

基于红外避障的智能小车的设计

强 彦, 叶文鹏, 屈明月, 赵涓涓

(太原理工大学 计算机科学与技术学院, 山西 太原 030024)

摘 要: 本文主要针对智能小车的红外避障功能存在的“点”避障缺陷, 提出并设计了一种基于双路交叉红外探测的智能避障系统. 重点针对避障过程中所遇到的“贴墙”陷阱问题, 进行深入分析研究, 提出了基于时钟中断的保护期模式的解决方案和相关算法. 算法经过测试实验反复调整参数, 达到了较好的避障效果.

关键词: 智能小车; 红外传感; 避障算法; 时钟中断

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)02-0140-04

An Intelligent Vehicle Design Based on Infrared Obstacle Avoidance

QIANG Yan, YE Wen-peng, QU Ming-yue, ZHAO Juan-juan

(College of Computer and Software, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: As a robot propelled through 4 wheels, Intelligent Vehicle have a lot of flexibility. The study about the intelligence obstacle avoidance research, which attracts many scholars, was one of the important subjects in the study field of the intelligent vehicle. Intend to solve the defect existing in the function of the smart car of infrared obstacle avoidance, this article puts forward and designed a way of infrared detection based on the double cross intelligence obstacle avoidance system. As for the "Wall" trapping problem, which the tiny intelligent car come across in the avoidance process, this article solves it effectively by presenting a protection mode based on the clock interruption. The algorithm has been tested again and again to modify the parameters, and achieved a good effect of obstacle avoidance.

Key words: intelligent vehicle; infrared sensor; evasive algorithm; clock interruption

1 引言

智能小车作为一种四轮驱动式的感知机器人, 它行动灵活、操作方便, 车体上可集成各种精密传感器、数据处理模块、网络通信模块等多种功能模块^[1]. 智能小车可用作各种复杂环境的信息采集、转换、发送等工作^[2].

避障功能保证了智能小车在行进过程中的自动调节, 避免发生碰撞, 是智能小车的重要组成部分. 红外传感避障硬件操作简便、实时性强, 是目前最为常见的避障方法. 本文在基于 SPCE061 单片机的智能小车基础上对红外避障进行了优化设计. 重点解决了红外传感器的避障范围的局限性, 由原来的“点”检测改变为“面”检测, 并设计了算法.

2 双路交叉红外避障系统的设计

2.1 红外避障硬件系统设计

本文设计的避障系统采用双路交叉避障的模式, 从而实现对障碍物的全方位避障, 克服红外传感器的“点”避障模式. 在智能小车的前端设置左右两个红外避障传感器, 它们的探测方向不再平行于小车的行车路线, 而是各成一个角度, 交叉探测, 从而实现“面”避障模式.

2.2 小车的车体结构

小车采用四轮驱动方式, 分左右两个马达控制, 如图 1 所示. 其中左侧电机控制左侧两轮, 右侧电机控制右侧两轮, 每个电机都经过变速齿轮与轴相连, 从而控制相应一侧前后轮的转动.

收稿日期: 2012-05-03; 修回日期: 2012-06-21

基金项目: 国家自然科学基金(60970059); 山西省青年科学基金(2009021017-3)

