

基于 S3C2440 的智能型太阳跟踪系统^①

周 棋, 万 青

(湖南大学 物理与微电子科学学院, 长沙 410082)

摘 要: 基于 32 位 ARM 微处理器 S3C2440 设计了太阳自动跟踪系统, 该系统采用视日轨迹跟踪和光电跟踪相结合的方式, 对太阳进行同步跟踪, 以保证获得最大效率的太阳能。同时系统还添加了手动控制模块, 以便于系统的调试和维护。结果表明该系统性能稳定, 实时性好, 能够有效地提高太阳能的利用率。

关键词: 嵌入式系统; 太阳跟踪; S3C2440; ARM

Intelligent Sun Tracking System Based on S3C2440

ZHOU Qi, WAN Qing

(College of Physics and Microelectronics Science, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: A new type of sun tracking system based on ARM 32 bit Microprocessor S3C2440 (produced by Samsung) is introduced. The solar altitude and azimuth calculated by the system is used to drive the motor, then combine with photoelectric sensor to track the sun precisely. And the manual control is designed to make the system maintain convenient. The tests show that the tracking control system can reach the expected targets and has great practical value for the improvement of solar energy utilization.

Key words: embed system; sun tracking; S3C2440; ARM

在受到温室效应和能源危机影响日益严重的今天, 太阳能作为一种取之不尽用之不竭的清洁能源, 受到越来越广泛的关注。近年来, 太阳能电池技术发展迅速, 成本降低导致其应用范围越来越大, 光伏发电已经成为太阳能利用中最具活力的领域。利用太阳能发电的关键是提高太阳能电池的转换效率, 本文提出以 S3C2440 为主控制器的嵌入式太阳自动跟踪控制方案, 保证光伏组件正对太阳光, 接受到最大的光照强度, 能够有效地提高太阳能的利用率。

1 系统总体设计方案

本太阳跟踪系统以视日轨迹跟踪为基准, 以光电跟踪实时修正为辅助。首先, 系统上电以后, 先校对系统时间并判断当前是白天还是黑夜: 如果是黑夜系统进入休眠模式; 如果是白天, 系统启动后首先进入视日轨迹跟踪模式, 系统根据地理信息和时间得到当前高度角和方位角, 使系统对准太阳。然后通过光电

传感器的状态判断当前是否为阴雨天气, 若是阴雨天气, 则系统继续保持视日轨迹跟踪模式; 若是晴天, 系统自动转为光电跟踪模式。这种方式有效的结合了视日轨迹跟踪和光电跟踪两种跟踪方式的优点, 性能稳定, 跟踪精度高, 实现了对太阳的全天候实时跟踪, 大大提高了太阳能利用率。

1.1 视日轨迹跟踪原理

太阳每天东升西落, 它相对于地球的位置每时每刻都在变化, 这种变化可以用太阳高度角 h 和方位角 A 来描述。太阳高度角是指太阳直射光线与地平面之间的夹角, 而太阳方位角是指太阳直射光线在地平面上的投影线与地平面正南方向所夹的角, 通常以正南方向为零, 向西为正值, 向东为负值。当时间和地点都确定时, 太阳的位置也确定, 此时高度角和方位角的计算公式如下^[1]:

$$\sin h = \sin \delta \sin \phi + \cos \phi \cos \delta \cos \omega$$

$$\cos A = (\sin h \sin \phi - \sin \delta) / \cos h \cos \phi$$

① 基金项目: 国家自然科学基金(10874042); 湖南省自然科学基金(省杰青)(07JJ1007)

收稿时间: 2011-02-25; 收到修改稿时间: 2011-03-20

其中 δ 为太阳赤纬角, ϕ 为纬度, ω 为太阳时角 ($0 \leq A \leq 180$, $0 \leq h \leq 90$)。由第二个公式计算得到两个 A 值, 一个对应于午后的太阳方位 (其值为正), 另一个对应于午前的太阳方位 (其值为负)。

