**低功耗定位嵌入式软件设计需求**

修订记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 原内容 | 新内容 | 日期 |
| 1 | P5, 胸卡软件功能3, …后开始扫描beacon | P5, 胸卡软件功能3，…唤醒后如果5s内没有执行过扫描(避免频繁扫描)，开始扫描beacon | 20190331 |
| 2 | NA | P5增加5.3, 记录扫描得到的RSSI数据(dB值)；如果beacon设备有自定义字段数据发射，一并记录 | 20190331 |
| 3 | P7, 建议开发路径 | P7, 开发计划 | 20190409 |
| 4 | P5，周期（5-10分钟，可配置）读取电量数据，加入到广播中 | 周期（5-10分钟，可配置）读取电量数据/气压计/血氧(用作佩戴型标签)，加入到广播中 | 20190413 |
| 5 |  | P7，开发计划，phase II加入自研蓝牙信标部分 | 20190413 |
| 6 |  | 对第3节功能编号 | 20190414 |
| 7 | P8, LoRa网关和服务器 | 增加“除锐米LoRa网关外，提供一套基于RAK831的网关，以免锐米故障，并保证兼容性” | 20190427 |
| 8 |  | P3增加：业务服务器基本界面可参照<http://139.196.80.231/h5/test/temp/location.html> 或在此基础上修改，与嵌入式软件对接的接口请参见第五节。 | 20190427 |
| 9 |  | P10，增加第五节，对接功能描述 | 20190427 |
| 10 |  | P10，增加“优选采用蜂鸟地图编辑工具生成数字地图，并用蜂鸟SDK调用；” | 20190508 |
| 11 |  | P2，增加NB-IOT描述；P9，增加phase III 跑通NB流程 | 20190608 |
| 12 |  | P9，服务器软件与通信软件接口，供参考，另行讨论 | 20190608 |
| 13 |  | P9， phase III，增加“拉距测试” | 20190608 |

1. **低功耗定位系统架构与主要功能单元**

低功耗定位系统实现在工矿企业对作业员工和关键物流的安全位置管理。系统主要包括如下网络节点：

1. 蓝牙beacon
2. 员工胸卡
3. LoRa网关及服务器
4. 业务服务器及其他

蓝牙beacon (2640)

蓝牙observer (2640)

LoRa Node or NB

LoRa GW(1301)

LoRa/MQTT server

app server

web

web

web

单向广播

上报蓝牙测量值

胸卡

MQTT/CoAP client

Database（redis?）

NB server

其中：

1. 蓝牙beacon部署于厂区，典型间隔为10-20m，按照ibeacon协议，进行周期性广播；
2. 员工胸卡主要功能单元包括：蓝牙observer、LoRa node以及蜂鸣器、SOS求助按钮及显示屏等附件。蓝牙obsevser周期性或外部中断，触发进行beacon信号扫描，在扫描到有效信号后，通过LoRa node经由LoRa gateway/LoRa server向服务器传输；此外，也通过LoRa接收来自服务器的数据，在显示屏显示或触发蜂鸣器动作；
3. LoRa网关及服务器在员工胸卡和业务服务器之间交互数据；
4. 业务服务器通过web向企业管理层展示并分析数据。

在上述节点中，嵌入式软件主要在员工胸卡和蓝牙beacon中实现；业务服务器软件主要在工业服务器/PC机上实现。

对采用NB-IOT回传的胸卡，采用电信IOT云，无需自建无线网络。数据从电信IOT云获取。

根据硬件原型，

1. 蓝牙beacon设计如下：

电池

TI CC2640

RTC时钟(选焊)

加速度传感器(选焊)

其中TI CC2640作为核心器件，实现基本的蓝牙broadcaster功能，以及电量检测等功能，可由加速度传感器中断，可输入RTC作为外部时钟。蓝牙broadcaster作为核心功能，由TI或第三方提供例程作为参考，不改动蓝牙协议栈，只优化app工程。

1. 员工胸卡设计如下：

阅读按钮

其中2640单元包括TI CC2640、加速度传感器、蜂鸣器、LED指示灯、SOS按钮、显示屏(选焊)、消息阅读按钮(选焊)。CC2640不改动蓝牙协议栈，只优化app部分，实现扫描beacon功能，可参考advance\_scanibeacon例程、observer例程等；其他外设器件由CC2640中内置MCU控制，可参照advance\_test例程，具体功能见下文。