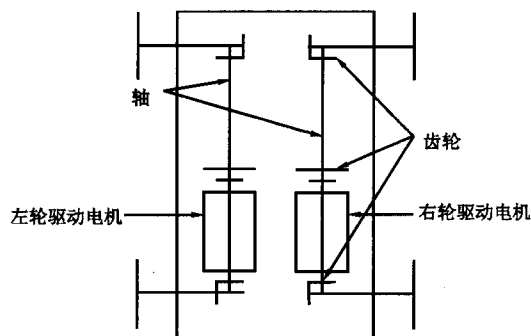


图1 小车车体俯视图

小车的转向控制可通过调节左右电机的转速的不一致来实现^[3],例如,若左电机反转,右电机正转,则可实现小车的快速左转。

马达的驱动模块采用 L298N,表1是 L298N 的功能模块控制,通过对这三个输入口的电流输入可控制马达的运作状态。

表1 L298N 的功能模块

ENA	IN1	IN2	运转状态
0	X	X	停止
1	1	0	正转
1	0	1	反转
1	1	1	刹停
1	0	0	停止

2.3 驱动控制模块的设计

本文使用的智能小车采用凌阳 61 单片机作为小车智能系统的控制中心,通过 IO 方式控制 L298N 从而操纵马达的运行状态,如表1所示,L298N 芯片并不提供对马达转速的控制方式,因此,需要使用软件实现 PWM 的控制方法。

表1中的 ENA 口是使能端口,如果单片机对其输入1,则其电压为 VCC,若输入0则其电压为 0V,通过交替的输入0和1,其等效电压如图中红线所示,介于0和VCC之间,通过设置输入1和0的占空比可设置其等效电压的大小,从而控制马达的转速。

3 避障算法分析

3.1 侧面避障与正面避障

小车的避障分析主要考虑侧面避障和正面避障^[4],当小车只有一侧的传感器检测到障碍物时,则小车向没有障碍物的一侧转向,此时属于侧面避障,小车可采用缓转弯的方式,当两个传感器均不再检测到障碍物时恢复直行;若小车两个传感器同时检测到有障碍物,说明其正前方出现障碍物,小车默认向左转弯,因为属于正面避障,小车需要更快的转向方可避免撞墙,需采用急转弯的方式。

3.2 墙角避障

这是智能小车在侧面避障的同时又遇见了正面避障的情况,小车在侧面避障时采用的是缓转弯方式,在遇见墙角后,两个传感器均检测到障碍物,此时须切换到急转弯模式,转弯方向不发生变化。若在急转弯中,转向的那一方不再检测到障碍物,则说明障碍物已转到小车的另一边,小车切换到缓转弯模式,转向方向不发生变化。

当小车在急转向方式下,小车背离转向的一侧不再检测到障碍物时,小车不用切换到缓转弯方式,也不改变转弯方向,这样可以避免如图2所示的墙角缝隙陷阱。

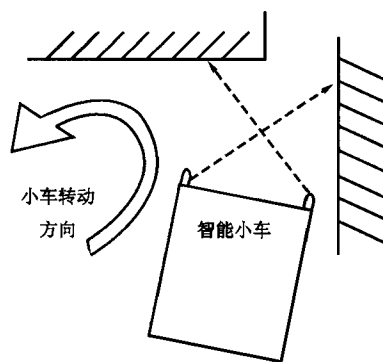


图2 墙角缝隙陷阱地形

3.3 “贴墙”陷阱

小车在行车过程中实时的检测传感器的探测情况,在转弯时,若两传感器均不再检测到障碍物,则小车立刻切换为直行模式,这样容易在避障时行成一种贴墙现象,则当下一步,若小车的另一侧检测到有障碍物,小车会向有墙的那一面转向,从而造成碰撞。解决的办法有两种,一种是检测延时,另一种是基于时钟中断的保护期模式。

方案一:检测延时

这种方案的好处是简单易用,当传感器检测到障碍物后,小车进入转弯模式,然后系统进入时延期,在时延期单片机无法检测传感器的状态,也就能避免当小车刚刚避开障碍物后(此时小车和墙面平行)就立即切换到直行模式,从而避免“贴墙”。但是,在这种方式下,小车避开障碍物后继续转向的时间并不稳定,不能完全避免“贴墙”现象,而且,在时延期间,系统无法检测传感器的状态,也就无法进行避障,因而小车在此期间可能与障碍物发生碰撞。所以,我们考虑第二种方案。

方案二:基于时钟中断的保护期模式

在这种方案下,当小车刚好避开障碍物后(即两个传感器都不再检测到障碍物后),系统进入保护期

模式,在此期间,小车按照原有的行为继续缓转弯,若在保护期以内,小车没有再遇见新的障碍物,则说明小车“安全”了,此时小车须切换回直行方式.若在保护期内,小车遇见新的障碍物,则保护期中止,小车继续利用避障算法避障.

