

机器人关节及转向装置——舵机的原理及应用

李华晋, 刘 鸣

(天津大学 精仪学院精密仪器与光电子实验中心, 天津 300072)

摘要: 在机器人关节运动和航模转舵等方面需要精确控制, 舵机作为一种伺服电机有较高的实用性, 本文介绍了舵机的伺服控制原理, 并介绍了使用 555 定时器的硬件模拟 PWM 和使用单片机模拟 PWM 的软件控制舵机方法。

关键词: 舵机; 硬件控制; 单片机控制; PWM

舵机作为一种伺服电机属于闭环控制系统, 和一般的直流电机、交流电机相比具有很高的控制精度, 步进电机虽然也具有一定的控制精度但仍然属于开环结构。于是舵机在机器人关节控制和航模转舵控制等需要精确控制而又没有很高载荷的系统中就显得十分经济实用, 尤其在一些科技制作大赛中, 舵机的使用已经显得必不可少。

1 舵机原理

标准舵机的外部接线是包括电源线, 地线和信号线在内的 3 条控制线。其供电一般在 4.8V - 6V, 控制信号是周期为 20ms 脉冲宽度是 0.5ms - 2.5ms 的脉宽调制信号 (PWM), 对应着 0° - 180° 的工作转角。其工作原理是收到的 PWM 信号的脉宽和其内部电路产生的脉宽通过比较电路得到的两路脉冲, 其中一路展宽后输出给驱动电路, 另一路用来控制驱动方向, 电机的转动带动电位器的位置改变脉宽, 直至达到和外部信号输出一致的脉宽信号, 电机停转舵机角度固定, 工作原理如图 1 所示。

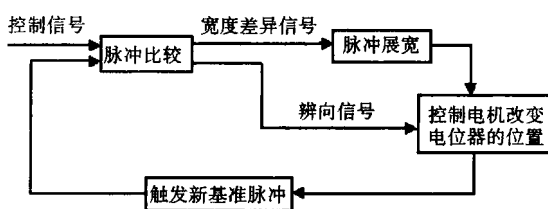


图 1 舵机工作原理

2 舵机控制

2.1 硬件电路控制

这是一种使用 555 定时器模拟产生 PWM 信号以控

制舵机的方法, 这里在使用 555 产生信号部分, 两个方向相反的二极管使充放电回路分开, 这样可以在保持信号周期基本不变的情况下灵活地调节占空比, $t_{PH} = 0.7 R_A C$, $t_{PL} = 0.7 R_B C$ 。可以通过调节最大值为 22k 的多圈电位器来产生占空比可变的控制信号, 正脉宽调节范围在 0.5ms - 2.5ms, 但信号周期稳定在 20ms, 这样舵机的角度可以随之连续调节。

由于舵机在工作状态下很容易受到干扰而发生抖动, 故而设计了光电隔离电路, 将舵机驱动电源和控制信号的电源隔离开来, 这样控制信号就不会受到因舵机自身的工作而产生的干扰。同时为了最大程度的滤除干扰, 在两个供电电源上都加了 100uF 的电容滤波, 控制信号的最终输出线也并联了 0.1uF 的小电容滤除一部分高频信号。使用 555 电路控制舵机如图 2 所示。

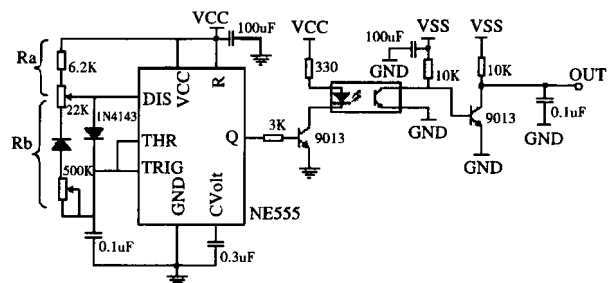


图 2 使用 555 定时器产生 PWM 信号控制舵机

经实验验证, 所使用电路能达到连续控制舵机转动的使用要求, 在占空比线性变化的过程中, 舵机能够基本线性地稳定转动, 但应注意实验过程中应避免强干扰源的干扰, 保证各个环节的滤波措施, 这在使用金属芯舵机时表现得更为明显。

