

The Design and Implementation of Traffic Light Control System Based on Single Chip Microcomputer (SCM)*

Jianliang Zhao¹, Zhansheng Chen^{1,2#}, Ming Zhang¹

¹School of Applied and Technology, Beijing Union University, Beijing

²School of Computer and Information Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing

Email: #ldtchenzs@buu.edu.cn, 11112085@bjtu.edu.cn

Received: Oct. 17th, 2013; revised: Nov. 3rd, 2013; accepted: Nov. 12th, 2013

Copyright © 2013 Jianliang Zhao et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Traffic lights control system is designed and developed based on AT89S51 single-chip microcomputer which acts as the core control unit, and integrated with sensor monitoring. This system has not only the basic function of traffic lights, but also has the functions of countdown display, manually-set communication time, vehicle flow detection, real-time adjustment of red and green traffic lights, and so on. Theory proves the system is simple, affordable and effective to disperse road traffic, and thus it improves the traffic capacity of traffic crossing.

Keywords: AT89S51 SCM; Countdown Display; Traffic Lights; Sensing; Vehicle Flow Detection

基于单片机的交通灯控制系统的设计与实现*

赵建良¹, 陈战胜^{1,2#}, 张明¹

¹北京联合大学应用科技学院, 北京

²北京交通大学计算机与信息技术学院, 北京

Email: #ldtchenzs@buu.edu.cn, 11112085@bjtu.edu.cn

收稿日期: 2013年10月17日; 修回日期: 2013年11月3日; 录用日期: 2013年11月12日

摘要: 以 AT89S51 单片机为核心控制单元, 结合传感器检测, 设计并开发基于单片机的交通灯控制系统。本系统不仅具备基本交通灯功能, 而且兼有通信时间手动设置、倒计时显示、车流量检测、红绿交通灯实时调控等功能。理论证明该系统能够简单、经济、有效疏导道路交通, 从而提高交通路口的通行能力。

关键词: AT89S51 单片机; 倒计时显示; 交通灯; 传感检测; 车流量检测

1. 引言

随着经济的不断发展, 工业技术的不断进步, 越来越多的小汽车开始走进千家万户, 截至 2013 年中国机动车数量已超 2.4 亿辆。与此同时, 日趋严重的交通拥堵问题已成为各大城市发展中亟待解决的问题。

*资助信息: 北京联合大学新起点计划项目资助(zk10201303); 北京市职业院校优秀青年教师选拔计划项目资助; 北京联合大学“启明星”大学生科技创新项目(No.12222994301)。

#通讯作者。

题。为保证交通安全秩序, 交通灯控制系统已成为保证交通顺畅必不可少的一部分。

目前, 交通灯控制系统容易造成众多路口在高峰时段出现拥堵现象, 其缺陷主要表现在: 程序中事先设定好东西、南北方向灯亮的持续时间; 不论车流量大小与否, 红绿灯的持续时间固定不变。虽然部分城市交通灯控制系统可由人工方式改变灯亮的时间, 但操作方式不够便捷, 使得城市交通车流量调节效果不够显著。

段宣翡^[1]等人针对城市交叉路口信号灯等待时间较长问题，提出了基于车流量的红绿灯实时配时算法。覃嫒^[2]针对传统交通灯控制系统无法实时控制的缺点，提出了一种新型智能交通灯控制系统，但文中未给出相应测试数据。针对上述问题，本文以 AT89S51 单片机为核心控制单元，结合传感器检测和车辆通行时间实时调整算法，设计并开发基于单片机的交通灯控制系统。本系统除具备基本的红绿灯控制功能外，还可以根据车流量大小自行调节绿灯时间，操作便捷、灵活，能够有效缓解交通压力。

2. 系统总体设计方案

基于单片机的交通灯控制系统由单片机、红黄绿信号灯、按键控制电路、LED 数码管显示和最小系统外围接口电路组成，系统总体框图如图 1 所示。

系统工作原理是：用单片机直接控制信号灯的状态变化，指挥机动车的通行，并辅以 LED 数码管显示倒计时来警示行人安全通行，凸显系统人性化。其中，按键控制电路模块用于选择系统输入模式、设置通行时间，系统进入正常工作状态，执行交通信号灯状态显示控制，同时将时间数据以倒计时方式输入到 LED 数码管上实时显示。

