**低功耗定位嵌入式软件设计需求**

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(1278)

LoRa GW(1301)

LoRa server

app server

web

web

web

单向广播

上报蓝牙测量值

胸卡

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。

根据硬件原型，

1. 蓝牙beacon设计如下：

TI CC2640

加速度传感器(选焊)

RTC时钟(选焊)

电池

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 Lora收发信机、STM8L 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。

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(轩焊）

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Beacon软件功能如下：

1. 周期（1-2s，可配置）广播beacon数据；参照ibeacon或broadcaster例程；
2. 周期（5-10分钟，可配置）读取电量数据，加入到广播中；
3. 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；
4. 支持app空口升级；stack待定；参照空口加载例程；
5. 可选读取RTC时钟，定时广播；

胸卡软件功能如下：

1. 初始化
   1. 2640及周边外设初始化，在内置MCU中控制：
   2. Lora单元初始化，复用锐米例程；
2. 进入休眠状态
   1. Lora node休眠；
   2. 2640休眠；
3. 2640唤醒，支持多种唤醒方式：
   1. 加速度传感器中断，唤醒内置MCU；唤醒后开始扫描beacon，执行功能5；(硬件：加速度传感器通过I2C接口连到2640)
   2. 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？)
   3. 用户按下SOS按钮唤醒；执行一键报警功能；
   4. 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；
4. 电量检测
   1. 电池电量检测；（硬件支持读取电源电压）
   2. 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；
   3. 如果电量>20%，启动2640扫描beacon，执行功能5；
5. 2640扫描beacon
   1. 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；
   2. 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；
   3. 如果有效数据beacon不少于1个，通过Lora发送，否则转入休眠
6. Lora数据发送
   1. 2640对要发送数据组帧，参照锐米Lora终端评估DEMO板说明书；
   2. 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）
   3. 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；
   4. 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；
7. Lora数据接收及指示—此部分参照锐米例程，尽量不改
   1. Lora接收窗内如果有数据，STM8L唤醒2640 MCU；（硬件管脚支持唤醒）
   2. 2640按协议从Lora接收数据，可参照锐米例程；
   3. Lora向2640发送完之后，应自动进入休眠模式；
   4. 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；
8. 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
      1. 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
      2. 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；
      3. 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；
   3. 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；
   4. 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；
   5. 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；
9. 一键报警
   1. 用户按下SOS键，中断唤醒2640；
   2. 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；
   3. 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；
   4. 蜂鸣器间歇性长鸣；SOS指示灯闪烁；
   5. 2640执行功能5扫描beacon；以及功能6、7
   6. 循环从9.3执行到9.5；
   7. 用户短时内双击SOS按钮或在SOS模式下再次按下SOS按钮（看哪种方式逻辑更清晰），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；
10. 空口升级

10.1 支持2640 app空口升级；stack待定（无外部flash）；

10.2 支持Lora空口升级?

11. WDT机制

11.1 避免程序跑飞后不能恢复

11.2 与低功耗模式如何共存；

1. 建议开发路径
2. Phase I

基于蓝牙开发板+LoRa模块，形成等效胸卡；

采用商用beacon，或蓝牙开发板实现beacon功能；

搭建LoRa环境（该环境现已调通）；

在此基础上，主要在蓝牙开发板完成功能验证；

1. Phase II

移植上述功能到后续投板的胸卡和beacon；

基于lora环境，完成流程验证。