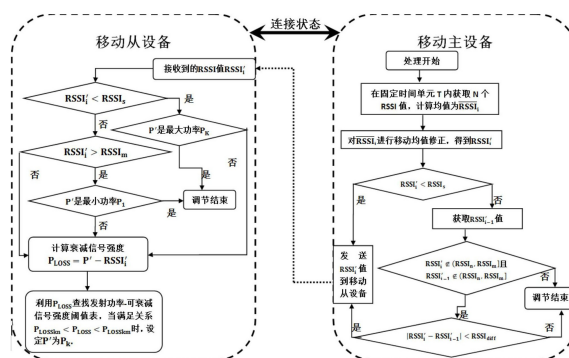
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

## (54)发明名称

一种基于RSSI的功率调节方法

## (57)摘要

一种基于RSSI的功率调节方法,所述方法应用于短距离无线通信的移动主设备和移动从设备之间,设定RSSI(接收信号强度指示)的丢包率临界值、安全阈值的上、下临界值以及发射功率-可衰减信号强度阈值表;利用移动主设备监测移动从设备的RSSI值并进行修正,利用修正后的RSSI值与丢包率临界值、安全阈值的上、下临界值进行比较来判断是否要发送修正后的RSSI值到移动从设备;移动从设备通过接收到的RSSI值来调节其发射功率。本发明可以根据实际应用的场景来优化移动从设备的功耗,从而延长移动从设备的电池使用寿命。



1. 一种基于RSSI的功率调节方法,所述方法应用于短距离无线通信的移动主设备和移动从设备之间,其特征在于:

所述移动主设备端的处理流程包括以下步骤:

步骤(1-1),移动主设备在固定的时间单元T内实时获得N个移动从设备的RSSI值,记为 $RSSI_j$ ,  $j=1, 2 \cdots N$ ,并取其均值,记为 $\overline{RSSI}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N RSSI_j$ ,  $i$ 为当前时刻下的时间单元;

步骤(1-2),移动主设备采用移动均值方法对均值 $\overline{RSSI}_i$ 进行处理,得到修正后的RSSI值 $RSSI'_i$ ;

步骤(1-3),移动主设备判断 $RSSI'_i$ 值是否小于设定的丢包率临界值 $RSSI_s$ ,即 $RSSI'_i < RSSI_s$ ,若是,进入步骤(1-6);否则,进入步骤(1-4);

步骤(1-4),判断前一时间单元的 $RSSI'_{i-1}$ 和当前时间单元的 $RSSI'_i$ 是否都不在设定的安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ 和下临界值 $RSSI_n$ 之间,即 $RSSI'_{i-1} \notin (RSSI_n, RSSI_m]$ 且 $RSSI'_i \notin (RSSI_n, RSSI_m]$ ,若是,进入步骤(1-5);否则,调节结束;

步骤(1-5),设稳定状态下的差阈值为 $RSSI_{diff}$ ,判断关系式 $|RSSI'_i - RSSI'_{i-1}| < RSSI_{diff}$ 是否成立:若是,进入步骤(1-6);否则,调节结束;

步骤(1-6),把 $RSSI'_i$ 值发送到移动从设备端;

所述移动从设备端的处理流程包括以下步骤:

步骤(1-7),判断接收到的 $RSSI'_i$ 值是否小于丢包率临界值 $RSSI_s$ ,即 $RSSI'_i < RSSI_s$ ,若是,进入步骤(1-8);否则,进入步骤(1-9);

步骤(1-8),移动从设备设定有K级发射功率 $P_k$ ,  $k=1, 2 \cdots K$ 且 $P_1 < P_2 < \cdots < P_K$ ,判断移动从设备工作的发射功率 $P'$ 是否为最大发射功率 $P_K$ ,若是,调节结束;否则,进入步骤(1-11);

步骤(1-9),判断接收到的 $RSSI'_i$ 值是否大于安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ ,即 $RSSI'_i > RSSI_m$ ,若是,进入步骤(1-10);否则,进入步骤(1-11);

步骤(1-10),判断移动从设备工作的发射功率 $P'$ 是否为最小发射功率 $P_1$ ,若是,则调节结束;否则,进入步骤(1-11);

步骤(1-11),根据 $RSSI'_i$ 值和当前发射功率 $P'$ 计算其衰减信号强度 $P_{LOSS} = P' - RSSI'_i$ ,根据衰减信号强度 $P_{LOSS}$ 查找发射功率-可衰减信号强度阈值表,当满足关系:

$$P_{LOSSkn} < P_{LOSS} < P_{LOSSkm}$$

时, $P_{LOSSkn}$ 、 $P_{LOSSkm}$ 分别为衰减信号强度阈值的下临界值和上临界值,调节移动从设备工作的发射功率 $P'$ 为 $P_k$ ,调节结束。

