

# GPS 和 GSM 双定位终端的软硬件设计与实现

姜西瑞, 程振林, 方金云, 张亮

(中国科学院计算技术研究所, 北京 100080)

**摘要:** 随着移动定位技术的发展, 单纯的基于 GPS 的定位终端或者基于移动网络的定位终端都将无法满足用户的需求。前者的 GPS 定位信号受地形及建筑物的影响, 会存在定位盲区; 后者定位精度和定位能力受到移动网络的限制。该文提出一种集成了 GPS 定位和 GSM 网络定位技术的定位终端, 阐述了它的软硬件的设计和实现。实验结果表明, 该定位终端结合了 GPS 和 GSM 网络两种定位方式的优点, 定位性能大大提高。

**关键词:** GPS 定位; GSM 网络定位; MCU

## Design and Implementation of the Tracking Terminal Integrating GPS with GSM Positioning Technology

JIANG Xirui, CHENG Zhenlin, FANG Jinyun, ZHANG Liang

(Institute of Compute Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

**【Abstract】** The tracking terminal plays an important role in the navigation and positioning system. How to improve the performance and precision of the tracking terminal is a key problem to the designer and user. This paper presents a method which integrates GPS with GSM positioning technology in one terminal, and specifies the software and hardware design and implementation of the terminal.

**【Key words】** GPS positioning; GSM network positioning; MCU

在导航定位系统中, 定位终端发挥着关键作用。目前 GPS 定位终端已经广泛应用于船舶、车辆的导航定位领域, 技术发展已经相当成熟。同时, 随着移动通信网络的发展, GSM 网络也能够提供位置服务。

GPS 定位虽然能实现全球范围内的实时定位, 但是对于城市车辆 GPS 导航来说, 很大的一个缺点是跟踪卫星的信号常常由于建筑物及树木等的遮挡而使 GPS 的定位精度大大降低, 甚至无法进行正常的导航和定位。而基于 GSM 网络的位置服务恰恰能弥补 GPS 定位的这一缺点, 并且 GSM 网络能将位置信息传送到远端。

基于上述考虑, 本文提出一种把 GPS 和 GSM 网络定位集成在一起的双定位终端。该终端结合了 GPS 和 GSM 网络定位的优点, 克服了它们各自的不足, 性能明显提高。

### 1 双定位终端的定位原理

全球定位系统(Global Positioning System, GPS)是由 24 颗人造卫星和地面站组成的全球无线导航与定位系统。GPS 卫星的分布使得在全球的任何地方, 任何时间都可观测到 4 颗以上的卫星, 并能保持良好定位解析精度。

中国移动和中国联通的移动通信网络既是语音通信网络, 又是一个能够提供丰富数据业务的服务网络。GSM 网络定位是利用移动通信公司的服务提供商 (SP) 提供的位置服务向公众提供高精度定位业务。无论在室内还是室外, 只要有移动网络覆盖并且开展位置服务的地方即可实现定位。

GPS 定位和 GSM 网络定位双定位终端的设计思想是集成 GPS 和 GSM 网络定位两种定位方式。该定位终端收到定位请求之后, 实时获取 GPS 提供的经纬度、速度、时间等信息和 GSM 网络提供的位置服务信息, 并以短消息的形式发

送给请求位置的手机或者控制中心。

### 2 硬件设计与实现

#### 2.1 硬件体系结构

该定位系统由控制单元(Micro Controller Unit, MCU)、GPS 定位模块、GSM 模块、LCD 显示模块和电源模块组成, 如图 1 所示。

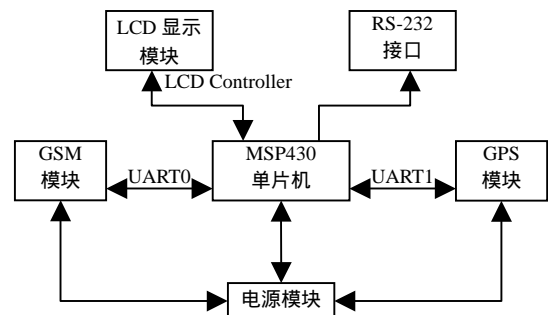


图 1 双定位终端硬件构成

在加电启动完成初始化之后, 如果用户以短消息的形式向该定位终端发送定位请求, 终端将同时通过 GPS 定位模块和 GSM 模块获取位置信息, 并将位置信息编制成短消息发送给位置请求方。GPS 模块完成接收 GPS 消息的功能, GSM 模块完成网络定位和短消息接收和发送的功能。

