

# UWB 技术在消防员位置定位系统研究与应用<sup>①</sup>

祖 军, 郝润科, 杨 光

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093)

**摘 要:** 设计一种基于无载波通信超宽带技术 (UWB), 对消防员的位置定位进行设计的系统, 克服了传统位置定位系统缺点, 并进一步提高对消防员的位置定位的精确度, 而且能够在室内发挥良好作用。超宽带定位技术具有功耗低、高速、抗多径效果好、安全性高, 特别是能够在定位方面能够提供非常高的精度等优点, 在无线电技术定位方面具有很大发展潜力。

**关键词:** UWB; 超宽带定位; 无线电技术

## System Research and Application Based on UWB Technology in Fire Location

ZU Jun, HAO Run-Ke, YANG Guang

(School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** The primary aim of this paper is a design based on carrier communication UWB Technology (UWB), and the fireman's position for the design of positioning system, which overcomes the traditional shortcomings of positioning system, and improves the fire location accuracy more, and can play a good role in indoor. UWB positioning technology has the advantages of low power consumption, high speed, multipath effect, high safety, and especially it can provide very high precision in positioning and has great development potential in radio positioning technology.

**Key word:** UWB; Positioning system positioning; radio technology

### 1 引言

UWB (UltraWideband) 是一种无载波通信超宽带通信技术, 利用纳秒至微微秒级的窄脉冲传输数据。通过在较宽的频谱上传送极低功率的无线信号, UWB 能在 10 米左右的范围内实现数百 Mbit/s 至数 Gbit/s 的数据传输速率。同时具有抗干扰性能强、传输速率高、带宽极宽、消耗电能小、发送功率小等诸多优势, 主要应用于室内通信、高速无线 LAN、家庭网络、无绳电话、安全检测、位置测定、雷达等领域。传统定位系统只能在户外定位, 功耗大, 定位误差大 (误差在 5-10m 之间), 容易受到干扰等不足。而超宽带定位技术 (UWB) 具有功耗低、高速、抗多径效果好、安全性高, 特别表格的方式集中显示后台数据库中的数据, 这种类型的页面对于数据集成等现实应用具有重要意义, 抽取准确度也相对较高。本文针对于数据密集型是能够在定位方面能够提供非常高的精度 (1m 左

右) 优点, 本文设计主要超宽带定位技术 (UWB) 对室内消防员的位置进行定位, 具有比传统定位设备拥有更好的定位效果。

### 2 系统结构

该系统结构主要由多块 UWB 模块、STM32MCU、串口连接电路和无线接受电路组成 (图 1)。可实现串口数据的无线接受, 即: 定位系统发射部分主要由 UWB 定位参考点 1, 2, 3, 4、定位移动模块、定位接收主机 STM32MCU 组成。

如图 1 接受部分主要由多块 UWB 移动模块, STM32 等, 上述图 1 用一块 UWB 移动模块说明, 首先确定定位参考点 1, 2, 3, 4 距离是固定的, 拥有固定距离后, UWB 移动模块向 STM32 单片机发送数据时, 在单片机中计算出 UWB 移动模块到 UWB 定位参考点距离  $L_1, L_2, L_3, L_4$ , 在 STM32 单片机上的

<sup>①</sup> 收稿时间:2011-12-17;收到修改稿时间:2012-02-27

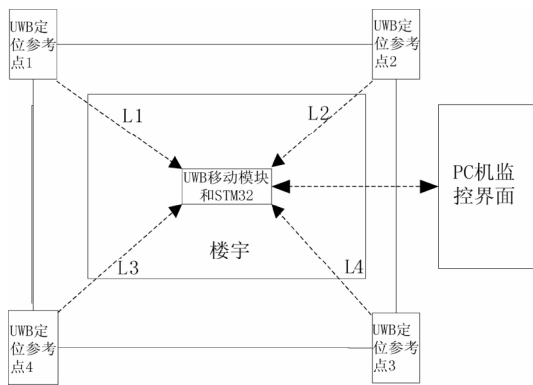


图 1 系统结构电路图

UWB 定位移动模块放置在消防员身上，当 STM32 单片机读取 UWB 的数据的时候，通过中断串口 USART 3 来接受数据，在 STM32 单片机中设定程序计算出单片机上定位模块到参考点的距离 L1, L2, L3, L4，就可以得知消防员的位置。得到消防员位置以后，通过无线串口模块发送给 PC 机，同时 PC 在上位机软件界面显示消防员离参考点的位置。