2.2 单片机输出 PWM 控制

在舵机角度控制需要更加精确的场合, 以及机器人控制电路中, 更多的是使用单片机通过软件控制舵机, 这样的硬件电路非常简单, 将舵机控制线连接在 I/O 口即可。软件部分使用定时器两次定时控制输出 PWM 信号, 改变定时器的初值即可实现 PWM 信号占空比的变

● 作者简介: 李华晋, 天津大学精仪学院, 测控技术与仪器专业 06 级本科生。

● 通讯作者简介: 刘鸣 (1957 -), 男, 高级工程师, 实验中心主任, 主要研究方向: 测控技术。

● 收稿日期: 2009 - 11 - 20

化。6MHz 的晶振频率下, 机器周期为 2us 正好和舵机的脉宽控制精度相适应, 由于占空比可以得到非常精确的控制, 舵机的角度可以达到很高的精度。同时数字控制将比模拟控制有更高的抑制外部噪声的能力, 输出口也可以使用光电隔离, 这里使用 74LS07 是提高输出能力。使用单片机控制舵机硬件电路如图 3。

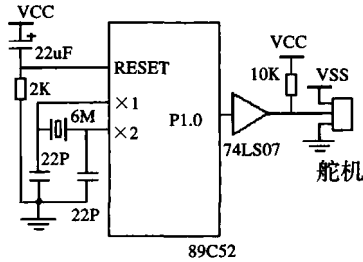


图 3 使用单片机控制舵机硬件电路

单片机程序: 初始化定时器运行主程序, 这里定时器的时间是控制信号正脉冲的持续时间 (0.5ms - 2.5ms), 定时的同时 P1.0 口置 1。当定时器溢出中断后, 重新载入定时初值, 第二次定时即为控制信号低电平部分, P1.0 口置 0。再次溢出中断后重新装入正脉冲定时初值, 如此往复循环, 可以得到稳定占空比的 PWM 信号输出。如果想要得到舵机的连续平稳转动, 则令程序逐渐改变定时初值即可。下面的程序控制舵机从 0° 到 180° 连续转动, 然后停止。程序如下:

```
#include <reg52.h>
#define uint unsigned int
```

```
bit n = 1;
sbit p10 = P1^0;
uint a, b, c, d;
//a、b 为高低电平时间, c、d 为相应初值
//中断程序
```

```
void timer0 (void) interrupt 1
```

```
{
n = ! n;
if (n == 0)
{
p10 = 0;
TH0 = d/256;
TL0 = d%256;
}
else
{
p10 = 1;
TH0 = c/256;
TL0 = c%256;
}
}
```

```
}
void delay (long j)
{
for (j; j>0; j--);
}
//初始化及主程序
void main (void)
{
TMOD = 0x01;
a = 250;
b = 55535 - a;
c = 65535 - a;
d = 63335 - b;
TH0 = c/256;
TL0 = c%256;
ET0 = 1;
TR0 = 1;
EA = 1;
p10 = 1;
//每隔一段时间正脉冲增加 2us, 即转动 0.18 度
for (a = 250; a <= 1250; a++)
{
b = 55535 - a;
c = 65535 - a;
d = 63335 - b;
delay (500)
}
while (1) {}
}
```

3 结 语

舵机的控制实际上就是控制 PWM 信号。相比较而言, 硬件控制方式在单个位置控制的情况下比较方便, 多用在航模转向装置中, 而软件控制方式则更适用于需要连续平稳控制或是多个舵机同时运行的场合, 可用在多自由度机械臂中, 两种方式各有所长, 无论从软件还是硬件方面都有很多种方法, 本文只是各举一例, 是对教学实验和机器人、模型制作有一个指导性介绍。

● 参考文献:

- [1] 付丽等. 单片机控制的多路舵机用 PWM 波产生方法 [J]. 微特电机, 2006, 2.
- [2] 刘鸣. 电子线路综合设计实验教程 [M]. 天津: 天津大学出版社, 2009.
- [3] 李朝青. 单片机原理及接口技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.