

基于单片机的 GPS 授时显示系统设计与实现

王翔^{1,2}, 曾昊^{1,2}

(1. 华南理工大学 计算机学院, 广州 510641; 2. 广东科贸职业学院 计算机系, 广州 510640)

摘要: 提出了基于 GMS90C32 单片机的 GPS 显示系统的设计方法; 文章从硬件实现和软件实现这两个方面给出了基于 GMS90C32 单片机的 GPS 授时显示系统设计, 在系统的硬件设计部分, 首先给出了各个功能模块和相关的技术参数, 其次针对各个功能模块详细介绍了其功能的实现和电路的连接; 在系统软件设计部分, 首先给出了系统软件设计主程序, 然后重点分析了 GPS 模块信息及串口程序以及 12864 液晶屏驱动程序; 最后系统测试表明, 所设计的系统不仅能够显示 GPS 模块的授时信息, 而且可以向外界发送授时信息; 使用无线模块并制定相应通信协议, 使得其他设备可以通过无线模块接收本系统中获取的 GPS 授时信息; 这样无需在设备中集成体积庞大的 GPS 模块, 从而减少设备体积和生产成本。

关键词: GPS 技术; 时间信息; 单片机; 延时系统

Design and Implementation of GPS Timing Display Based on GMS90C32 MCU

Wang Xiang^{1,2}, Zeng Hao^{1,2}

(1. South China University of Technology, Guangzhou 510641, China;

(2. Guangdong Vocational College of Science and Trade, Guangzhou 510640, China)

Abstract: This paper proposes a GMS90C32 singlechip GPS display system design method. These two aspects of the system design is presented based on GPS timing GMS90C32 MCU display from hardware and software, in the part of the hardware design of the system, firstly, every function module and related technical parameters, then for each function module is introduced in detail and the circuit connected to realize the function of the system; in the part of software design first, given the system software design of main program, and then analyzed the GPS module information and serial procedures, 12864 LCD driver. Finally, the system test shows that, this system can not only display the GPS module timing information, and can be sent to the outside timing information. The use of wireless module and the corresponding communication protocols, so that other devices can receive access to the system in the GPS timing information through the wireless module. So without integrated GPS module size in the equipment, so as to reduce the equipment volume and production cost.

Keywords: GPS; GMS90C32 microcontroller; delay time;

0 引言

GPS 授时在当下得到了非常广泛的重视与应用。从步行外出到航海航天, 从日常活动到科研开发, 都离不开准确的授时系统。因应用目的的差异, 使用者对所需时间的精度也有一定的差异。用户接收机为了获取精确的 GPS 时间^[1-2], 首先需要 GPS 接收机接收到 4 颗以上的 GPS 卫星的相关信号, 当用户接收机接收到这些信息之后, 会通过计算得出接收机此时自己的三维位置等其他相关信息^[3]。在已知具体位置信息的情况下, GPS 接收机只需要再接收到 1 颗 GPS 卫星信号即能保证时钟对所获时间的走时准确性^[4]。GPS 卫星不间断的向 GPS 接收机用户发送它自己的钟速、钟差以及钟漂等相关的时钟参数, 同时可以通过 GPS 卫星信号测量计算出用户接收机所在的具体位置, 所以 GPS 卫星在以后的发展中将作为一种全球性的无限制的时间信号源, 被用于精确的时间校正和时间比对^[5-6]。

GPS 用户在全球任何地点通过 GPS 接收机接收 GPS 卫星发射出的 GPS 信号, 从而获得精确的同步时标、标准时间及

空间位置信息。要实现 GPS 的授时和定位功能, 就要得到 4 个有用参数: 纬度、高度、经度以及 GPS 主钟标准时间与用户时钟之间的偏差, 所以定位授时需要接受来自 4 颗卫星的信息。若已知用户自己的确切纬度、高度和经度信息, 则接收来自 1 颗卫星的数据信息也可以实现授时功能。