1.2 光电跟踪原理

光电器件是将光照信号转换成电信号的一种传感器件, 它响应快、结构简单, 使用方便, 因而, 在自动检测、计算机控制系统中, 应用十分广泛。光敏电阻的电阻值会随着太阳光照强度的变化而产生明显的变化, 本设计采用光敏电阻来实现对光照强度的采集, 通过信号调理电路把光敏电阻的输出信号转换成微控制器能识别的高低电平信号^[2], 然后传给主芯片 S3C2440A 进行比较处理。4 个光敏电阻被安排在四个象限中, 中间用挡板挡住^[3]。当太阳光偏离光伏组件的垂直方向时, 挡板会挡住其中某个光敏电阻, 这样 4 个象限的光敏电阻接受到的光强度将发生变化, 这个变化信息经过控制器的分析处理后, 判断得出太阳相对于系统的方位, 进而驱动电机转动最终对准太阳, 从而实现精确太阳跟踪。

2 系统硬件设计

本系统硬件组成如图 1 所示:

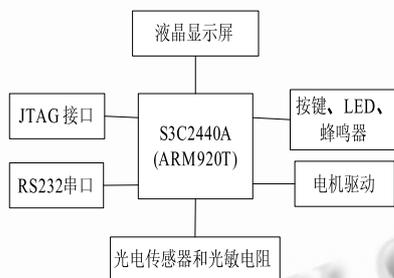


图 1 系统硬件设计框图

本设计硬件框图如图 1 所示。该硬件系统以 Samsung 公司出品的 S3C2440A 作为控制电路核心; LCD 显示模块负责系统状态信息的显示, 如实时时间, 地理位置, 太阳的高度角和方位角等; JTAG 接口和 RS232 串口则主要是用于软硬件调试; LED 和蜂鸣器用于控制警示出错信息。

2.1 主控制器 S3C2440A

数 S3C2440A 是三星公司设计的一款基于 ARM920T 内核的 32 位嵌入式 RISC(reduced instructions set computer)微处理器, 它的最高工作频率

可达 533 MHz, 适用于智能手机、便携式媒体播放器、手持导航仪等领域。其特点如下^[4]:

1. 1.2V 内核供电, 1.8V/2.5V/3.3V 存储器供电, 3.3V 外部 I/O 供电, 具备 16KB 的指令缓存和 16KB 的数据缓存和 MMU 的微处理器。
2. 外部存储控制器 (SDRAM 控制和片选逻辑)。
3. LCD 控制器 (最大支持 4K 色 STN 和 256K 色 TFT) 提供 1 通道 LCD 专用 DMA。
4. 3 通道 UART (IrDA1.0, 64 字节发送 FIFO 和 64 字节接收 FIFO)。
5. 4 通道 PWM 定时器和 1 通道内部定时器/看门狗定时器。
6. 8 通道 10 位 ADC 和触摸屏接口。
7. 具有日历功能的 RTC。
8. 130 个通用 I/O 口和 24 通道外部中断源。
9. 具有普通, 慢速, 空闲和掉电模式。

该硬件系统以 S3C2440A 作为控制电路核心, 具有体积小、功耗低、高速度、高精度、高效率和高可靠性等诸多优点。S3C2440A 具有 LCD 显示触摸屏接口单元, 能够实现数据和状态信息的实时显示, 触摸屏简化了用户的现场操作; 其高速的计算能力能够支持复杂的高精度太阳跟踪算法, 实现太阳位置的精确定位。同时由于系统采用 S3C2440A 作为微控制器, 其强大的接口资源为其硬件的升级预留了足够的空间, 而它对嵌入式操作系统的支持, 使得运行于系统上的应用软件的更新更加简单。

2.2 LCD 显示模块

系统显示部分采用统宝 3.5 寸液晶显示模块, 屏幕包含 240 x 320 像素, 支持 26 万色显示, 还带有触摸屏。显示器显示系统实时时间, 经纬度信息, 以及系统当前的高度角、方位角等信息。