3. 系统通行方案设计

以东西向和南北向的十字路口为例，通行原则如下，交通灯转换示意图如图 2 所示。

- 1) 在任一时刻仅允许一个方向通行，另一个方向禁行；
- 2) 持续一段时间后，经过短暂的黄灯过渡，将通行方向兑换。

图 2 中黑色表示交通灯亮，白色代表交通灯灭。东西南北 4 个路口均有红绿黄 3 个交通信号灯和数码

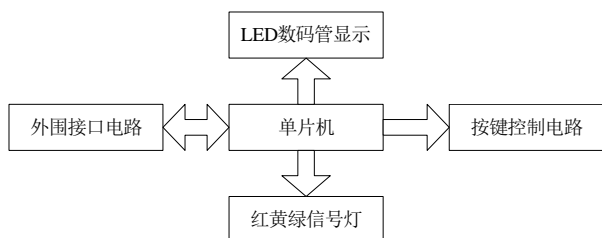


Figure 1. Traffic light control system block diagram
图 1. 交通灯控制系统框图

显示管 2 个，任一路口均遇红灯禁行转绿灯通行，黄灯亮起警告信号灯状态即将变换。

4. 系统功能需求分析

本文系统能够模拟基本交通信号灯控制系统，用红绿黄信号灯表示禁行、通行和等待，并实现倒计时显示功能，具体如下：

- 1) 实现东西、南北方向的红黄绿等按设定时间亮灭，指引交通通行。
- 2) 倒计时显示功能，时间可调节。
- 3) 控制系统分为自动模式、高峰模式和紧急情况三种运行模式。
- 4) 计时停止功能。

5. 系统硬件电路设计

系统选用 AT89S51 单片机及外围器件构成一个处理、自动控制于一身的最小开环控制系统。以单片机为核心，12 个发光二极管分成 4 组红绿黄三色灯构成交通信号灯指示模块，8 个 LED 以东西南北方向各两个分成 4 组构成倒计时显示模块，若干按键组成时间设置、模式选择按钮等，总体设计框图如图 3 所示。

如图 3 所示，系统上电或手动复位后，系统等待模式选择设置键按下，其中 S 键表示红绿灯时间设置模式，F 键表示红绿灯时间自动模式，F 键表示确认，该过程本质就是设置寄存器中的时间值。然后，系统显示信号灯和 LED 数码管，数码管位选由 P2 口发送

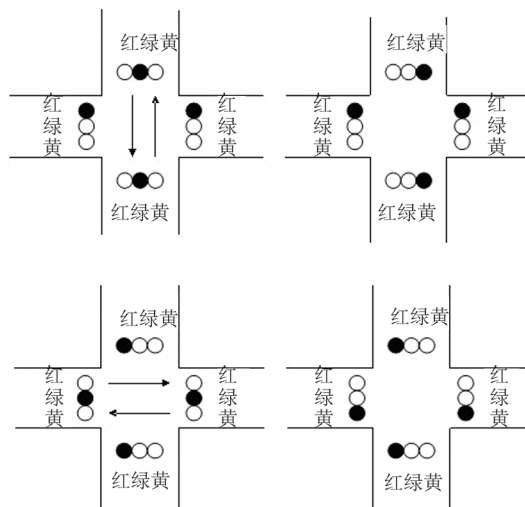


Figure 2. Traffic signal state transition diagram
图 2. 交通灯状态转换示意图

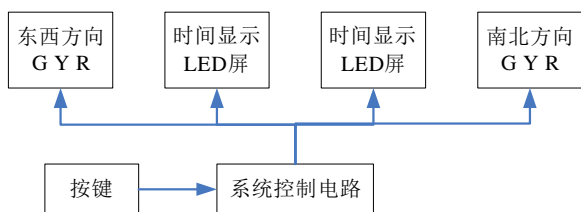


Figure 3. System overall design block diagram
图 3. 系统总体设计框图

至数码管，时间数值由 P0 口发送至数码管，以 50 ms 为周期软件方法计时，每一秒就将时间减 1，刷新 LED 数码管。

数码管显示模块的设计原理图，如图 4 所示。

6. 算法及软件设计

系统软件设计采用汇编语言编程实现。该程序主要包括键盘设置处理程序、状态灯控制程序、LED 显示程序、消除抖动延时程序、状态判断及处理程序、中断服务子程序、红绿灯时间调整程序等。

整个程序主要分为按键处理程序和 50 ms 扫描程

序，具体如图 5 所示。

在按键扫描程序中，1 表示没有键按下，0 表示有键按下，然后判断具体是 F 键还是 S 键。在状态灯显示及判断模块中，实际控制信号灯有 6 个，即东西红灯、东西绿灯、东西黄灯、南北红灯、南北绿灯和南北黄灯，组合状态如图 4 中的 4 种状态。在 LED 倒计时显示模块中，LED 计时每 1 秒刷新一次。按键扫描算法伪代码如下所示：