1 系统硬件设计与实现

1.1 系统总体设计

显示系统的设计方案确定为由 3 个主要部分组成, 分别为: GPS 接收机、GMS90C32 单片机和 12864 液晶显示屏组成。如图 1 所示。

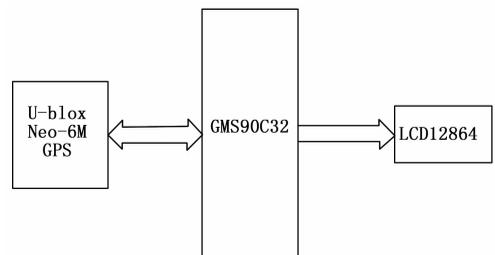


图 1 系统总体结构框图

GPS 接收机组要完成 GPS 无线信号的接收、解算和按照 GPS NMEA-0183 协议格式的输出。该部分的输出, 通过串口提供单片机当前天线所在位置的时间信息与位置信息, 即语句 ID 为 GPRMC, 并以 “*” 结尾的一条语句。该语句为全球定位系统推荐定位信息。GPS 定位信息语句中包含 10 条与

收稿日期: 2014-08-05; 修回日期: 2014-10-17。

基金项目: 广东省自然科学基金项目(110358654)。

作者简介: 王翔(1971-), 男, 湖南湘乡人, 讲师, 硕士, 主要从事计算机应用及系统设计等方面的研究。

曾昊(1981-), 男, 广东梅州人, 讲师, 硕士, 主要从事计算机应用技术等方面的研究。

当前位置有关的数据, 本系统主要是提取和显示其中 2 项信息: UTC 时间 (包括年月日, 时分秒) 和经纬度信息。GMS90C32 单片机实现的是对 GPS 接收机所发数据的接收^[7-8], 存储在缓冲区中。找出 UTC 时间信息数据所对应的字段。随即对数据完成相应的处理, 将处理的结果存在相应的数组中。再按照显示的要求, 将数组中的数据发送给 12864 液晶显示屏正常显示。

1.2 系统硬件组成

本系统电路图如图 2 所示, 整个电路分为 4 个部分: 数据解析部分、数据处理部分、数据显示部分、电源部分。

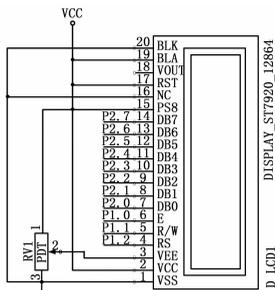


图 2 系统电路连接图

从仪器的结构来看, 则可概括为天线部分和接收部分两大部分, 天线单元主要完成卫星信号的接收和放大功能, 同时还具有较强的抗干扰的能力。天线接收的是频率为 1575.42 MHz 的 GPS 卫星信号^[9-10]。

接收单元主要被分为 5 个部分: 信号波道、存储器、微处理器、频率合成器、电源。信号波道作为接收单元的核心组成部件。负责完成信号的传输, 但又不仅仅是一种简单的信号通道。存储器用来存储来自导航定位现场所收集到的伪距信息、伪距率、载波相位测量和人工测量的数据。并且把所解译出的 GPS 卫星星历数据都保存在机内的存储器中。微处理器主要完成三项功能: 接通电源后的波道自检。解译出 GPS 卫星星历, 计算出测站的三维速度和位置, 并进行不断的更新。计算出全部在轨的卫星的方位和升落时间, 以此来达到提高点位精度的目的。频率合成器则是一个具有独立基准的频率源。在通过压控振荡器的作用下, 可以获得一系列与基准频率稳定度完全相同的信号输出。

1.3 GMS90C32 单片机定时器设计

本文采用 GMS90C32 单片机芯片, 其是一种高性能, 低功耗的 CMOS 8 位微控制器, 具有 8 k 字节的在线编程闪存, 并且完全兼容工业 80C51 产品的指令和引脚。GMS90C32 拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash, 使得 GMS90C32 为许多嵌入式控制应用系统提供灵活、有效的解决方法。

GMS90C32 单片机芯片引脚除了 VCC 和 GND, 本系统使用了 P0 和 P2 的部分引脚用作给液晶显示屏输入信号, 此外还有 P3 口的 P3.0 和 P3.2。这两个管脚是分别使用其第二功能: 串行输入和外部中断 0, 同时本文中主要用到的是外部设备有定时器和串行口

