

# 智能小车路径识别及速度控制系统的实现

韩山师范学院物理与电子工程系 董晓庆 谢森林 李 平

[摘 要]本文介绍了智能小车路径识别及速度控制系统具体实现方法。在该系统中,由 CMOS 摄像头实现路径识别,直流电机作为驱动,舵机控制方向,旋转编码器检测速度,利用非线性 PID 算法实现小车的路径跟踪、速度的闭环控制,使小车能按照给定的引导线平稳、快速地行驶。实验证明:系统能很好地满足智能车对路径识别性能和抗干扰能力的要求,舵机调节响应时间快,稳态误差小,具有较好的动态性能和良好的鲁棒性。

[关键词]智能小车 路径识别跟踪 CMOS 摄像头 非线性 PID 算法

引言

自第一台工业机器人诞生以来,机器人的发展已经遍及机械、电子、冶金、交通、宇航、国防等领域。近年来机器人的智能化水平不断提高,它大大提高了劳动效率,减轻了人的劳动强度,提高了产品质量,改善了劳动环境,减少了能源和材料消耗,保证了安全等。

智能小车,即轮式机器人,是移动机器人的一种,其内容涵盖机械、汽车、电子、自动控制、计算机、传感技术等多个学科的知识领域,作为一门新兴的综合技术,可广泛的应用于工厂自动料车、固定场地搬运车等技术领域,也可应用于复杂、恶劣的工作环境,具有良好的民用和军用应用前景。

### 1.智能车硬件设计方案

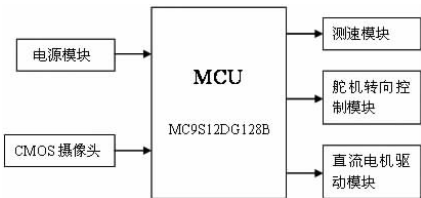


图 1 智能车控制系统结构图

智能车控制系统如上图 1 所示,CMOS 摄像头采集路面的灰度图像传给单片机,单片机通过对图像的处理识别路径,并实时地通过测速模块检测小车速度,利用 PID 算法实现对小车的转向及速度的闭环控制。

该系统采用飞思卡尔公司高性能 16 位单片机 MC9S12DG128 为核心控制器,该单片机可以升级到 50MHz,能够达到通常只有 32 位控制器才能达到的性能水平,完全可以满足图像采集处理、电机、舵机实时控制的要求。

视觉模块采用 CMOS 摄像头,CMOS 摄像头是一种高集成度大规模集成电路,使用光敏元件为感光器件,经光电转换直接产生电压信号,具有很高的灵敏度,功耗相对于 CCD 有很大的降低。因为模拟环境是白色地面上铺黑色的引导线,所以我们只需要采集灰度信号就可以了,即 YUV 颜色空间里的 Y 信号,信号处理量不大,基本可以满足实时采集、处理的要求。图 2 为编码芯片 OV7620 与 16 位单片机的电路图:

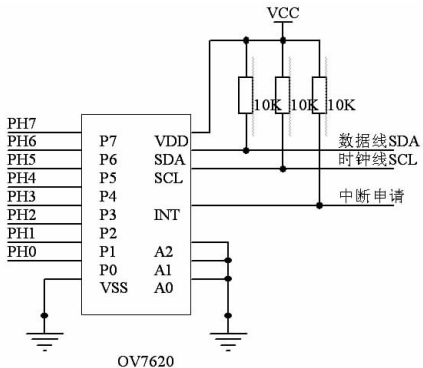


图 2 OV7620 与 MC9S12DG128 连接图

方向控制模块采用舵机,其内部集成了对其转角控制电路,可以将单片机输出的某一路 PWM 信号输入到其控制线中,即可对舵机转角进行控制。

动力模块采用直流电机,直流电机的驱动采用集成芯片 MC33886,作为一个单片电路 H-桥,MC33886 是理想的功率分流直流马达和双向推力电磁铁控制器,能够控制连续感应直流负载达到 5.0 安培,输出负载脉宽调制(PWM-ed)的频率可达 10KHZ。为了增大输出电流,本文把 MC33886 的多个输出端并联在一起,提升了加减速性能。在驱动电路中加入反向制动电路来控制电机,可以极大地提高减速性能。下图为