TI CC2640

加速度传感器

蜂鸣器

LED灯

显示屏(选焊）

SOS按钮

2640单元

电池

STM8L

SX1278

LoRa单元

胸卡

LoRa单元包括SX1278作为Lora收发信机、STM8L作为LoRa协议处理器。LoRa部分采用锐米提供的设计，一阶段尽量复用不修改。

CC2640内置MCU与STM8L通过UART串口通信(遵循锐米提供的协议)，用以上传数据和接收来自服务器的数据。

业务服务器基本界面可参照<http://139.196.80.231/h5/test/temp/location.html> 或在此基础上修改，与嵌入式软件对接的接口请参见第五节。

1. **数据流图与接口**

嵌入式系统主要数据流包括：

1. 蓝牙测量并上报
2. LoRa数据接收及显示，仅对配置显示屏的胸卡；
3. 一键报警
4. 其他数据流包括：低电量检测及上报等

其中：

1. 蓝牙测量并上报数据流和接口如下

TI CC2640

加速度传感器

蜂鸣器

LED灯

显示屏(选焊）

SOS按钮

阅读按钮

2640单元

电池

STM8L

SX1278

LoRa单元

Ibeacon广播

TI CC2640

中断唤醒

扫描数据组帧

唤醒

UART

beacon

胸卡

1

2

3

4

发往LoRa网关

1. LoRa数据接收及显示数据流和接口如下

TI CC2640

加速度传感器(选焊)

蜂鸣器

LED灯

显示屏(选焊）

SOS按钮

阅读按钮

2640单元

STM8L

SX1278

LoRa单元

中断唤醒

接收数据组帧

唤醒

UART

胸卡

1

2

3

4

5

6

1. 一键报警数据流和接口如下

TI CC2640

加速度传感器(选焊)

蜂鸣器

LED灯

显示屏(选焊）

SOS按钮

阅读按钮

2640单元

STM8L

SX1278

LoRa单元

中断唤醒

接收数据组帧

唤醒

UART

胸卡

5

3

4

2

1

1. **软件功能描述**

包括beacon和胸卡软件功能描述，其中:

* 1. **Beacon软件功能如下：**
     1. 广播数据

周期（1-2s，可配置）广播beacon数据；参照ibeacon或broadcaster例程；

* + 1. 读取传感器

周期（5-10分钟，可配置）读取电量数据/气压计/血氧（用作佩戴型标签），加入到广播中；

* + 1. ACC中断处理

若发生外部加速度传感器中断MCU，设置标志或读数加入到广播中；

* + 1. 空口升级

支持app空口升级；stack待定；参照空口加载例程；

* + 1. RTC时钟

可选读取RTC时钟，定时广播；

* + 1. beacon WDT
    2. beacon休眠
  1. 胸卡软件功能如下：

3.2.1 初始化

1) 2640及周边外设初始化，在内置MCU中控制：

2) 2640对Lora单元初始化，复用锐米例程；

* + 1. 休眠

1. Lora node休眠；
2. 2640休眠；
   * 1. 2640唤醒：
3. 加速度传感器中断，唤醒内置MCU；设置全局唤醒标识；唤醒后如果5s内没有执行过扫描(避免频繁扫描)，开始扫描beacon，执行功能5；(硬件：加速度传感器通过I2C接口连到2640)；优先级放低；
4. 定时唤醒：有显示屏的终端，周期默认设置为1分钟；无显示屏设置为3分钟；周期可配置；唤醒后开始检测电量，执行功能4；(硬件：低功耗模式下内部时钟还工作，显示屏是SPI接口)
5. 用户按下SOS按钮唤醒；执行一键报警功能；
6. 用户按下阅读按钮唤醒，分短时按下和长时按下，分别执行功能8.4和8.5；无显示屏的终端，无阅读按钮，无此唤醒功能；
   * 1. 电量检测

电池电量检测；（硬件支持读取电源电压）如果电量<=20%或2.x伏，启动电量告警灯闪烁5s；执行功能6，通过Lora进行电量数据发送；转入休眠状态；

如果电量>20%，启动2640扫描beacon，执行功能5；

* + 1. 2640扫描beacon

Beacon默认广播周期为2s，设置2\*2s+0.1s扫描定时器，在超时之前扫描并记录扫描数据；

定时器超时或扫描到4个beacon站后，停止扫描；可参照TI或谷雨例程；

记录扫描得到的RSSI数据(dB值)；如果beacon设备有自定义字段数据发射，一并记录；

如果有效数据beacon不少于1个，通过Lora发送，否则转入休眠；通过lora发送时，带上标识，表明是加速度传感器触发还是定时触发；

* + 1. Lora数据发送

2640对要发送数据组帧，参照锐米Lora终端评估DEMO板说明书；

2640按协议（参照锐米终端说明书）唤醒Lora；（硬件对应管脚要处理，加上唤醒机制）

2640将数据通过UART发到Lora；进入睡眠模式，等待Lora单元唤醒；或发完之后紧接着读；参照锐米Lora终端评估DEMO板例程；

Lora单元通过lora网关发送到服务器；之后执行功能7，按class A接收数据；

* + 1. Lora数据接收及指示

此部分参照锐米例程，尽量不改.