本文中使用时器 1 作为串行口的时钟源。GMS90C32 的定时器有四种工作模式, 本文中使定时器 T1 工作在模式 2, 也就是将 T1 配置为一个自动重装的 8 位定时器/计数器。在程序初始化时, 设定 TL1 和 TH1 为相同的值。TL1 计数溢出时, 将溢出中断 TF0 置 1, 同时将 TH1 中的内容装载至 TL1 中。这样设定的定时周期为:

$$t = (2^8 - TH0 \text{ 初值}) \times \text{振荡周期} \times 12$$

GMS90C32 有一个可编程的全双工串行通信接口, 本文中将其用作 UART 端口。串行通信模块使用定时器 T1 作为其波特率发生器, T1 溢出率经 2 分频后又经 16 分频作为串行发送或接收的移位脉冲。串行口有 4 种工作方式, 本设计中使用方式 1, 即 10 位异步收发, 由定时器控制波特率。串行口的发送和接收都是经由特殊功能寄存器 SBUF 进行的。当向 SBUF 写入数据后, 发送缓冲器 SBUF 装载并由 TXD 端口输出数据。发送完毕后自动置发送中断标志位 TI 为 1。当串行口接收中断位 RI=0 且允许接收位 REN=1 时, 串行口会接收 RXD 端口传入的数据至移位寄存器。当串口模块由 RXD 端口接收完一帧数据, 模块自动将移位寄存器中的数据装载到 SBUF 中, 同时置接收中断标志位 RI 为 1。需要注意的是, TI 和 RI 不会自动清零, 必须由软件写入 0 来清除标志。

1.4 LCD12864 液晶显示设计

在单片机的人机交流界面中, 一般的输出方式为: 发光管、LED 数码管、液晶显示屏。本文使用具有显示质量高; 数字式接口; 体积小、重量轻和功耗低等特点的 LCD12864 液晶显示屏。所谓的 12864 就是指显示的内容为 128 * 64 的点阵, 可以显示 8 * 16 的半宽英文字符、数字、符号等四行, 每行 16 个字符; 或 16 * 16 的全宽中文字符 4 行, 每行 8 个字符。多数字符液晶是基于 ST7920 液晶控制芯片的, 所以基于 ST7920 所写的控制程序可以很好的应用于大部分字符型液晶。

12864 液晶显示模块作为一个慢显示器件, 因此在执行每条特定指令之前必须要确保模块的标志为低电平, 这样就表示不忙, 否则表示该指令已失效。或者等待足够长的时间, 等控制芯片执行完命令进入闲时再写入下一条命令。为了在 12864 液晶显示屏上显示字符首先要输入想要显示字符的地址, 也就是告知显示模块在哪里显示字符。图 3 为 12864 液晶显示屏的内部显示地址

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0x80	0x81	0x82	0x83	0x84	0x85	0x86	0x87
1	0x90	0x91	0x92	0x93	0x94	0x95	0x96	0x97
2	0x88	0x89	0x8A	0x8B	0x8C	0x8D	0x8E	0x8F
3	0x98	0x99	0x9A	0x9B	0x9C	0x9D	0x9E	0x9F

图 3 12864 内部显示地址

1.5 电源设计

本文所用 LCD12864 采用标准的 20 条引脚接口, 与具有 14 条引脚的 LCD 相比多出来的 6 条是 PSB 并/串选择 (15 脚)、NC 空脚 (16 脚)、/RST 重置引脚 (17 脚)、Vout (18 脚)、背光电源线 VCC (19 脚) 和地线 GND (20 脚), 但与 14 脚 LCD 控制原理基本相同 12864 液晶模块已经存储了部分 ASCII 字符、部分 GB2132 中文字符的点阵字符图形在字符发生存储器 (CGROM) 中。调用时向 DDROM 写入相应数据即可在屏幕上显示。12864 亦可显示用户自定义图形, 只需写入数据到绘图 ROM 即可。

电源部分主要是对 GPS 模块, GMS90C32 单片机, 12864 液晶显示器进行供电。因 GPS 模块, GMS90C32 单片机, 12864 液晶显示屏的工作电压都为 5 V, 为了使本设计产品的更加方便, 更具经济性, 所以选择直接用 USB 供电的方式来给 GMS90C32 单片机, GPS 模块和 12864 液晶显示屏进行供

电, 在对本设计产品进行使用时, 可以通过直接插在电脑上, 或者移动电源上等其他具有 USB 插口的仪器上进行供电, 这样就可以不受时间和地点的限制对本设计产品进行使用。