2. 如权利要求1所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:步骤(1-1)中,所述的时间单元T为功率调节的时间间隔,为任意时长的一段固定时间。

3. 如权利要求1或2所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:步骤(1-2)中,所使用的移动均值方法,其长度为3,公式为:

$$RSSI'_i = \frac{1}{3} * \overline{RSSI}_i + \frac{1}{3} * \overline{RSSI}_{i-1} + \frac{1}{3} * \overline{RSSI}_{i-2};$$

其中, $\overline{RSSI}_{i-1}$ 为*i*-1时刻RSSI值的均值, $\overline{RSSI}_{i-2}$ 为*i*-2时刻RSSI值的均值。

4. 如权利要求1或2所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:步骤(1-3)中,

丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>的设定方法为:当RSSI值小于某一值时会出现丢包现象,把此值作为丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>。

5.如权利要求4所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:步骤(1-4)中的安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>和上临界值RSSI<sub>m</sub>的设定步骤为:

步骤(1-4-1),安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>的设定方法为:在丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>和安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>之间设置RSSI<sub>buff</sub>的缓冲区,即安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>=RSSI<sub>s</sub>+RSSI<sub>buff</sub>;

步骤(1-4-2),安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>的设定方法为:采用相邻发射功率之间的最大差值作为安全阈值上、下临界值之间的差值,即安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>=RSSI<sub>n</sub>+max{P<sub>k</sub>-P<sub>k-1</sub>,k=2,3...K}。

6.根据权利要求1所述的功率调节方法,其特征在于,步骤(1-5)所述的稳定状态为:移动主设备与移动从设备以低于设定的某一速度v进行相对运动的状态,所述的差阈值RSSI<sub>diff</sub>由两设备之间的相对运动关系决定,记为:

$$RSSI_{diff} = 10 * \alpha * \log_{10} \left( \frac{vT}{D} + 1 \right)$$

其中, $\alpha$ 为环境衰减因子,T为固定时间单元,D为稳定状态下两设备间的最小距离。

7.如权利要求1或2所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:步骤(1-11)中的每级发射功率P<sub>k</sub>下的可衰减信号强度阈值的上临界值为P<sub>LOSSkn</sub>=P<sub>k</sub>-RSSI<sub>n</sub>,下临界值为P<sub>LOSSkm</sub>=P<sub>k</sub>-RSSI<sub>m</sub>,k=2,3...K,组成发射功率-可衰减信号强度阈值表1如下:

发射功率	可衰减信号强度阈值
P <sub>1</sub>	(P <sub>LOSS1n</sub> , P <sub>LOSS1m</sub> )
P <sub>2</sub>	(P <sub>LOSS2n</sub> , P <sub>LOSS2m</sub> )
...	...
P <sub>K</sub>	(P <sub>LOSSKn</sub> , P <sub>LOSSKm</sub> )

表1。

8.如权利要求6所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:步骤(1-11)中根据衰减信号强度P<sub>LOSS</sub>查找发射功率-可衰减信号强度阈值表的查找方式为:从最小发射功率P<sub>1</sub>下的可衰减信号强度阈值(P<sub>LOSS1n</sub>,P<sub>LOSS1m</sub>)开始向最大发射功率P<sub>K</sub>下的可衰减信号强度阈值(P<sub>LOSSKn</sub>,P<sub>LOSSKm</sub>)查找,直至满足条件:

$$P_{LOSSkn} < P_{LOSS} < P_{LOSSkm}$$

9.如权利要求1或2所述的一种基于RSSI的功率调节方法,其特征在于:所述丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>,安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>,以及K级发射功率下的发射功率-可衰减信号强度阈值表放在移动从设备端;丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>,安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>,安全阈值的下临

界值RSSI<sub>n</sub>放在移动主设备端。

## 一种基于RSSI的功率调节方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及短距离无线通信的低功耗技术领域,尤其涉及一种基于RSSI的功率调节方法。

### 背景技术

[0002] 近几年来,得益于电子元器件的微型化以及短距离无线通信技术的进步,移动设备得到了快速发展。以智能手机、平板电脑、运动手环、智能医疗设备为例的移动设备一般具有应用广泛、质量轻便、工作时间长等特点,既便于携带,又有诸多功能,既提高了人们的生活质量,又丰富了人们的物质和精神生活。