### 3 硬件电路

本系统硬件电路主要 STM32MCU，UWB 移动模块，XL05-232AP01（如图 2）。

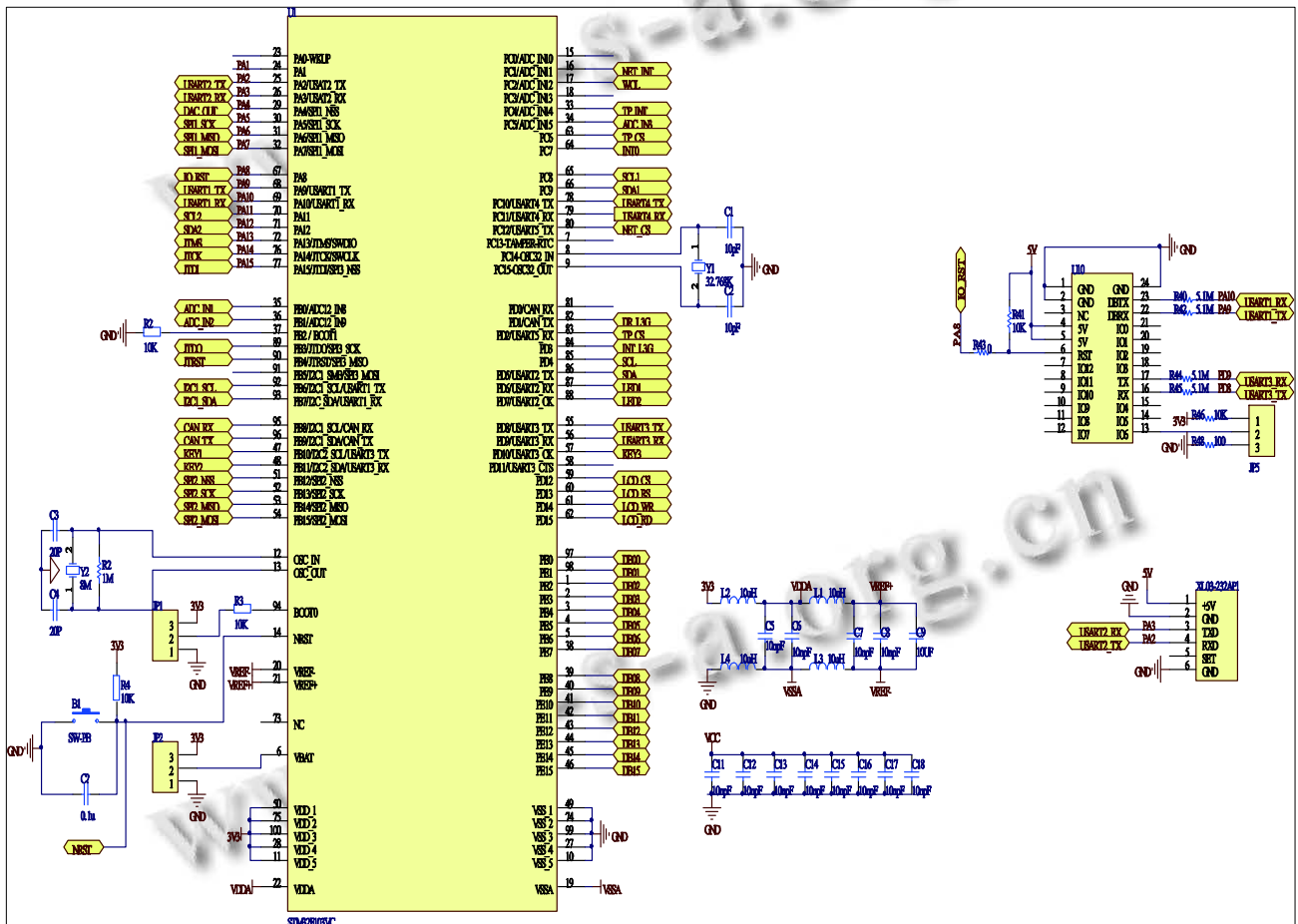


图 2 硬件电路图

#### 3.1 UWB 发射机和接收机电路拓扑结构

如图 3 和图 4 所示。FCC 规定 UWB 工作频段位于 3.1~10.6GHz。UWB 信号发射的功率谱密度级可达 -41.3dBm/MHz。UWB 技术主要是采用无载波方式来实现，UWB 直接用脉冲对信号进调制，调制脉冲的形

状非常陡峭，其波形所占用的频谱宽达数吉赫兹。

根据香农理论，可以通过扩展信号的带宽来增加传输系统的容量。香农容量极限公式为

$$C = BW \times \log_2(1 + SNR) \quad (1)$$

式中，C=信道容量(bits)；

$BW$ =信道带宽;  
 $SNR=P/BW \cdot N$ , 信噪比;  
 $P$ =所接收的信号功率;  
 $N$ =噪声功率谱密度 (W/Hz)。