Lora接收窗内如果有数据，STM8L唤醒2640 MCU；（硬件管脚支持唤醒）

2640按协议从Lora接收数据，可参照锐米例程；

Lora向2640发送完之后，应自动进入休眠模式；

2640收到完整数据后，判断是否SOS命令，如果不是SOS且无显示屏，进入休眠状态，如果是SOS且无显示屏，蜂鸣器间隔鸣响10s，然后进入休眠状态；如果有显示屏，存储数据（最多10条），间断鸣响蜂鸣器并闪烁，最长5s；

* + 1. Lora接收数据显示（对有显示屏的终端）

1. 如果用户在5s内按下阅读按钮，停止蜂鸣器和闪灯，打开显示屏，显示最新消息；可调用汉字库芯片以支持汉显；将存储的消息设已读标志，调用Lora发消息收到确认，不进入休眠模式；
2. 用户响应处理

用户在显示后5s内按下阅读按钮，关闭显示屏；进入休眠模式

如果5s内未再次按下按钮，再过5s后自动关闭显示屏；进入休眠模式；

如果5s内双击按钮，调用Lora发送拒绝接受消息的指示；进入休眠模式；

如果用户未在5s内按阅读按钮，停止蜂鸣器，仅闪灯；20s后进入休眠模式；

用户随时短按阅读按钮，唤醒2640，显示最新消息，如果新消息未设置已读标志，调用Lora发消息确认收到；关闭蜂鸣器，关闭闪灯，后续步骤同7.2；

用户随时长按阅读按钮或在8.4显示屏未关闭之前再次按下阅读按钮（看逻辑上如何实现更清晰），唤醒2640，滚动显示10条存储的消息，如果有消息未设置已读标志，调用Lora发消息确认收到；后续步骤同7.2；

* + 1. 一键报警

用户按下SOS键，中断唤醒2640；

检测按下时间，超过1.5s，不管用户是否松开按钮都进入SOS模式；如果按下时间不超过1.5s，进入休眠模式；

进入SOS后，立刻生成或调入SOS消息，包含ID、SOS标识；唤醒Lora，发SOS消息，执行功能6；

蜂鸣器间歇性长鸣；SOS指示灯闪烁；

2640执行功能5扫描beacon；以及功能6、7

循环从9.3执行到9.5；

用户短时内在SOS模式下再次按下SOS按钮，取消报警，关闭蜂鸣器、指示灯，生成取消SOS消息，通过Lora发送；进入休眠模式；

* + 1. 空口升级

1) 支持2640 app空口升级；stack待定（无外部flash）；

2) 支持Lora空口升级?

* + 1. WDT

避免程序跑飞后不能恢复

解决与低功耗模式如何共存；

* + 1. 编译lora node
    2. 移植lora node

**3.3 lora网关编译加载**

1. **开发计划**

参见ppt。

* 1. Phase I

1. 胸卡

基于蓝牙CC2640开发板，实现上述功能1-5、10-11；

蓝牙CC2640开发板通过杜邦线连接到LoRa模块，实现数据通过LoRa发送；

编译验证LoRaWAN Node代码；

1. 蓝牙信标

采用商用蓝牙beacon；

1. LoRa网关和服务器

搭建LoRa环境，包括网关和服务器；

除锐米LoRa网关外，提供一套基于RAK831的网关，以免锐米故障，并保证兼容性。

1. 跑通全流程

实现CC2640开发板扫描商用蓝牙beacon，将得到的测量数据通过LoRa上报，在LoRa服务器可看到上报的测量值；

* 1. Phase II

1. 自研蓝牙信标

在自研蓝牙信标硬件上，实现广播数据，包括周期（5-10分钟，可配置）读取电量数据/气压计/血氧，加入到广播中

1. 功能移植到胸卡上

移植上述功能到投板的胸卡；其中lora node部分采用STM8L+1278的方式

基于lora环境，完成流程验证；

1. 调测胸卡上的UWB模块；
2. 调测胸卡上的GPS模块；
3. 编译验证LoRa gateway代码；

胸卡部分原理图本周提供。

* 1. Phase III

Lora node部分移植LoraWAN协议到2640中运行，省去STM8L；

验证NB-IOT回传方式，跑通全流程；

拉距测试，包括蓝牙、LoRa和NB等无线通信技术。

1. **业务服务器软件与通信软件接口----供参考，另行讨论**

基本接口参考：对锐米网关，可参照《3步完全掌握lorawan server, 第3步： 调试》文档中第三节，跑通温湿度传感器全流程，理解业务服务器与嵌入式软件及LoRa服务器对接的方式和接口。