这种方案的实现方式可采用凌阳 61 的时钟中断方式,当系统需要进入保护期时,开启时钟中断,设置其时间中断期(即保护期),当保护期结束后,系统响应时钟中断,将系统切换为直行方式.

4 避障算法的代码实现

4.1 避障部分

ALG 4-1 避障部分算法

输入:小车运行外部环境

输出:小车控制行驶路线

Step1 初始化,外部变量 Direction: EnumDir {Left, Right, Forward}; = Forward;外部变量 IsSlow: Boolean; = false;

Step2 关闭时钟中断

Step3 IF 传感器检测到障碍物 {

CASE 传感器检测到左边有障碍物而右侧没有:

IF Direction == EnumDir. Right or IsSlow == true

{
Direction: = EnumDir. Right; IsSlow: = true;
小车切换为向右缓转弯模式;

CASE 传感器检测到右边有障碍物而左侧没有:

IF Direction == EnumDir. Left or IsSlow == true {

Direction: = EnumDir. Left; IsSlow: = true;
小车切换为向左缓转弯模式;

CASE 传感器检测到小车的左右前方均有障碍物:

IF Direction == EnumDir. Right Then 小车切换为向

右急转弯模式;

Else {

Direction: = EnumDir. Left; 小车切换为向左急转弯模式; }

IsSlow: = false;

CASE END;

If 小车处于保护期模式 {

小车退出保护期模式;关闭时钟中断;

}

} ELSE {

If Direction == EnumDir. Forward {

IsSlow: = true;小车直行;

} Else IF 小车不处于保护期模式 {

小车进入保护期模式;

设置时钟中断时间为 0.3 秒;开启时钟中断;

}

}

Step4 转到 Step3

4.2 中断部分

ALG 4-2 时钟中断响应算法

输入:小车当前的运行状态

输出:更改小车的运行状态

Step1 引用外部变量 Direction: EnumDir

{Left, Right, Forward};引用外部变量

IsSlow: Boolean;

Step2 Direction: = EnumDir. Forward; IsSlow

: = true;小车退出保护期模式;

小车直行;

清中断位;关闭时钟中断;

Step3 结束

5 算法的性能分析

5.1 直线式避障与交叉式避障的比较

本文重点解决了红外传感器直线式避障中存在的缺陷,例如探测范围小,无法躲避柱状障碍及容易产生“贴墙”现象等.如表 2 所示.

表 2 直线式避障与交叉式避障的比较

	直线式	交叉式
传感器数	2	2
探测范围	正前方两点	正前方 v 字面
柱状障碍	无法躲避,碰撞	能够躲避,不碰撞
墙面障碍	不碰撞,“贴墙”	不碰撞,脱离墙面
适应性	弱	强
过弯方式	原地转动,调方向	弧线转弯,流畅行驶

5.2 性能分析

将智能避障小车置于一个模拟的测试环境,对其性能进行测试.模拟环境如图 3 所示.

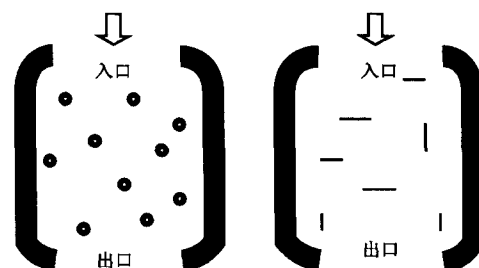


图 3 模拟环境示意图

注:圆柱障碍直径小于避障传感器安放的间距,墙面障碍宽度大于传感器间距.