[0003] 在现有的移动设备中,用于数据传输而采用的无线通信协议所消耗的功耗在某些移动设备中占据总功耗的50%以上。然而,由于一些移动从设备需要满足质量轻便的特点,其电池容量一般会有所限制,从而导致设备不能长时间工作。

### 发明内容

[0004] 为了克服已有移动设备短距离无线通信方式的功耗较大、电池使用寿命较短的不足,本发明提供一种降低功耗、延长电池使用寿命的基于RSSI的功率调节方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于RSSI的功率调节方法,所述方法应用于短距离无线通信的移动主设备和移动从设备之间,

[0007] 所述移动主设备端的处理流程包括以下步骤:

[0008] 步骤(1-1),移动主设备在固定的时间单元T内实时获得N个移动从设备的RSSI值,记为 $RSSI_j$ ,  $j=1,2,\dots,N$ ,并取其均值,记为 $\overline{RSSI}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N RSSI_j$ ,  $i$ 为当前时刻下的时间单元;

[0009] 步骤(1-2),移动主设备采用移动均值方法对均值 $\overline{RSSI}_i$ 进行处理,得到修正后的RSSI值 $RSSI'_i$ ;

[0010] 步骤(1-3),移动主设备判断 $RSSI'_i$ 值是否小于设定的丢包率临界值 $RSSI_s$ ,即 $RSSI'_i < RSSI_s$ ,若是,进入步骤(1-6);否则,进入步骤(1-4);

[0011] 步骤(1-4),判断前一时间单元的 $RSSI'_{i-1}$ 和当前时间单元的 $RSSI'_i$ 是否都不在设定的安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ 和下临界值 $RSSI_n$ 之间,即 $RSSI'_{i-1} \notin (RSSI_n, RSSI_m]$ 且 $RSSI'_i \notin (RSSI_n, RSSI_m]$ ,若是,进入步骤(1-5);否则,调节结束;

[0012] 步骤(1-5),设稳定状态下的差阈值为 $RSSI_{diff}$ ,判断关系式 $|RSSI'_i - RSSI'_{i-1}| < RSSI_{diff}$ 是否成立:若是,进入步骤(1-6);否则,调节结束;

[0013] 步骤(1-6),把 $RSSI'_i$ 值发送到移动从设备端;

[0014] 所述移动从设备端的处理流程包括以下步骤:

[0015] 步骤(1-7),判断接收到的 $RSSI'_i$ 值是否小于丢包率临界值 $RSSI_s$ ,即 $RSSI'_i < RSSI_s$ ,

RSSI<sub>s</sub>,若是,进入步骤(1-8);否则,进入步骤(1-9);

[0016] 步骤(1-8),移动从设备设定有K级发射功率P<sub>k</sub>,k=1,2...K且P<sub>1</sub><P<sub>2</sub>...<P<sub>K</sub>,判断移动从设备工作的发射功率P'是否为最大发射功率P<sub>K</sub>,若是,调节结束;否则,进入步骤(1-11);

[0017] 步骤(1-9),判断接收到的RSSI<sub>i</sub>'值是否大于安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>,即RSSI<sub>i</sub>'>RSSI<sub>m</sub>,若是,进入步骤(1-10);否则,进入步骤(1-11);

[0018] 步骤(1-10),判断移动从设备工作的发射功率P'是否为最小发射功率P<sub>1</sub>,若是,则调节结束;否则,进入步骤(1-11);

[0019] 步骤(1-11),根据RSSI<sub>i</sub>'值和当前发射功率P'计算其衰减信号强度P<sub>LOSS</sub>=P'-RSSI<sub>i</sub>',根据衰减信号强度P<sub>LOSS</sub>查找发射功率-可衰减信号强度阈值表,当满足关系:

[0020]  $P_{LOSSkn} < P_{LOSS} < P_{LOSSkm}$

[0021] 时,P<sub>LOSSkn</sub>、P<sub>LOSSkm</sub>分别为衰减信号强度阈值的下临界值和上临界值,调节移动从设备工作的发射功率P'为P<sub>k</sub>,调节结束。

[0022] 进一步,步骤(1-1)中,所述的时间单元T为功率调节的时间间隔,为任意时长的一段固定时间。

[0023] 再进一步,步骤(1-2)中,所使用的移动均值方法,其长度为3,公式为:

[0024] 
$$RSSI'_i = \frac{1}{3} * \overline{RSSI_i} + \frac{1}{3} * \overline{RSSI_{i-1}} + \frac{1}{3} * \overline{RSSI_{i-2}};$$