**基金项目:** 国家“863”计划基金资助项目(2002AA114020, 2001AA135210); 中国科学院知识创新基金资助项目(20036020)

**作者简介:** 姜西瑞(1981-), 男, 硕士生, 主研方向: 计算机系统结构, SoC; 程振林, 博士生; 方金云、张亮, 博士、副研究员

**收稿日期:** 2006-01-09 **E-mail:** jiangxir@ict.ac.cn

## 2.2 主要接口原理图

MCU 有两个串口，分别为 UART1 和 UART0。MCU 通过串口 1 与 GPS 模块通信（接口原理如图 2 所示），通过串口 0 与 GSM 模块通信（接口原理如图 3 所示）。因为 MCU 的两个串口、GPS 模块通信串口、GSM 模块通信串口均为 TTL 电平，故不需要电平转换芯片，直接将 MCU 的 TXD 和 RXD 与另外两个模块的 RXD 和 TXD 互联即可（注意：MCU 的 TXD 必须接另外两个模块的 RXD，MCU 的 RXD 必须接另外两个模块的 TXD。不可以接反，否则无法通信）。

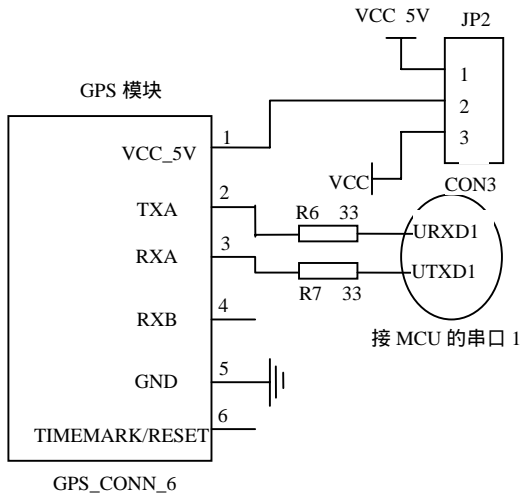


图 2 MCU 通过串口 1 与 GPS 模块通信的接口原理

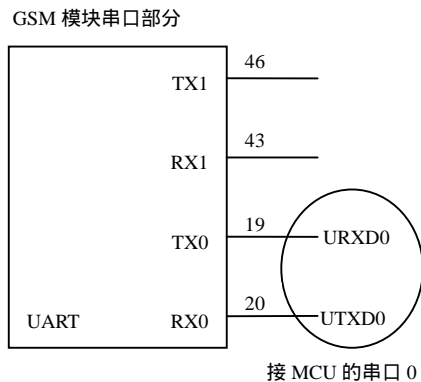


图 3 MCU 通过串口 0 与 GSM 模块通信的接口原理

## 2.3 各部分采用的型号

- (1) 中央处理模块 MCU 采用 TI 公司的 MSP430F449(具有两个 UART 串口和集成的 LCD 驱动器)。
- (2) GSM 模块采用上海展讯公司的 SM5100B。
- (3) GPS 模块采用台湾长天公司的 GR-85 模块。

## 2.4 抗干扰及散热问题

(1) 模块间的抗干扰。由于 GSM 模块和 GPS 模块都含有射频 RF 模块，为避免干扰，两个模块应该尽量远离。可以放在 PCB 板的两边或者对角线的两个端点。实践证明这样的做法是行之有效的，没有明显的干扰存在。

(2) 布线时的抗干扰。为了提高系统的可靠性，需要将电源/接地线和一些电流较大的线加宽，必要时可以铺铜；相邻两层的走线尽量垂直，减少平行走线；通过合理的布局减小布线的长度；布线拐弯处应采用 45° 角或者圆弧式的布线方式。

(3) 散热问题。电源模块、MCU 模块、GPS 模块和 GSM

模块在工作时都会散发大量的热，因此如何散热是一个必须考虑的问题。可以将发热量大的模块（比如 GPS 模块和 GSM 模块）放在 PCB 板的边缘，并且尽量远离；此外，可以将放置这些模块的 PCB 板处铺上带有焊锡的大焊盘，并添加一些接地的散热孔，便于散热。

## 3 软件设计与实现

### 3.1 软件体系结构

整个系统的软件由主控模块、GSM 模块、GPS 模块、LCD 显示模块和串口操作模块 5 部分构成，如图 4 所示。

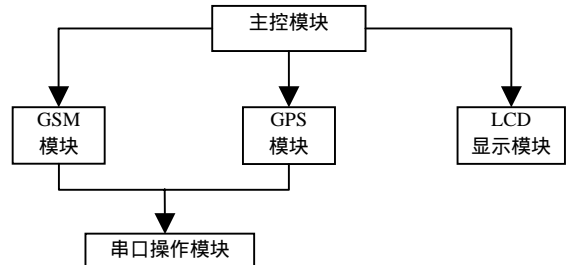


图 4 软件体系结构

(1) 主控模块：完成 MCU 初始化（包括外接时钟的设置、开启两个串口中断、串口波特率的设置等）、GSM 和 GPS 消息的初始化、调用 GSM 模块和 GPS 模块提供的函数、调用 LCD 模块以显示运行状态信息。