两块 MC33886 并联电路图。

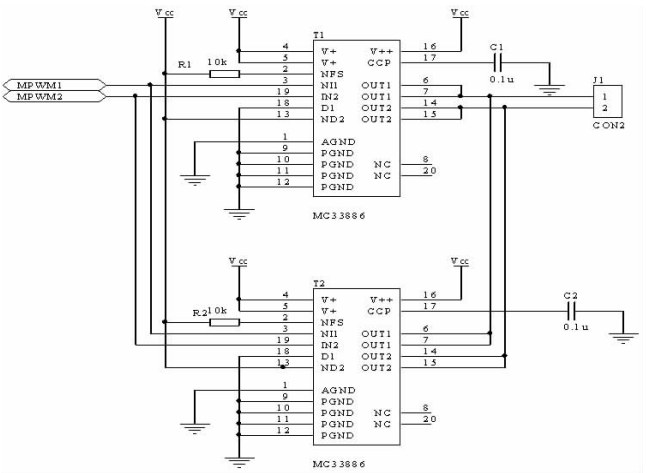


图 3 两块 MC33886 并联电路原理图

为了对车速进行闭环控制,该系统增加了车速检测模块,本设计中采用的是 OMRON 公司生产的 E6A2- CS100 型光电编码器。速度传感器通过后轮轴上的齿轮与电机相连,那么轮子的转动速度跟传感器的速度成正比,这样就实现了速度的检测。

### 2.软件程序设计

#### 2.1 路径识别

摄像头输出的是数字信号,先要用 DG128 的 IIC 模块对 OV7620 内部寄存器配置。然后分别将视频同步信号(奇偶场同步信号、行同步信号、位同步信号)输入单片机。再采用单片机内部定时计数器进行分频采样,采用间隔点取样的方式,以减轻 CPU 的负担。并在采样同时进行简单的图像处理:

- 跑道识别,对采集到的图像色点的灰度进行“二值化处理”,针对环境亮度进行相应阈值的设置;
- 将路面映射回来的图像中的一些干扰信号(如路面上的一些黑点及非跑道信号)通过“边缘算法”将其去滤除;
- 进行图像还原处理,对映射图像进行梯形的恢复。

当一行图像采集完毕后,立即根据灰度差和道路的连续性进行道路识别。这样,在整帧图像采集完毕后,道路识别同时完成,大大节省了计算时间,加快了系统响应。

由于摄像头安装位置较低,单片机得到的图像信息产生了较大的畸变,因而在做出控制决策前,需对识别到的道路进行“梯形矫正”。但在实际操作中,并不需要矫正识别到的整条道路,只需对影响控制决策的那些点进行矫正即可。

#### 2.2 转向非线性 P 控制

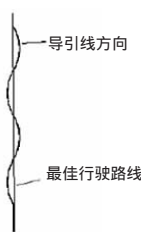


图 4 S 道

方向控制主要是控制舵的转向,最简单的方法就是使赛车基本沿着引导线走(“完全跟踪”)。理论上这样就能较好的按比赛规则完成全程。实际上这种完全跟踪的跑法只能在较小的速度花较长的时间来跑。为考虑时间的最优化,将路径和转向大小要协调好,(下转第 72 页)

# 浅谈蛋鸡孵化的基本要点

长江大学动物科学学院 齐宗龙 李助南

孵化家禽繁殖的一种特殊方法,是繁衍后代必须经过一个母体外的胚胎发育阶段。种蛋离开母体后,胚胎的发育完全依靠蛋里的营养物质和合适的外界条件——温度、湿度、通风、凉蛋、翻蛋等来完成。由于胚胎发育在各个不同阶段有不同的生理变化,因此就得给予不同的条件。故掌握以下要点,就能获得满意的孵化效果。

## 1 温度

在胚胎发育过程中,各种代谢活动都在一定的温度条件下进行,因此,没有适当的温度,胚胎就不能发育或发育不正常,得不到预期的孵化效果。所以温度是孵化中最重要的条件,对孵化率和健雏率起决定性作用。