Init: $Port_S = P3.6$, $Port_J = P3.2$, $Port_F = P3.7$

50 ms 扫描按键 Key 程序

如果先按 F 键，表明为自动调整模式，进入倒计时程序；

如果先按 S 键、J 键，然后再按 F 键就进入时间设置模式，进入倒计时程序。

在红绿灯的控制程序中，实际控制的灯只有 6 个，即：东西红灯，东西绿灯，东西黄灯，南北红灯，南北绿灯，南北黄灯。由 P3.2~P3.7 端口控制，其中均是低电平有效。

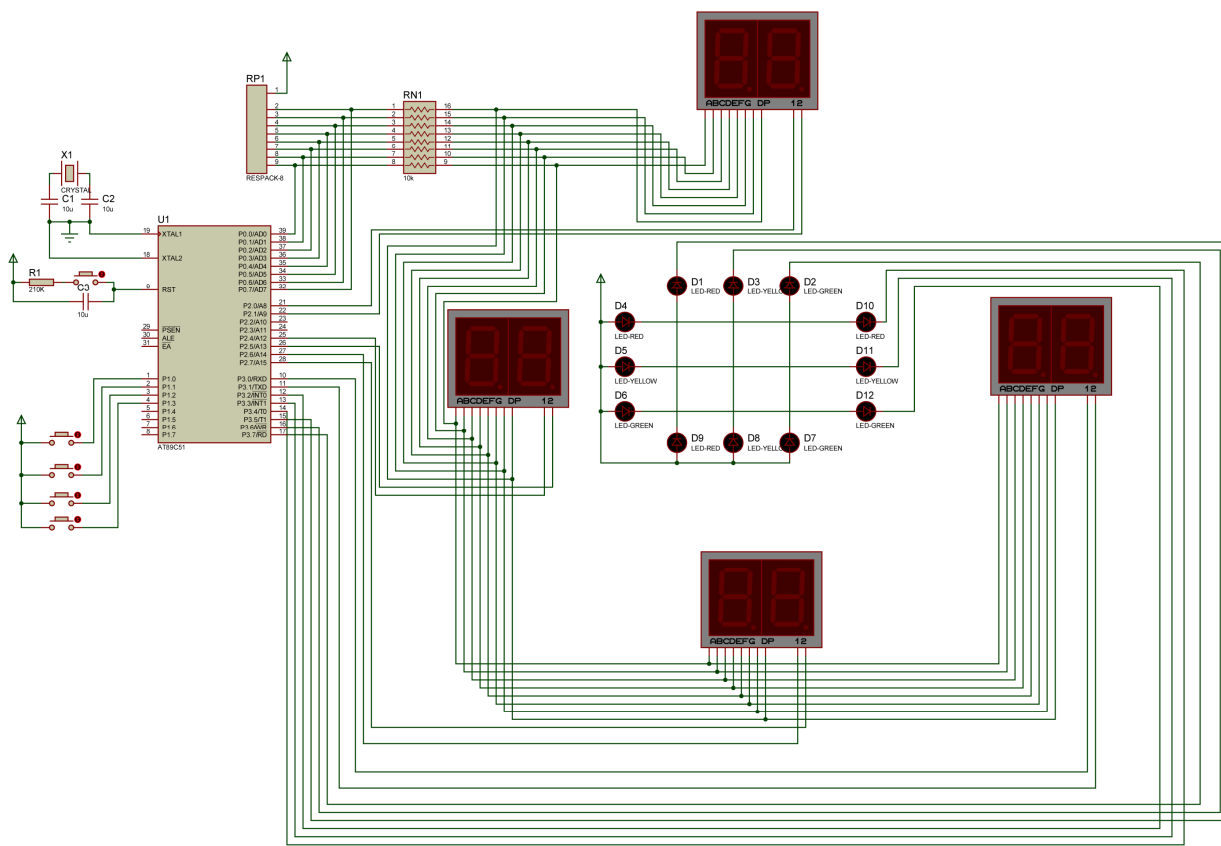


Figure 4. Digital display design principle diagram
图 4. 数码管显示模块设计原理图

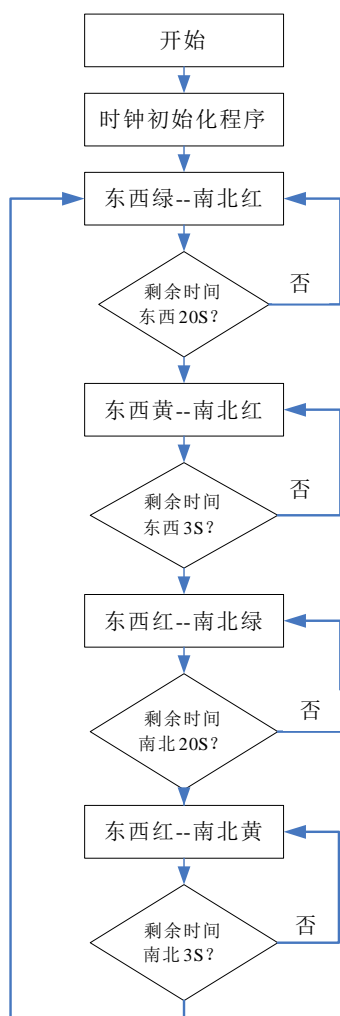


Figure 5. System process flow chart
图 5. 系统程序流程图

红绿灯系统共有 4 种状态：东西红灯亮，南北绿灯亮(11011101/DDH)；东西红灯亮，南北黄灯亮(10111101/BDH)；东西绿灯亮，南北红灯亮(11101101/EDH)；东西黄灯亮，南北红灯亮(11100111/E7H)。红绿灯 4 种状态是依次变换的，括号中的值为 P2 端口 8 个引脚 P2.7、P2.6、P2.5、P2.4、P2.3、P2.2、P2.1、P2.0 一一对应的值。在用于显示发光二极管时，直接由 MOV 指令将十六进制码送入 P2 口。红绿灯四种状态转换伪代码如下：

```

Display one R/G traffic light status
Run Down-Time Program
R/G traffic light transform Porgram
.....
    
```

为了根据车流量的大小，进行红绿灯的实时

调控，车流量的红绿灯时间调整原理简述如下：应用传感器实时检测单位时间内通过车流量的大小，根据公式(1)和公式(2)进行东西向、南北向红绿灯的时长调控。

$$R_i = \frac{\text{第}j\text{周期内车流量大小}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n j\text{周期内车流量大小}} \quad (1)$$

如公式(1)中， i 取值 0 表示东西向，1 表示南北向。

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n j\text{周期内车流量大小(东西)}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n j\text{周期内车流量大小(南北)}} \quad (2)$$