一种高集成度的、低功耗、用于室内的、用于无线网络的 UWB 收发器电路拓扑结构如图 5 所示。

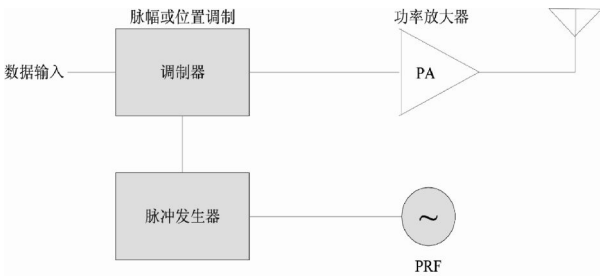


图 3 UWB 发射机电路拓扑结构

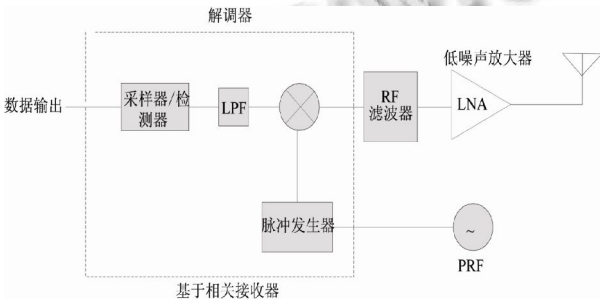


图 4 UWB 接收机电路拓扑结构

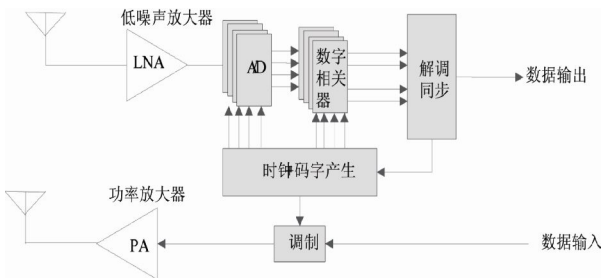


图 5 UWB 收发器电路拓扑结构示意图

### 3.2 两种 UWB 相关接收器电路拓扑结构

UWB 相关接收器负责对所接收的信号进行相关处理,即将所接收的信号与所期望的脉冲信号进行相关操作。一个 UWB 相关接收器的原理图如图 6 所示。在图 7(a)中,首先直接对信号进行采样,需要多个模/数(A/D)转换器,各转换器在时间上分别具有不同的偏移量,以较低的分辨率和脉冲重复速率采样。图 7(b)是一种模拟积分器方案,即在模/数转换之前,先对 N 个脉冲进行相关操作,分辨率可以增大到大约  $\log_2 N$ 。