首先,确定“生理零度”。应根据鸡的不同品种、品系及干扰因素,确定“生理零度”,一般为 23.9℃。其次,掌握最适孵化温度。因超过“生理零度”胚胎开始发育,但这种发育是勉强和不充分的,可造成胚胎发育不足与衰弱,严重影响孵化效果。因此切忌低于 23.9℃的孵化。据研究,最适宜的孵化温度范围很窄,通常孵化期以 37.8℃±0.28℃为标准,出雏期为 36.8℃~37.5℃。从胚胎发育的阶段看,鸡孵化的三种最适温度为:①蛋产下之前。卵受精至蛋产出的 20 个小时期间胚胎完成多次细胞分裂,这一期间胚胎发育的最适温度就等于产蛋母鸡的体温,即 40.6℃~41.7℃。②孵化 1~19 天期间。最适孵化温度随机械孵化器的种类型号不同而异,其范围在 37.5℃~37.7℃之间。③孵化 20~21 天的出雏期。在机械孵化器中,温度由 1~19 天期间的温度渐降至 36.1℃~37.2℃时,孵化率最高,雏鸡质量也最好。故温度的控制是尤为重要的,还应根据胚胎的需温特点,入孵方式和孵化方法正确供温。如分批入孵时采用恒温孵化法,孵化机的温度控制为 37.8℃,出雏机的温度为 37.0℃~37.5℃;整批入孵时采用变温孵化法,1~7 天孵化温度 38℃,8~12 天为 37.8℃,13~18 天为 37.6℃,19~21 天为 37.2℃,孵化室室温最好控制在 22℃~26℃。这样,方可取得较好的孵化效果。

## 2 湿度

湿度具有导热作用,在孵化初期可使胚胎受热均匀,孵化后期有利于胚胎生理热的散发;湿度不当会影响蛋内水分蒸发和胚胎的物质代谢;湿度还有利于雏鸡出壳,在足够的湿度和空气中 CO<sub>2</sub> 的作用下,使蛋壳的 CaCO<sub>3</sub> 变为 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,蛋壳变脆,便于雏鸡出壳。

湿度对孵化效果具有很大的影响。胚胎对湿度的适应范围较广,不及温度敏感,一般不会造成孵化率大幅下降。但湿度控制不当会影响雏鸡的质量,如湿度过大,会延长出壳时间,雏鸡体软,腹大,绒毛粘连蛋黄液;湿度过小,提前出壳,雏鸡干瘪瘦小,绒毛干燥,发焦,有时粘壳。

注意对湿度的调节。湿度过大,适当减少水盘数量,或加强通风,使水气散发;湿度低,则适当增加水盘数量,冷天加温水,夏天加冷水,也可洒湿地面,增加水分蒸发,以提高室内湿度。

常规要求:孵化室和出雏室的相对湿度应保持在 60%~65%,孵化

机内保持 50%~60%,出雏机保持 65%~75%。在孵化管理中对湿度的掌握以“两头高中间低”进行调控,孵化前期胚胎在形成羊水和尿囊,湿度应高些,中期胚胎要排羊水和尿囊液,湿度应低些,啄壳、出雏期间为防止雏鸡绒毛与蛋壳粘连,便于雏鸡啄壳出雏,湿度应高些。

## 3 通风

通风换气的目的是供给胚胎生长发育足够的新鲜空气,排出二氧化碳,促进胚胎散热,防止自温超温。蛋的上面有一个气室,气室内储存有空气。孵化初期,胚胎需要的氧气很少,通过接触酶活动,蛋黄中吸收氧气,渐渐的又利用气室内的空气供给胚胎氧气,再往后呼吸量增大,则靠尿囊循环与蛋壳的气孔进行交换气体,满足胚胎的呼吸。初期胚胎需氧 0.51 立方厘米,到后期,肺部发育完全,到第 14 天完全靠自身的呼吸运动满足胚胎的氧气。后期需要的氧气量为 17 立方厘米之多,呼吸次数也不断增加,根据胚胎发育需氧量的规律,我们就要掌握适当的换气操作方法,初期可两小时换气一次,打开进排气门,摇动风扇达 10 分钟;7 天后要增加换气次数,1 小时换气 1 次,摇动风扇达 20 分钟。10 天以后,换气工作更要勤一些,可以半小时 1 次,每次摇动风扇 30 分钟。到 17 天以后,可以断续的将进排气门打开,让它自然通风。由于自产热的不断增加,蛋面温度上升很快,上层蛋温较高,就可将进排气门一直开着,让它自然通风。这样就可避免后期胚胎缺氧窒息死亡。

## 4 转蛋

转蛋也称翻蛋。孵化期间,翻蛋不仅可防止胚胎的粘连,促进胚胎运动,而且能够保持最快的血管生长以及胚胎、卵黄囊最佳的相对位置,从而可最大限度地利用营养,以保持胚胎最高的生长速度。

多数自动孵化器设定的转蛋次数 1~18 天为每 2h 一次,每天 12 次。每天转蛋 6~8 次对孵化无影响。19~21 天为出雏期,不需要转蛋。孵化的第一周转蛋最为重要,第二周次之,第三周效果不明显。转蛋的角度应与垂直线成 45 度角位置,然后反向转至对侧的同一位置,转动角度较小不能起到转蛋的效果,太大会使尿囊破裂而造成胚胎死亡。