2.3 按键模块

系统设计了 6 个按键, 通过按键中断的方式来对系统进行手动控制。按键 1 使系统进入手动控制模式, 按键 2、3 分别控制系统方位角的增加和减小, 而按键 4、5 则分别控制系统高度角的增加和减小, 按键 6 使系统退出手动控制模式。

2.4 RTC 模块

系统为实时时钟 (RTC) 单元设计了备份电源, 实时时钟可以在当系统电源关闭后通过备用电池工作。RTC 可以通过使用 STRB/LDRB ARM 操作发送 8

位二-十进制交换码 (BCD) 值数据给 CPU。这些数据包括年、月、日、星期、时、分和秒的时间信息。RTC 单元工作在外部 32.768kHz 晶振并且可以执行闹钟功能。

2.5 光电传感器和光敏电阻模块

光电传感器用于判断当前天气状态,如果是阴天,系统进入视日轨迹跟踪模式;如果是晴天,系统进入光电跟踪模式;而光敏电阻实现对太阳光强度的采集,通过对比 4 象限的光敏电阻输出状态来控制电机的运转。

2.6 步进电机模块

步进电机是机电控制中一种常用的执行机构,它在太阳能跟踪系统中的作用就是使系统能够精确地跟踪太阳运转。步进电机的工作原理为:当步进电机驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按照设定的方向转动一个固定的角位移(即步进角)。这样就能通过控制脉冲个数来达到准确定位的目的。

3 系统软件设计

本系统的软件包括自动控制模式和手动控制模式两部分,其中自动控制模式的算法流程如图 2 所示:

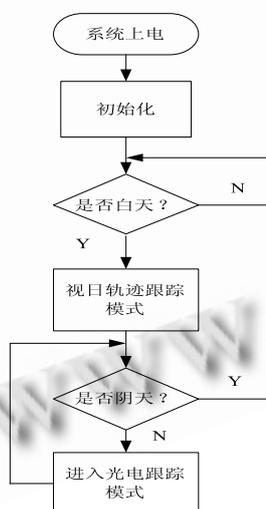


图 2 自动控制模式流程图

手动控制部分通过按键中断服务程序实现,其流

程如图 3 所示:

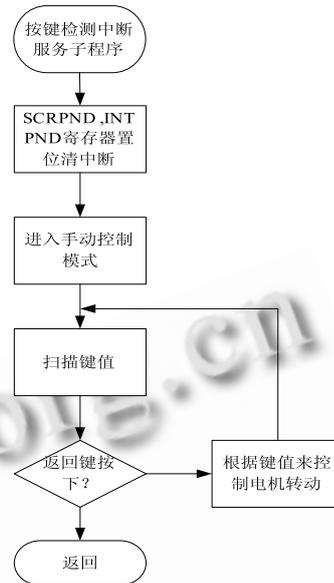


图 3 手动控制模式流程图

4 结语

本论文设计了一种基于嵌入式微处理器的太阳自动跟踪系统。系统采用视日轨迹跟踪和光电跟踪相结合的混合模式,通过光电传感器来得到当前天气是否晴朗,自动在两种跟踪方式之间进行切换。系统性能稳定,实时性好,跟踪精度高。系统还添加了手动控制模块,以便于系统的调试和维护。本设计具有控制装置简单,设计合理,易于实现等特点,系统可以显著提高太阳能的转化效率。

参考文献

- 1 王炳忠.第一讲太阳能中天文参数的计算.太阳能,1999,(2):8-10.
- 2 杨志成,张景胜.家用太阳灶运动控制器设计与研究.微计算机信息,2010,12(1):74-76.
- 3 朱世佳,侯建军.基于 S3C44B0 的太阳能追光系统设计.仪器仪表用户,2009,(4):41-43.
- 4 Samsung Electronics Corporation.S3C2440A 32-BIT CMOS Microcontroller User's Manual, 2004.30-33.