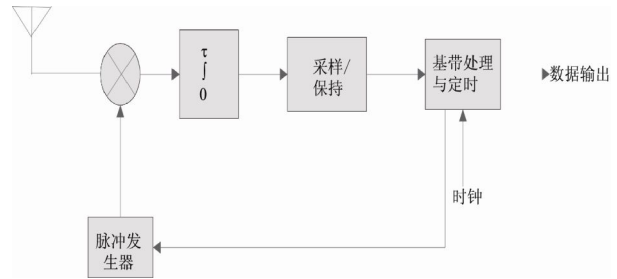


图 6 一个 UWB 相关接收器的原理图

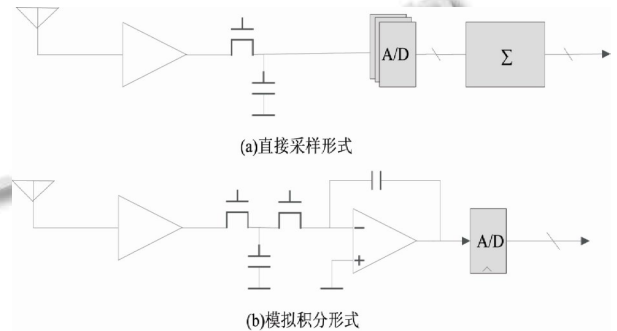


图 7 UWB 相关接收器电路拓扑结构示意图

### 3.3 无线串口模块 XL05-232AP1

XL105-232AP1 是 UART 接口半双工无线传输模块,可以工作在 2400M 公用频段。本模块专为用于各种串口设备之间的无线通讯,如电脑,单片机,各种机器设备串口等,可以直接在原来的有线连接上升级为无线链接,无需额外编程,完全兼容有线通讯串口协议,使用简单方便灵活。XL105-232AP1 的各项参数如:输出功率、串口速率、工作频率、产品 ID 等相关参数可以通过软件设置,客户如无特别说明模块默认参数为 9600 8N1.50 米开阔地传输距离,工作频率在 2400-2483M,16 个工作通道(默认 1 通道),可设置 ID: 范围 0-65535,默认 ID: 22136,串口速率 1.2K---115.2KBPS。(默认 9.6KBPS),数据格式 8N1,方便快捷的参数设置(图 8),无线传输模块 XL105-232AP1 在实际的电路中的应用(图 9)。

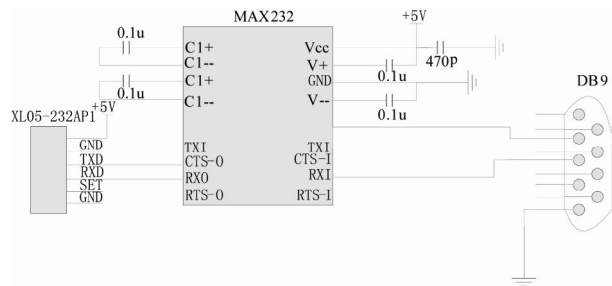


图 8 无线串口模块电平转化电路

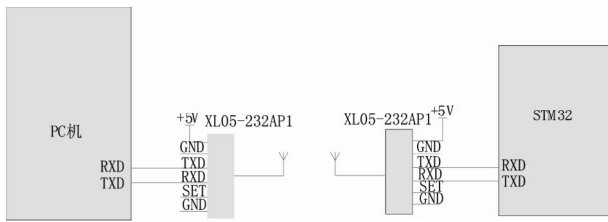


图 9 单片机与 PC 之间的数据交换的原理图

#### 4 程序设计

UWB 定位系统的设计主要包括硬件连接及其软件的设计。编写软件程序的时候要注意 UWB 定位模块与单片机之间数据传输路径及其过程(图 10)。当单片机通过串口 USART3 读取 UWB 传上来的数据的时候,把读取的数据放在一个 Buffer 内存区里面,在我们定位消防员位置的设置 Buffer 内存区为高 8 位和低 8 位才能够满足存储容量的要求,为了提高数据的传输速度,我们把读取的数据,直接让单片机处理,通过转化计算出消防员位置所在,然后单片机再把数据传送给 PC 机,在上位机软件界面上显示消防员的位置(图 11)。