对基于RAK831的LoRa网关，可参照其网上说明。

* 1. 位置生成及呈现接口

1. 对本文所述低功耗定位，在采用锐米网关及LoRa服务器的场景下，可采用上述锐米方式，解析3.2.6中上报的蓝牙扫描数据，数据格式与胸卡软件部分对齐；解析成功后，加上服务器自身的当前时间信息，存入postgreSQL/redis数据库；
2. 根据解析得到的用户ID及扫描到的蓝牙beacon ID和RSSI，估计胸卡位置，加上前述当前时间信息，存入postreSQL/redis数据库；流程和数据格式可参考：

MQTT client数据接收

解析用户ID

解析扫描记录

查询用户姓名

解析成功，加上时间信息，存入数据库

根据beacon ID及设备配置，查询beacon位置

根据各beacon位置和RSSI，估计胸卡位置，先采用RSSI线性值对位置加权作为估计结果

加上时间信息，存入数据库

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 64bit ID | 姓名，最多10个汉字 | 时间(年月日-时分秒，或相对1970年秒数 | 三维相对坐标，浮点型，单位米 | 经纬度及高度坐标，格式同GNSS/GPS | 保留8bytes |

上述根据用户ID查询姓名、根据beacon ID和设备配置信息查询beacon坐标，可先自定义数据库。其中用户ID信息包括：姓名、性别、设备ID、类型说明及保留字段；beacon信息包括beacon ID、安装位置、是否可用标识、保留字段。

1. 参照<http://139.196.80.231/h5/test/temp/location.html> 中功能界面，定时访问2中所述数据库，并在页面上显示。
   1. 告警处置接口
2. 与5.1流程类似，解析用户上报数据，如果得到3.2.9中SOS报警信息，生成SOS告警，加上用户ID、姓名、当前时间、保留字段，存入数据库；
3. 与5.1流程类似，解析用户上报数据，如果得到3.2.4中低电量报警信息，生成低电量告警，加上用户ID、姓名、当前时间、保留字段，存入数据库；
4. 定时(1分钟，可配置)检索5.1中得到的用户位置信息，如果在当前时间往前3分钟内，没有用户位置信息，且用户设备处于可用状态，生成长时静止告警，加上用户ID、姓名、当前时间、保留字段，存入数据库；
5. 定时（3分钟，可配置）分析各指定区域内的用户数目，如果超出或低于预定数字，生成超员/缺员告警，加上用户ID、姓名、当前时间、保留字段，存入数据库；
6. 可参照<http://139.196.80.231/h5/test/temp/location.html> 中功能界面，定时访问上述数据库，并在页面上显示，也可简单打印结果；
   1. 用户寻呼接口
7. 启动线程，随机生成用户寻呼消息，包含用户ID、姓名、消息内容、当前时间、保留字段以及未发送标识，存入数据库；
8. 在解析并处理5.2/5.3中用户上报的数据后，查询该用户是否有需要发送的寻呼消息；
9. 如果有寻呼消息待发送，参照5.1中处理，调用函数向用户发送并计数，发送两次后，设置已发送标识；
   1. 其它
      1. 视频联动监控
10. 预先设置多个摄像头监控范围；
11. 对某个特定用户或特定区域，可在页面上点击按钮，控制对应摄像头开启，并在web页面显示拍摄的内容；可采用RTSP数据流；
    * 1. 数字地图生成
12. 优选采用蜂鸟地图编辑工具生成数字地图，并用蜂鸟SDK调用，[https://www.fengmap.com/fmAPI/help-fmdemo.html#FMMapGroups](https://www.fengmap.com/fmAPI/help-fmdemo.html" \l "FMMapGroups)，<https://www.fengmap.com/help-faq.html>；也可采用SVG格式，由JOSM或HTM5 canvas绘制；
13. 支持分区域导入数字地图，设置地图在web页面上坐标；用于5.2中功能验证；