(2) GSM 模块：完成短消息的读取、解析和发送，STK(SIM Tool Kit) 命令的调用，位置请求消息和网络定位消息的判断等操作。

(3) GPS 模块：完成 GPS 消息的读取、解析和对 GPRMC 消息的抽取。

(4) LCD 显示模块：完成对 MCU、GSM 模块、GPS 模块运行状态的显示以提示用户进行相关的操作。

(5) 串口操作模块：完成收发缓冲区的管理以及数据在收发缓冲区和消息缓冲区之间的交换。

### 3.2 GPS 定位主要流程

GPS 模块输出的 GPS 定位信息服从 NMEA-0183 通信标准。NMEA-0183 通信标准的输出数据采用的是 ASCII 码，其内容包含了纬度、经度、高度、速度、日期、时间、航向以及卫星状况等信息。语句有 6 种，包括 GGA、GPRMC、GLL、GSA、GSV、RMC 和 VTG。这里只抽取 RMC 记录语句，因为它包含了定位系统需要的所有信息，它的格式为

```
$GPRMC,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>*hh<CR><LF>
```

<1> 当前位置的格林尼治时间，格式为 hhmmss；

<2> 状态，A 为有效位置，V 为非有效接收警告，即当前天线视野上方的卫星个数少于 3 颗；

<3> 纬度，格式为 ddmm.mmmm；

<4> 标明南北半球，N 为北半球，S 为南半球；

<5> 经度，格式为 dddmm.mmmm；

<6> 标明东西半球，E 为东半球，W 为西半球；

<7> 地面上的 GPS 接收器的移动范围，范围为 0.0~999.9；

<8> 方位角，范围为 000.0°~359.9°；

<9> 日期，格式为 ddmmyy；

<10> 地磁变化，从 000.0°~180.0°；

<11> 地磁变化方向，为 E 或 W。

具体的程序流程如图 5 所示。

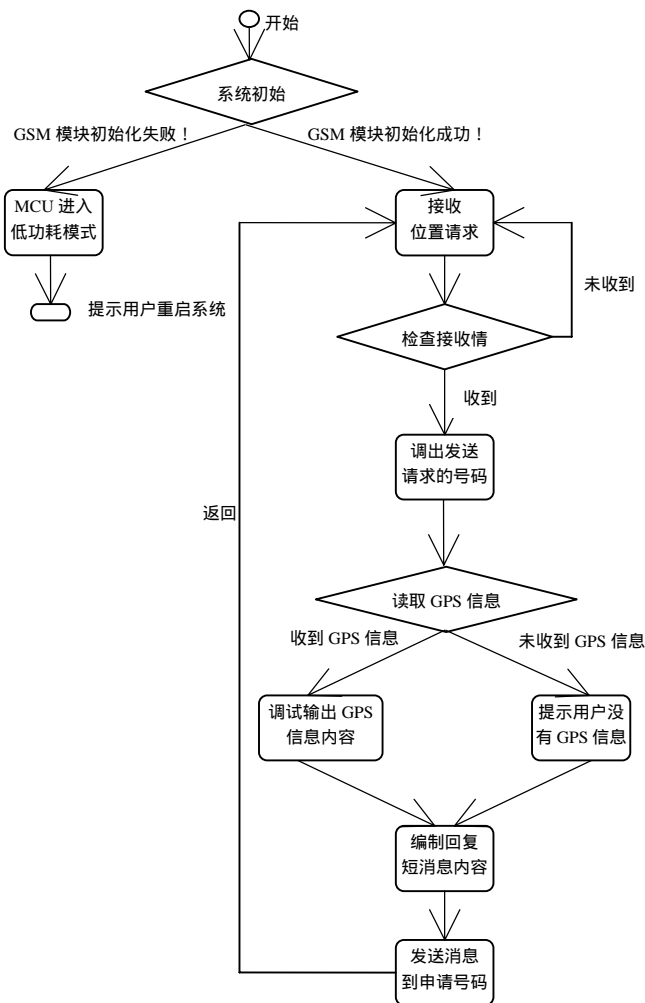


图 5 GPS 定位模块软件流程

### 3.3 GSM 网络定位主要流程

GSM 模块主要采用 AT 指令完成短消息的读取和发送。不同厂家生产的 GSM 模块的 AT 命令集会稍有不同。具体可以参考各个厂家的 Data Sheet 和《AT 命令用户手册》等资料。比如发送一条消息可以采用 AT+CMGS 命令，接收一条短消息可用 AT+CMGR 命令完成。