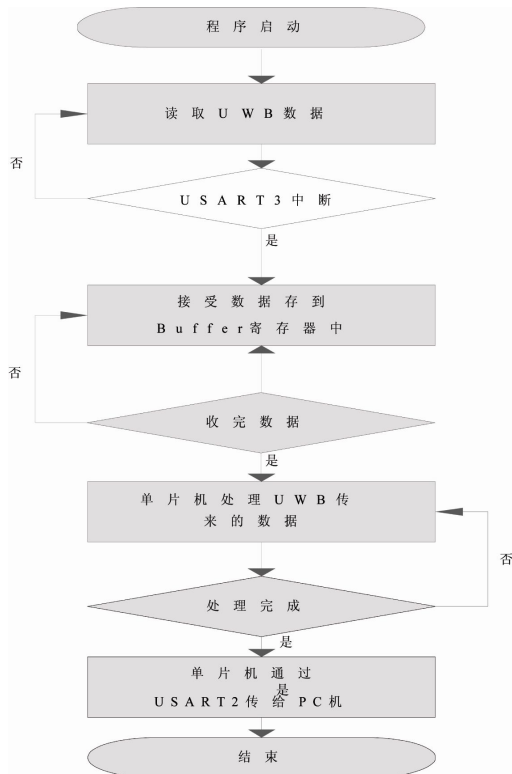


图 10 单片机读取 UWB 数据及其单片机把数据传给 PC 机的流程图

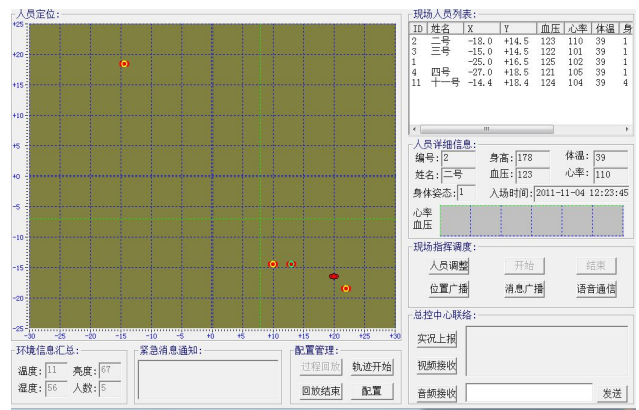


图 11 上位机软件显示界面

#### 5 系统定位误差

在 UWB 定位系统对消防员进行定位的时候,也存在不可能避免的误差,我们只能通过大量实际测量与 UWB 测量的数据进行比较后,在软件程序中对 UWB 测量数据进行校正,这样能够使其误差更小,精度能够提高,保证对室内消防员所处位置进行更加准确定位。

#### 6 结语

本文设计 UWB 定位系统,通过加入 STM32 单片机以后,具有更加智能化,实时性,在对消防员实时位置进行跟踪,一方面保证消防员在安全有保证,其次保证消防员之间对自己位置的了解,应用于消防指挥系统等等。

#### 参考文献

- 1 石云.超宽带测距与定位技术[硕士学位论文].长春:长春理工大学,2006.
- 2 黄智伟,等.计算机无线通信接口电路及程序实现.计算机测量与控制,2002,10(5):339-341.
- 3 赵建强,等.基于 PC 机 RS-232 串口无线数字传输组网系统.2004,10(41).
- 4 葛利嘉,等.超宽无线通信.长沙:国防工业出版社,2009.265-284.
- 5 王金龙.无线超宽带(UWB)通信原理与应用.北京:人民邮电出版社,2009.