12864 液晶显示屏的第 3 脚 V0 为液晶显示屏的对亮度调整端, 在最初的电路中, 接地电源时产生的对亮度最高, 但对亮度过高时会使 12864 液晶显示屏产生“鬼影”, 而接正电源是产生的对亮度又最弱, 使观看者看不清楚 12864 液晶显示屏上所显示的字符, 所以本次设计中接入了一个 10K 的电位器, 借此来调整 12864 液晶显示屏的对亮度。

2 系统软件设计与实现

本文中使用的 U-blox 官方调试软件 u-center 调试 U-blox Neo-6M 模块。u-center 是 U-blox 公司官方的 GPS 模块调试软件。使用 u-center 可以显示 U-blox Neo-6M 模块通过串口传入电脑的数据。Neo-6M 支持 NMEA0183 协议 2.3 版和 U-blox 的 UBX 协议, 模块默认发送 NMEA0183 协议中的 RMC、VTG、GGA、GSA、GSV、GLL 语句。在 u-center 中可以设置 Neo-6M 模块发送的 NMEA 数据。

本文中使用的串口调试助手调试 GPS 模块。GPS 模块可通过 TTL 转 USB 模块 (如 PL2303) 将 TTL 电平数据转为 RS232 串口数据向计算机发送数据。在计算机上使用串口调试助手, 使用相应串口设置即可显示正确的信息。本文中, 使用串口调试助手显示 GPS 模块传回的数据, 发送 u-center 生成的设置代码并查看接收到的信息来验证设置代码的可用性。经验证设置代码无误后, 写入单片机的程序中。

2.1 主程序设计

本程序参考模块化设计原则, 将主要功能编写成独立的函数, 放在主程序中调用。主程序中主要有两个功能: 系统初始化、切换显示界面。串口接收功能在中断函数中完成。LCD 显示时间信息或位置信息, 通过按键切换。若接收到的数据无效, 则显示错误信息。本程序主要使用 NMEA 协议中的 RMC 语句, 中断程序将接收到的 RMC 语句放到缓存数组中, 接收完毕时中断程序置处理数据标志。

系统上电后执行初始化程序。首先设置定时器和串行口, 使用定时器 T1 的模式 2, 设定 TL1 和 TH1 为 FDh, 串行口使用方式 1, 从而使串行口的波特率为 9 600 bps。之后初始化 LCD12864, 设定 LCD12864 的工作模式并清屏等待输入。设定好 LCD12864 后, 由单片机向 GPS 模块发送设置命令, 设定 GPS 模块输出的数据。单片机发送完毕后, 开启串口的接收功能。

本系统设计中使用的 RMC 语句。RMC 为定位所需最小数据, 其信息格式为:

GPRMC, hhhmss, status, latitude, N, longitude, E, spd, cog, ddmmyy, mv, mvE, mode * cs<CR><LF>

设置 U-blox 的 Neo-6M 模块的工作模式, 需要向模块发送 UBX 专有信息。本系统设计中需要设置 Neo-6M 模块发送的 NMEA 信息, 因此使用 UBX, 40 专有信息来设置模块。UBX, 40 专有信息结构:

PUBX, 40, msgId, rddc, rus1, rus2, rusb, rspl, reserved * cs<CR><LF>

UBX, 40 语句每句只能设置一个 NMEA 信息在各端口中是否输出, 而本设计中需要关闭无关信息的输出并开启所需信息 ZDA 的输出。由于这个原因, 需要向 Neo-6M 模块发送六句 UBX, 40 语句。即停止输出 VTG、GGA、GSA、GSV、

GLL 语句并开启输出 ZDA 语句。

本设计使用 u-center 中生成的语句, 整理后放在 GMS90C32 的代码中, 让单片机在初始化阶段向 GPS 模块发送设置语句。

2.2 串口中断程序设计

GPS 模块使用异步串口与单片机进行通信。GPS 模块默认波特率为 9 600, 无奇偶校验, 数据位 8 位, 起始位 1 位, 停止位 1 位。GMS90C32 单片机使用 11.059 2 MHz 外部晶振, 经过定时器 T1 分频, 设置出 9600 波特率。即串口寄存器 SCON 设置工作方式方式 1, 定时器 T1 设置为模式 2, 初值为 FDH。在初始化阶段, SCON 不打开串口接收, 仅将设置数据发送给 GPS 模块。发送完毕之后, 开启接收。