[0025] 其中, $\overline{RSSI_{i-1}}$ 为i-1时刻RSSI值的均值, $\overline{RSSI_{i-2}}$ 为i-2时刻RSSI值的均值。

[0026] 更进一步,步骤(1-3)中,丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>的设定方法为:当RSSI值小于某一值时会出现丢包现象,把此值作为丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>。

[0027] 步骤(1-4)中的安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>和上临界值RSSI<sub>m</sub>的设定步骤为:

[0028] 步骤(1-4-1),安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>的设定方法为:在丢包率临界值RSSI<sub>s</sub>和安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>之间设置RSSI<sub>buff</sub>的缓冲区,即安全阈值的下临界值RSSI<sub>n</sub>=RSSI<sub>s</sub>+RSSI<sub>buff</sub>;

[0029] 步骤(1-4-2),安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>的设定方法为:采用相邻发射功率之间的最大差值作为安全阈值上、下临界值之间的差值,即安全阈值的上临界值RSSI<sub>m</sub>=RSSI<sub>n</sub>+max{P<sub>k</sub>-P<sub>k-1</sub>,k=2,3...K}。

[0030] 步骤(1-5)所述的稳定状态为:移动主设备与移动从设备以低于设定的某一速度v进行相对运动的状态,所述的差阈值RSSI<sub>diff</sub>由两设备之间的相对运动关系决定,记为:

[0031] 
$$RSSI_{diff} = 10 * \alpha * \log_{10} \left( \frac{vT}{D} + 1 \right)$$

[0032] 其中,α为环境衰减因子,T为固定时间单元,D为稳定状态下两设备间的最小距离。

[0033] 步骤(1-11)中的每级发射功率P<sub>k</sub>下的可衰减信号强度阈值的上临界值为P<sub>LOSSkm</sub>=P<sub>k</sub>-RSSI<sub>n</sub>,下临界值为P<sub>LOSSkn</sub>=P<sub>k</sub>-RSSI<sub>m</sub>,k=2,3...K,组成发射功率-可衰减信号强度阈值表1如下:

[0034]	发射功率	可衰减信号强度阈值
	$P_1$	$(P_{LOSS1n}, P_{LOSS1m})$
	$P_2$	$(P_{LOSS2n}, P_{LOSS2m})$
	...	...
	$P_K$	$(P_{LOSSKn}, P_{LOSSKm})$

[0035] 表1。

[0036] 步骤(1-11)中根据衰减信号强度 $P_{LOSS}$ 查找发射功率-可衰减信号强度阈值表的查找方式为:从最小发射功率 $P_1$ 下的可衰减信号强度阈值 $(P_{LOSS1n}, P_{LOSS1m})$ 开始向最大发射功率 $P_K$ 下的可衰减信号强度阈值 $(P_{LOSSKn}, P_{LOSSKm})$ 查找,直至满足条件:

[0037]  $P_{LOSSKn} < P_{LOSS} < P_{LOSSKm}$ 。

[0038] 所述丢包率临界值 $RSSI_s$ ,安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ ,以及K级发射功率下的发射功率-可衰减信号强度阈值表放在移动从设备端;丢包率临界值 $RSSI_s$ ,安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ ,安全阈值的下临界值 $RSSI_n$ 放在移动主设备端。

[0039] 本发明的技术构思为:对于现有的短距离无线网络而言,移动主、从设备之间存在数据通信的同时,也存在对对方信号强度的监测,应用短距离无线通信中移动主设备和移动从设备之间的低功耗技术,移动主设备通过监测移动从设备的RSSI值进行分析并处理来调节,可以实现对移动从设备功率的有效调节,进而降低移动从设备的功耗,增加移动从设备的电池的使用寿命。

[0040] 本发明的有益效果主要表现在:可以根据实际应用的场景来优化移动从设备的功耗,从而延长移动从设备的电池使用寿命。

## 附图说明

[0041] 图1为本发明所述的基于RSSI的功率调节方法的流程图;

[0042] 图2为本发明实施例中所属的功率调节方法的结构图;

[0043] 图3为本发明实施例中所设置的三个RSSI临界值的示意图。

## 具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0045] 参照图1~图3,一种基于RSSI的功率调节方法,所述方法应用于短距离无线通信的移动主设备和移动从设备之间,

[0046] 移动主设备端包括以下步骤:

[0047] 步骤(1-1),移动主设备在固定的时间单元T内实时获得N个移动从设备的RSSI值,

记为 $RSSI_j (j=1, 2 \cdots N)$ , 并取其均值, 记为 $\overline{RSSI_i} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N RSSI_j$  ( $i$  为当前时刻下的时间单元);

[0048] 步骤(1-2), 移动主设备采用移动均值方法对均值 $\overline{RSSI_i}$ 进行处理, 得到修正后的RSSI值 $RSSI_i'$ ;

[0049] 步骤(1-3), 移动主设备判断 $RSSI_i'$ 值是否小于设定的丢包率临界值 $RSSI_s$ , 即 $RSSI_i' < RSSI_s$ , 若是, 进入步骤(1-6); 否则, 进入步骤(1-4);

[0050] 步骤(1-4), 判断前一时间单元的 $RSSI'_{i-1}$ 和当前时间单元的 $RSSI_i'$ 是否都不在设定的安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ 和下临界值 $RSSI_n$ 之间, 即 $RSSI'_{i-1} \notin (RSSI_n, RSSI_m]$ 且 $RSSI_i' \notin (RSSI_n, RSSI_m]$ , 若是, 进入步骤(1-5); 否则, 调节结束;

[0051] 步骤(1-5), 判断关系式 $|RSSI_i' - RSSI'_{i-1}| < RSSI_{diff}$ 是否成立: 若是, 进入步骤(1-6); 否则, 调节结束;

[0052] 步骤(1-6), 把 $RSSI_i'$ 值发送到移动从设备端。

[0053] 移动从设备端包括以下步骤:

[0054] 步骤(1-7), 判断接收到的 $RSSI_i'$ 值是否小于丢包率临界值 $RSSI_s$ , 即 $RSSI_i' < RSSI_s$ , 若是, 进入步骤(1-8); 否则, 进入步骤(1-9);

[0055] 步骤(1-8), 移动从设备设定有K级发射功率 $P_k (k=1, 2 \cdots K \text{ 且 } P_1 < P_2 \cdots < P_K)$ , 判断移动从设备工作的发射功率 $P'$ 是否为最大发射功率 $P_K$ , 若是, 调节结束; 否则, 进入步骤(1-11);

[0056] 步骤(1-9), 判断接收到的 $RSSI_i'$ 值是否大于安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ , 即 $RSSI_i' > RSSI_m$ , 若是, 进入步骤(1-10); 否则, 进入步骤(1-11);

[0057] 步骤(1-10), 判断移动从设备工作的发射功率 $P'$ 是否为最小发射功率 $P_1$ , 若是, 则调节结束; 否则, 进入步骤(1-11);

[0058] 步骤(1-11), 根据 $RSSI_i'$ 值和当前发射功率 $P'$ 计算其衰减信号强度 $P_{LOSS} = P' - RSSI_i'$ , 根据衰减信号强度 $P_{LOSS}$ 查找发射功率-可衰减信号强度阈值表, 当满足关系:

[0059]  $P_{LOSSkn} < P_{LOSS} < P_{LOSSkm}$

[0060] 时, 调节移动从设备工作的发射功率 $P'$ 为 $P_k$ , 调节结束。

[0061] 所述的移动主设备和移动从设备处于无线连接状态;

[0062] 步骤(1-1)中所述的时间单元T为功率调节的时间间隔, 可为任意时长的一段固定时间

[0063] 步骤(1-2)中所使用的移动均值方法, 其长度为3, 公式为:

[0064]  $RSSI_i' = \frac{1}{3} * \overline{RSSI_i} + \frac{1}{3} * \overline{RSSI_{i-1}} + \frac{1}{3} * \overline{RSSI_{i-2}}$ ;

[0065] 步骤(1-3)中的丢包率临界值 $RSSI_s$ 的设定方法为: 当RSSI值小于某一值时会出现丢包现象, 把此值作为丢包率临界值 $RSSI_s$ ;

[0066] 步骤(1-4)中的安全阈值的下临界值 $RSSI_n$ 和上临界值 $RSSI_m$ 的设定步骤为:

[0067] 步骤(1-4-1), 安全阈值的下临界值 $RSSI_n$ 的设定方法为: 在丢包率临界值 $RSSI_s$ 和安全阈值的下临界值 $RSSI_n$ 之间设置 $RSSI_{buff}$ 的缓冲区, 即安全阈值的下临界值 $RSSI_n = RSSI_s + RSSI_{buff}$ ;



[0068] 步骤(1-4-2),安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ 的设定方法为:采用相邻发射功率之间的最大差值作为安全阈值上、下临界值之间的差值,即安全阈值的上临界值 $RSSI_m = RSSI_n + \max\{P_k - P_{k-1}, k=2, 3 \cdots K\}$ 。