GSM 模块除了能实现对短消息的操作外，还能实现网络定位功能。目前，中国移动公司和中国联通公司都开通了位置服务功能。只要选用支持 STK 的 SIM 卡，并且当地网络开通了位置服务，即可通过 STK 命令得到位置信息。

STK(SIM Tool Kit)是一种较大容量的 SIM 卡，它包括：结构、文件、数据和协议的集合，由运营商和 SIM 卡提供商在 STK 卡上共同开发了菜单式的应用程序。

STK 开发中，Proactive Command 起着关键作用。Proactive Command 使 SIM 卡可与用户和网络交互信息，它包括十多种命令。这里介绍两个典型命令：

(1) GetInput 命令发送一个查询，并要求用户输入。输入连同终端反馈报告一起发给 SIM 卡。可选择设定最短或最长的输入长度、接收数字或全部 SMS 字符串。

(2) SetUpMenu 可在电话的标准选单中建立一个定制选单，用户可在多个选择中择一。如果选单还嵌套子选单，则需要多次使用这一命令。

当用户通过这些命令选定所需的功能之后，SIM 卡向系统发送功能请求短信息，业务平台通过完成这些功能请求来

向用户提供服务。因此只要业务平台提供定位服务，定位终端即可通过 STK 命令获取位置消息。STK 命令会因 GSM 模块生产厂家的不同而稍有差别，具体可以参考厂家的《STK 命令用户手册》等相关资料。

通过 GSM 模块实现网络定位的程序流程如图 6 所示。

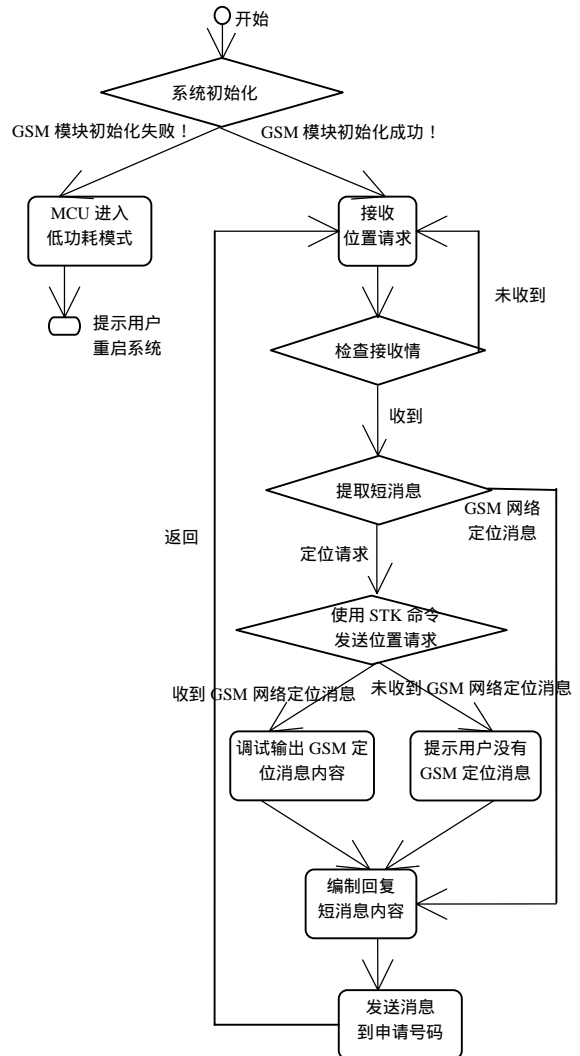


图 6 GSM 定位模块软件流程

### 3.4 软件开发环境及编程语言

MSP430 系列单片机在问世不久，即有多家公司为它实现了 C 程序设计语言的编译器和调试工具。其中，IAR 公司提供的 C 语言集成调试环境和 C 语言调试器的应用较为广泛。IAR 公司开发的 MSP430 系列的开发软件包包含：C430 编译器，MSP430 汇编器，MSP430 连接器，MSP430 的 C 函数库。

用 C430 进行开发的典型步骤如下：

- (1)开始，对开发环境作配置；
- (2)编辑 C 源文件；
- (3)编译 C 源文件；
- (4)连接目标文件，包含调试选项；
- (5)调试，如发现错误返回到(2)，修改文件后继续进行；
- (6)调试通过后，去掉调试选项，重新连接；
- (7)生成程序代码，加载到 PROM 或 FLASH 中。

除了第(5)步在 C-SPY 环境中工作外，其余过程均在 Workbench 环境中。这两个环境又是无缝连接的，操作与切

(下转第 252 页)