在串口终端中, 每次接收到 ‘’, 执行接收初始化程序, 令接收指针指向接收缓存首地址。当接收到 ‘\n’ 时, 表示 RMC 信息接收完毕, 则置处理数据标志。每次接收后, 接收指针自动指向接收缓存下一位。

2.3 LCD 模块程序设计

本程序中主要用到的 12864 指令为置数据存储器地址和写数据到 DDRAM。写入地址时, 地址数据以 0x80 开始, 每个地址为一个 16×16 点阵。当输入中文时, 使用 16×16 的全宽字符, 当输入英文及数字时, 使用 8×16 半宽字符。因此 12864 屏幕最多可以显示 8 列 4 行汉字, 或者 16 列 4 行英文数字。第一行第一列字符的地址为 0x80, 第二行第一列字符的地址为 0x90, 第三行第一列字符的地址为 0x88, 第四行第一列字符的地址为 0x98。可见 12864 屏幕对应的 DDRAM 地址是连续的, 每行 8 个全宽字符, 排列顺序为第一行, 第三行, 第二行, 第四行。本程序中为了简化编程, 直接使用连续地址。地址写入后, 便可以写入要显示的字符数据, 写入英文字符时, 英文字符从有效地址开始, 每个地址可显示两个英文、数字字符。12864 主控芯片部分兼容 ANSI 码的英文字符与 GB2312 的中文字符, 因此显示字符时, 只要将字符的 ANSI 码发送给主控芯片, 主控芯片就会找到相应字形, 显示在液晶屏上。12864 主控芯片会在写入数据到 DDRAM 后自动将存储器地址加一, 由于这个原因, 写入字符串时只需设置显示字符串的首地址即可, 之后可以连续输入字符, 字符串就会自动在液晶屏上连续显示, 如图 4 所示。

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	U	T	C	h	h	时	m	m
1			y	y	年	m	m	月
2	B	J			时	m	m	分
3			y	y	年	m	m	月

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	纬		d	d				度
1			m	m	.	m	m	m
2	经		d	d				度
3			m	m	.	m	m	m

图 4 时间显示

本程序中, 在 12864 液晶屏上同时显示 UTC 时间与北京时间, 或显示经纬度, 通过按键切换。UTC 时间在第一行第二行显示, 格式为时分秒年月日, 北京时间以 BJ 表示, 格式同 UTC 时间, 在第三行第四行显示。若单片机接收到的数据是无效的, 会显示“Data invalid waiting”。

本系统设置 GPS 模块仅输出 RMC 语句，单片机接收串口数据保存到接收缓存中。当接收完毕后，先向 LCD 写入界面，数据位留空。当单片机处理完毕后，单片机根据当前的界面向 LCD 填入相应数据。

本程序中，将 UTC 时间转换为北京时间，需考虑日期改变的问题。北京时间比 UTC 时间快 8 小时，当 UTC 时间为 16 点时，北京时间已经为第二天的 0 时。这时需要考虑日期的改变。流程图如图 5 所示。

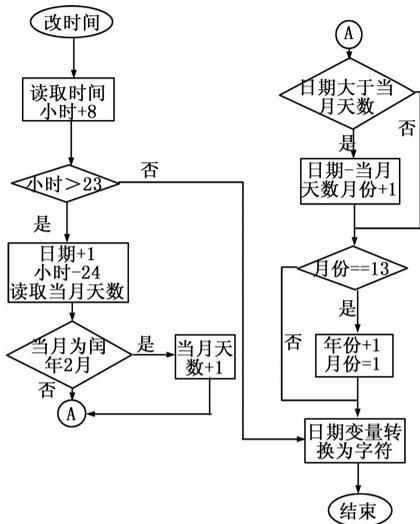


图 5 转换时间流程图

转换时间时，先将 UTC 时间加 8 小时，之后需要判断小时是否超过 23，当小时大于等于 24 时，令日期加一。这时，需检查日期是否超过当月天数。读取月份值，在代码中找当月对应的天数。若当月为 2 月，需要判断是否为闰年的 2 月。判断闰年的条件如下：

- 年份除以 400 可整除，为闰年；
- 年份可以被 4 整除但不能被 100 整除，为闰年；
- 年份除以 4 不可整除，为平年；
- 年份除以 100 可整除但除以 400 不可整除，为平年。