从实用角度出发，本文将红绿灯时间调控划分为 3 个等级，如表 1 所示。

从表 1 可知，当 $R_0/R_1 \in (0, 0.7]$ ， $K \leq 1$ 时，东西向交通压力较小，而南北向交通较为拥堵；当 $R_0/R_1 \in (0.8, 1.4]$ ， $K \approx 1$ 时，东西向和南北向车流量的比例波动不大，基本持衡；当 $R_0/R_1 > 1.4$ ， $K \geq 1$ 时，东西向交通压力较大，而南北向交通压力较小。在程序软件实现中，仅仅是将暂存在寄存器中的时间调控值作为参数传递给倒计时子程序。

7. 系统性能测试

本系统性能测试表明，系统能够指挥由东西向和南北向的十字路口的交通指示，可以进行通行时间的手动设置，可倒计时显示通信时间。系统操作简单，经济，测试结果表明本系统具备基本交通信号灯功能，同时能够满足根据车流量变化自动调整绿灯亮的时间，从而能够更高效的提供导道路交通的能力。

在文[2]中仅仅考虑了采样值与设定值之间偏差的对比，文[3]仅仅考虑了单位时间内东西向和南北向车流量的比值，本文既通过公式(1)考虑了在单位时间

Table 1. R/G traffic light time adjustment table
表 1. 红绿灯交通灯时间调控表

	东西时间	南北时间
$R_0/R_1 \in (0, 0.7], K \leq 1$	20	40
$R_0/R_1 \in (0.8, 1.4], K \approx 1$	30	30
$R_0/R_1 > 1.4, K \geq 1$	40	20

内车流量激增的态势，又通过公式(2)考虑了参考车流量样本值，具有科学性。

8. 结论

基于单片机的交通信号灯控制系统能够有效疏导现实生活中拥堵的道路交通，具有实用价值。

本系统实现了基本的交通信号灯功能和倒计时显示通行时间，并且能够根据交通路口车流量的拥塞程度进行红绿交通灯显示时间的实时调控，从整体上大大提高交通路口的通行能力。今后，本文将继续研

究如何有效增加紧急情况下急车强行通过等功能。

参考文献 (References)

- [1] 段宣翥, 唐泽杭 (2013) 基于车流量的红绿灯实时配时算法. *硅谷*, **13**, 52-53.
- [2] 覃娴 (2012) 基于单片机的新型智能交通灯控制系统. *福建电脑*, **4**, 153-154.
- [3] 蒲翠萍, 张立明 (2011) 基于 PLC 的智能交通灯控制系统. *机电技术*, **2**, 2-3.