[0069] 步骤(1-5)所述的稳定状态为:移动主设备与移动从设备以低于设定的某一速度 $v$ 进行相对运动的状态,所述的差阈值 $RSSI_{diff}$ 由两设备之间的相对运动关系决定,记为:

$$[0070] \quad RSSI_{diff} = 10 * \alpha * \log_{10} \left( \frac{vT}{D} + 1 \right)$$

[0071] 其中, $\alpha$ 为环境衰减因子, $T$ 为固定时间单元, $D$ 为稳定状态下两设备间的最小距离。

[0072] 步骤(1-11)中的每级发射功率 $P_k (k=2, 3 \cdots K)$ 下的可衰减信号强度阈值的上临界值为 $P_{LOSSk_n} = P_k - RSSI_n$ ,下临界值为 $P_{LOSSk_m} = P_k - RSSI_m$ ,组成发射功率-可衰减信号强度阈值表1如下:

	发射功率	可衰减信号强度阈值
[0073]	$P_1$	$(P_{LOSS1_n}, P_{LOSS1_m})$
	$P_2$	$(P_{LOSS2_n}, P_{LOSS2_m})$
	...	...
	$P_K$	$(P_{LOSSK_n}, P_{LOSSK_m})$

[0074] 表1

[0075] 步骤(1-11)中根据衰减信号强度 $P_{LOSS}$ 查找发射功率-可衰减信号强度阈值表的查找方式为:从最小发射功率 $P_1$ 下的可衰减信号强度阈值 $(P_{LOSS1_n}, P_{LOSS1_m})$ 开始向最大发射功率 $P_K$ 下的可衰减信号强度阈值 $(P_{LOSSK_n}, P_{LOSSK_m})$ 查找,直至满足条件:

[0076]  $P_{LOSSk_n} < P_{LOSS} < P_{LOSSk_m}$ ;

[0077] 所述丢包率临界值 $RSSI_s$ ,安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ ,以及 $K$ 级发射功率下的发射功率-可衰减信号强度阈值表放在移动从设备端;丢包率临界值 $RSSI_s$ ,安全阈值的上临界值 $RSSI_m$ ,安全阈值的下临界值 $RSSI_n$ 放在移动主设备端。

[0078] 本实施例包括如下的步骤:利用移动主设备监测移动从设备的RSSI(接收信号强度指示)值;对监测到的RSSI值使用移动均值方法进行修正;设定丢包率临界值,安全阈值中的上、下临界值以及每级发射功率下的可衰减信号强度阈值; $RSSI_{diff}$ 值的设定;移动主设备利用监测并修正后的RSSI值和临界值进行比较并判断是否要发送修正的RSSI值到移动从设备;移动从设备根据接收到的RSSI值调节发射功率。

[0079] 本实施例采用的移动主设备为小米4代手机,移动从设备为心电监测设备。

[0080] 实验中心电监测设备和小米手机处于连接状态,并且小米手机采集心电监测设备的RSSI值。

[0081] 首先,确定RSSI的三个阈值并建立发射功率-可衰减信号强度阈值表。心电监测设

备佩戴在人体上,并在4dB的固定发射功率下工作,每秒发送50个心电数据包到手机终端;手机终端对心电监测设备的RSSI值以及心电数据值进行保存。在实验过程中,心电监测设备佩戴在人体胸前,人体与手机由近及远且每隔1米距离进行测试(共测试15米),每个固定位置测试时间为三分钟;手机设备存储每个位置三分钟的RSSI值和心电监测设备发来的心电数据,用于之后分析其RSSI值与数据丢包率的关系。经分析发现,当RSSI值小于-85dB时,开始有数据丢失,则设定丢包率临界值 $RSSI_s$ 为-85dB。

[0082] 缓冲区选取5dB,即 $RSSI_{buff}$ 为5,则可得到安全阈值的上临界值为 $RSSI_n$ 为-80dB。

[0083] 心电监测设备的发射功率等级共6级,为[4,0,-8,-16,-20,-30],可知其相邻等级的最大差值为10dB,则可得安全阈值的上临界值为-70dB。

[0084] 利用以上三种临界值和6个等级的发射功率建立发射功率-可衰减信号强度阈值表,如表2所示:

[0085]	发射功率	可衰减信号强度 阈值
	4dB	(74dB,84dB)
	0dB	(70dB,80dB)
	-8dB	(62dB,72dB)
	-16dB	(54dB,64dB)
	-20dB	(50dB,60dB)
	-30dB	(40dB,50dB)