若为闰年 2 月，则当月天数为 29 天。之后判断加一的日期是否超过当月天数，若超过则月加一。最后判断月份是否超过 12，若超过 12 则年份加一。

2.4 延时程序设计

本系统中在液晶屏上显示的 GPS 授时信息与 UTC 时间有一定时间的延后。本设计中使用的 GPS 模块只能输入输出串口数据。GPS 模块在与 UTC 时间同步后不会立即发出串口数据，而是有一小段时间的延时，之后才会发出串口数据。而且串口数据的波特率为 9600 bps，发送过长的数据会增加延时。

若使用可以输出秒脉冲的 GPS 模块，可以将 GPS 模块的秒脉冲作为 UTC 时间的同步信号。将同步信号接入 GMS90C32 的外部中断，在中断函数中实现秒加一的功能。这样系统中的延时会大大缩短，将延时缩短至 1 ms 以下。

3 系统测试方法与结果

3.1 测试方法

在进行测试前先对本设计产品进行检查，各部件正常并保持移动电源电量充足，为了使本设计中的 GPS 接收模块快速的接收到 GPS 信号，将本设计作品拿到室外空旷的地方，确保周围没有对接收 GPS 信号造成强烈干扰的事物，通过

USB 接口将移动电源与本设计接通，接通后不久，12864 液晶显示屏上开始显示时间信息，而因为要接收到 3 颗以上的 GPS 卫星信号才能得到经纬度信息，所以大约需要 5 分钟的时间能够得出经纬度信息。

3.2 测试结果

在本设计得出时间信息与经纬度信息之后，与商用 GPS 位置时间显示系统进行比较，得出的结果是：时间显示方面，表现出的是人眼分辨不出来的误差，即在人眼的直接观察下是感觉不到有时间误差的；经纬度显示方面，GY-GPS6MV1 模块官方提供的参数是位置误差在 2 m 的范围内，经测试比对，基本达到 2 m 左右的精度。由上述结果可以看出，本系统具有一定的实际应用价值，

4 结论

本文主要从硬件实现和软件实现这两个方面论述了基于 GMS90C32 单片机的 GPS 授时显示系统设计。硬件实现部分中首先介绍了各个功能模块和相关的技术参数，其次针对各个功能模块详细介绍了其功能的实现和电路的连接。而软件部分则是分成五个部分介绍：调试软件说明、主程序、GPS 模块信息及串口程序、12864 液晶屏驱动程序及界面排版程序、时间转换程序。每个部分都提供了流程图或进行了详细的说明。本系统只能显示 GPS 模块的授时信息，而无法向外界发送授时信息。使用无线模块并制定相应通信协议，使得其他设备可以通过无线模块接收本系统中获取的 GPS 授时信息。这样无需在设备中集成体积庞大的 GPS 模块，从而减少设备体积和生产成本。

参考文献：

- [1] 邢 薇, 单庆晓, 肖昌炎, 等. 多通道时频测试系统的设计与研究 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (3): 549-550.
- [2] 吴成英, 张 华, 李 劲. GPS 定时多道分析仪的研究与实现 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2013, 13 (7): 65-67.
- [3] 马士全. 基于 S3C2440A 的 GPS 时钟同步服务器研究与设计 [D]. 吉林: 东北电力大学, 2014.
- [4] 纪龙蛰, 单庆晓, 任立坤. 基于 C++ Builder 的导航卫星接收机显示控制系统的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (3): 626-628.
- [5] 邢 薇, 单庆晓, 肖昌炎, 等. 多通道时频测试系统的设计与研究 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (3): 549-550.
- [6] Qadeer M A, Chandra A, Jain S. Design and implementation of location awareness and sharing system using GPS and 3G/GPRS [J]. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 2012, 7 (4): 125-140.
- [7] Dinkar A S, Shaikh S A. Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS [J]. Journal of Information Engineering and Applications, 2011, 1 (3): 1-6.
- [8] Chen J, Shaw S L, Yu H, et al. Exploratory data analysis of activity diary data: a space - time GIS approach [J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19 (3): 394-404.
- [9] Qadeer M A, Chandra A, Jain S. Design and implementation of location awareness and sharing system using GPS and 3G/GPRS [J]. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 2012, 7 (4): 125-140.
- [10] Dinkar A S, Shaikh S A. Design and Implementation Of Vehicle Tracking System Using GPS [J]. Journal of Information Engineering and Applications, 2011, 1 (3): 1-6.