测试结果分析:

通过改变模拟环境中的柱子数和墙面数来对小车性能进行测试,其中设置障碍总数为10个,测试小车20次,并统计直线式避障和交叉式避障成功通过障碍环境的次数.结果如图4、图5、图6所示.

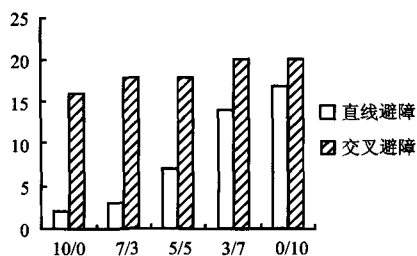


图4 智能小车避障成功通过次数测试比较

图4测试结果表明在柱形障碍与面形障碍的比例较大的情况下,普通的直线壁障算法有着较低地成功通过率,而本文所提出的交叉壁障算法则受此影响不大,均有着较高的通过率.

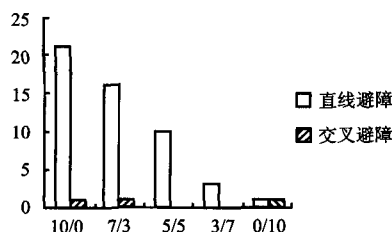


图5 智能小车避障失败碰撞次数测试比较

图5测试结果表明在柱形障碍与面形障碍的比例较大的情况下,普通的直线壁障算法有着较高的碰撞率,而本文所提出的交叉壁障算法则受此影响不大,而且几乎不产生碰撞.

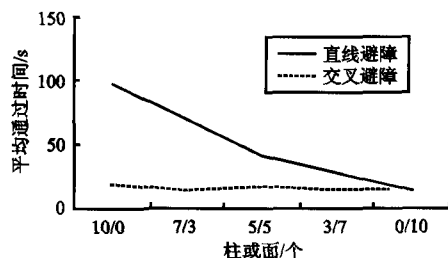


图6 智能小车避障成功所用时间的测试比较

图6测试结果表明在柱形障碍与面形障碍的比例较大的情况下,采用普通的直线壁障算法的壁障系统具有较高的通过时间,而本文所提出的交叉壁障算法则受此影响不大,平均通过时间远小于前者.

6 结束语

本文基于SPCE061单片机研制智能小车的避障设计,针对红外传感器的安放位置,以及避障算法的设计进行了优化.采用双路交叉红外避障设计,使小车在行车过程中对障碍物有更加准确的探测.通过对比直线避障与交叉避障的实验结果,在柱形障碍比较多的情况下,普通的直线避障几乎不能进行有效的避障,交叉避障在这种地形上具有明显的优势:碰撞次数低、通过成功率高、避障用时少.通过设计交叉避障的两种不同的转向模式,使得小车在转弯中更加顺畅、灵活.双路交叉红外避障系统操作简便,可广泛运用于各类智能小车的避障设计中,以提高小车的性能.

参考文献:

- [1] 张士庚,曾英佩,陈力军,等.移动传感器网络中定位算法的性能评测[J].软件学报,2011,22(7):35-37.
- [2] 刘明雍,李闻白,裴让.基于凸优化算法的无人水下航行器协同定位[J].自动化学报,2010,36(5):704-710.
- [3] Pierpaolo De Filippi, Mara Tanelli, Matteo Corno, et al. Semi-Active Steering Damper Control in Two-Wheeled Vehicles[J]. IEEE Trans Control Syst Technol, 2011, 19(1):1003-1020.
- [4] 田慧慧,苏玉鑫.机器人系统非线性分散重复学习轨迹跟踪控制[J].自动化学报,2011,37(10):1264-1271.
- [5] 闫小喜,韩崇昭.基于目标出生强度在线估计的多目标跟踪算法[J].自动化学报,2011,37(8):963-972.

作者简介:

强彦男,(1969—),博士,副教授.研究方向为智能信息处理、自动化控制、人工智能.