[0086] 表2

[0087] 设定速度上限 $v$ 为0.25m/s, $T$ 为1s,最小距离 $D$ 为1m,可得到稳定状态下的差阈值 $RSSI_{diff}$ 为2dB。

[0088] 其次,本实施例设计两组实验,其实验场景分别为静止场景、步行场景。

[0089] 静止场景的设置:心电监测设备佩戴在胸前,手持智能手机设备,人体处于静止状态。

[0090] 步行场景的设置:采用心电监测设备佩戴在胸前,手持智能手机设备,在室内来回走动。

[0091] 第三,其实验过程如下:

[0092] 在手机端开启10ms定时器,以100Hz采样率采集RSSI值(每秒采集100个RSSI值),先取均值,再使用移动均值方法修正,得到修正后的RSSI值 $RSSI_i'$ ,此值用于后续的数据处

理。

[0093] 在静止的场景下开始时,设备以4dB发射功率工作,开始监测到设备RSSI值为-63dB,在第二秒时为-62.7dB,监测到相邻RSSI差值小于2dB,则进行调节,此处调节到-8dB处,使得监测到的新的RSSI值在-78dB上下波动,而发射功率稳定在-8dB,实验两分钟。

[0094] 在步行场景下开始时,设备以0dB发射功率工作,监测到RSSI<sub>i</sub>'值超出-70dB,等稳定后经过计算需要调节到-8dB发射功率,而在-8dB工作时,其RSSI值又会超出-80dB,待其稳定下来再进行调节到0dB,这样在此场景下在两等级发射功率之间来回调节,实验共两分钟。

[0095] 第四,实施例结果分析:

[0096] 对于以上两种场景分析其实验结果。本实施例采用运行功率调节方法下的功耗和没有运行功率调节方法(最大发射功率4dB工作)下的功耗做比较。运行功率调节算法下的功耗采用下列公式先计算电流平均值 $I_{\text{average}}$ ,再使用公式 $P_{\text{BLE}} = V * I_{\text{average}}$ 计算其功耗 $P_{\text{BLE}}$ (其中V为3.3V),

$$[0097] \quad I_{\text{average}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

[0098] 其中n表示实验时间为n秒, $I_i$ 表示第i秒时刻的发射功率下的蓝牙通信电流值,其每个等级下的电流平均值如表3所示:

[0099]	发射功率	蓝牙通信电流平均值
	4dB	0.63mA
	0dB	0.52mA
	-8dB	0.45mA
[0100]	-16dB	0.43mA
	-20dB	0.42mA
	-30dB	0.42mA

[0101] 表3

[0102] 在没有运行功率调节算法时,其功耗为 $P_{\text{MAX}} = 3.3V * 0.63mA = 2.08mW$ 。那么使用功率调节算法下的通信功耗 $P_{\text{BLE}}$ 和不使用功率调节算法工作时的通信功耗 $P_{\text{MAX}}$ 进行比较,通过计算其百分比以及整个过程中的丢包率,来衡量本功率调节的效果。

$$[0103] \quad \eta = \frac{P_{\text{BLE}}}{P_{\text{MAX}}} * 100\%$$

[0104] 根据以上方法得出其结果如表4所示;

[0105]

实验场景	静止	步行
------	----	----

平均RSSI值	-78.68dB	-76.50dB
平均发射功率	-7.8dB	-5.78dB
丢包率	0	0
功耗	1.49mW	1.55mW
$\eta$	71.63%	74.35%