## 5 凉蛋

凉蛋是孵化的补充条件,是指孵化到一定时间,将孵化机门打开,关闭电源,让胚蛋温度下降的一种操作程序。目的是驱散孵化机中余热,让胚蛋得到更多的新鲜空气,还可给胚胎冷刺激,有利于胚胎发育。通常做法是每天上午、下午各一次。待胚蛋温度下降到 30℃~33℃后重新关上机门接通电源继续孵化。如果孵化机供温、通风系统设计合理,供温稳定,通风良好,也可以不凉蛋。但在炎热的夏季孵化或上蛋量过大,通风不良时,需及时进行凉蛋。尤其是孵化后期胚胎脂肪代谢增强,自温超温时应加强凉蛋。

上述孵化五要素都是互相联系、互相制约的,在正常情况下,温度、通风、翻蛋是鸡蛋孵化的三大要素,三者关系密切缺一不可,掌握好这三大要素再辅以湿度和凉蛋措施,定能取得理想的孵化成绩。

(上接第 71 页) 如直接用“内弯跑法”只要是弯道都靠内弯方向走,从而达到缩短路程的效果,特别在对小车跑“S 形”路线时,能发挥很大的优势,如图 4 所示。

为使小车转向更准确完成控制策略,使用 P 参数控制,为较好的配合摄像头方向采样决定点和舵机 PWM 控制方式制作了二次函数关系式:

$$P \times (a\Delta x^2 + b\Delta x + c) \quad \text{公式(1)}$$

抛物线,即路线偏中线直线的距离跟舵机方向控制参数采用非线性处理,对偏离较小时做细微调节,在偏离较大时控制量也达到一个较大的量,加强的制动的性能。

## 2.3 速度 PID 控制

由于硬件上加了测速传感器,可以得到小车的当前速度,然后采用闭环 PID 控制,可以及时、快速、平稳的调节速度达到预定值。小车在跑道上实际行驶时,由于外界环境的影响负载是不断变化的,采用上述算法根据不同负载情况,相应的调整 PWM 波的占空比,使小车迅速跟踪目标速度。这就是车速控制的下位控制器。

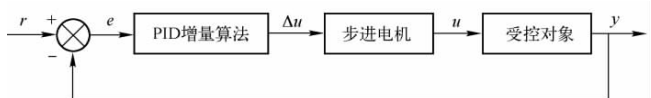


图 5 增量式 PID 控制算法实现框图

PID 控制分为位置式 PID 和增量式 PID,对于小车的速度控制应该采用增量式 PID,增量式控制算法实现框图如图 5:

增量式 PID 算法的差分方程为:

$$\Delta u(n) = K_p [e(n) - e(n-1)] + K_i e(n) + K_d [e(n) - 2e(n-1) + e(n-2)] \quad \text{公式(2)}$$

其中  $\Delta u(n)$  为第 n 次输出增量,则  $u(n+1) - u(n) = \Delta u(n)$ ,  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  分别为 P、I、D 调节参数,  $e(n)$  代表位置偏差。

利用 HS12 单片机的外部捕捉中断和 RTI 实时中断,可以精确及时的计算出小车的速度并与目标车速进行比较而得出速度偏差,根据当前的速度偏差以及系统记录的上两个状态的速度偏差,利用 PID 算法即可及时的调节速度。

## 3.结论

本系统采用基于 COMS 摄像头的路径识别方法,并进行简单的图像处理,结合 PID 算法对小车的转向和速度进行有效的控制,算法简便、实时性强,实际应用证明,该智能车系统满足了实时、安全、稳定快速的要求,具有广阔的应用前景,是当前智能车辆引导技术研究的主流方向和发展趋势。

## 参考文献

- [1] 邵贝贝. 单片机嵌入式应用的在线开发方法 [M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- [2] 陶永华. 新型 PID 控制及其应用. 北京:机械工业出版社, 1998.
- [3] 陈懂. 智能小车的多传感器数据融合 [J]. 现代电子技术, 2005, (6): 3-5.
- [4] 曾星星. 基于摄像头的路径识别智能车控制系统设计. 湖北汽车工业学院学报, 2008 年第 6 期.
- [5] 吴斌华, 黄卫华, 程磊, 杨明. 基于路径识别的智能车系统设计. 电子技术应用, 2007 年第 3 期.