[0106] 表4

[0107] 以上说明为本发明的实施例,并不用以限制本发明。

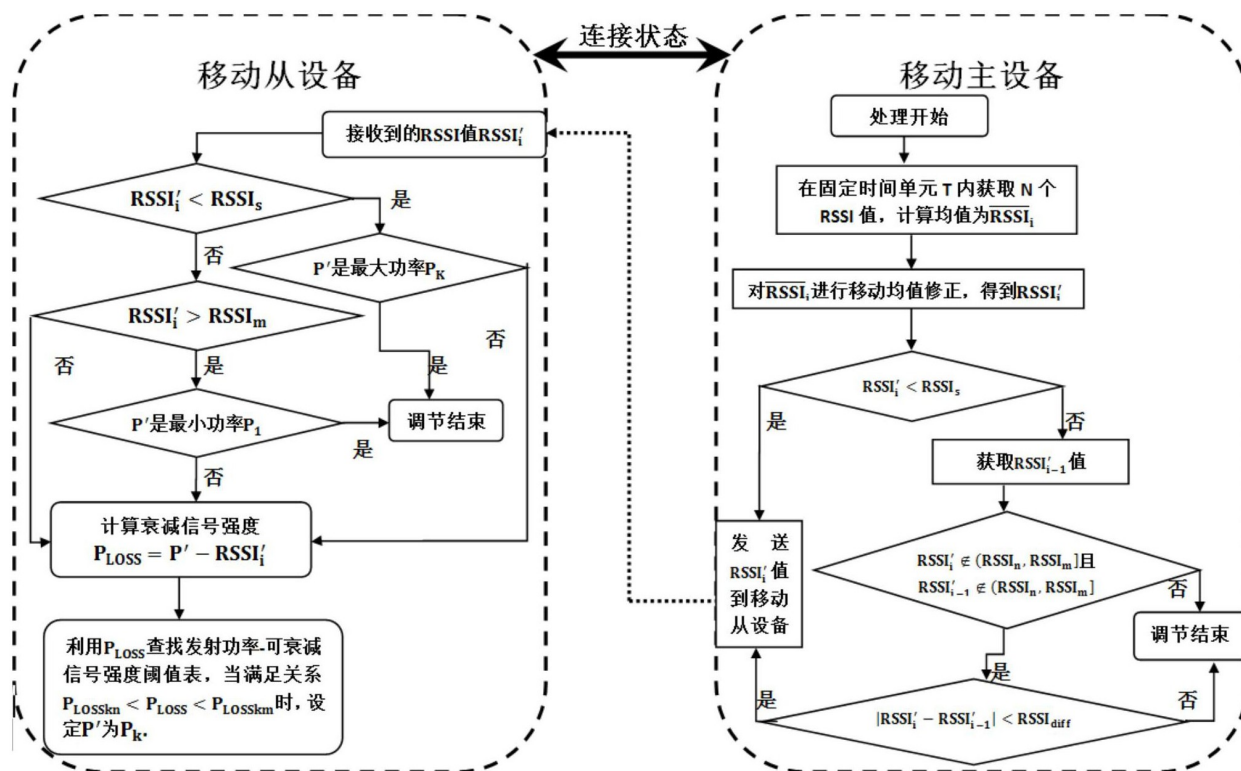


图1

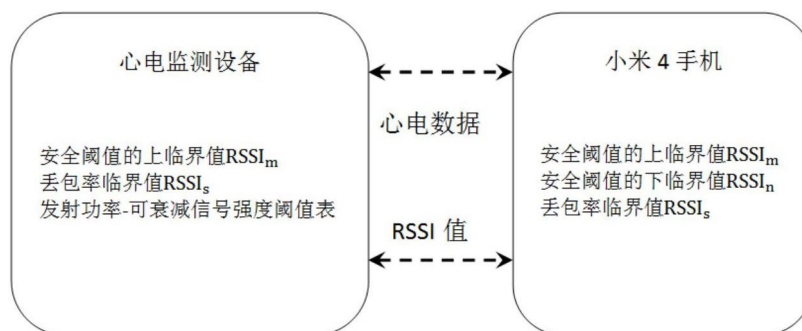


图2

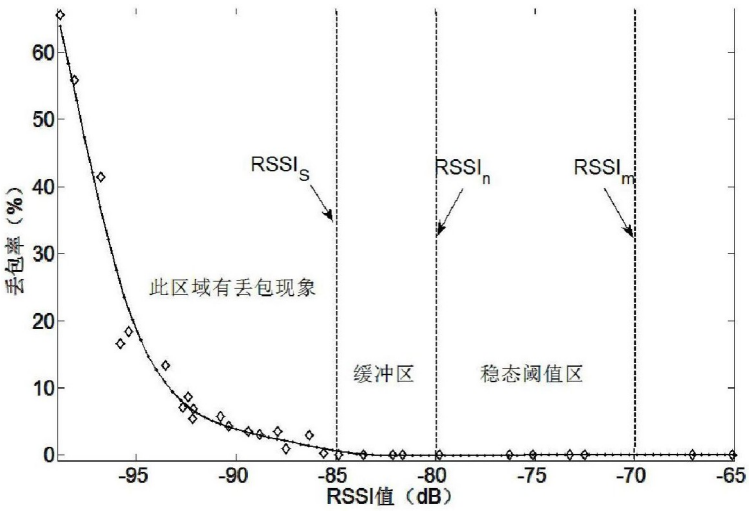


图3