

# 基于超声波传感器测距的 沿边走吸尘器路径规划算法

朱 勇

浙江大学信息学院 计算机科学与工程学系

[摘 要] 为了提高家用吸尘器使用的效率,并保证安全性和可靠性,提出利用超声波传感器来测距的环境信息采集的吸尘器清扫路径规划算法。首先本文简要描述了机器人路径规划的目标,超声波测距的工作原理。分析了家用自主式移动吸尘器设计时所面临的问题。提出了一种基于超声波传感器的家用自主式移动吸尘器路径规划算法,该算法有效地减少了吸尘器清扫某个具体环境的时间,提高其清扫效率,同时具有自动检测障碍物、自主避障的功能。

[关键词] 移动机器人,路径规划,超声波测距,环境建模,避障。

[Abstract] For improving the efficient of home-used cleaner and guaranteeing security, this paper puts forward an Ultrasonic Sensor Based Home-used Moving Cleaner Path Planning Algorithm. The Algorithm can also reduce the used time when home-used cleaner cleaning in a environment, while it makes the cleaner which has functions of auto obstacle detection and auto obstacle avoidance.

[Key words] mobile robot, path planning, ultra-sonic ranging, environment modeling, obstacle avoidance.

## 1. 引言

在机器人设计中,利用传感器来采集环境信息的建模技术和路径规划是其中的最为关键的技术。一般来讲,建模技术主要考虑如何选择传感器和采用何种环境信息建模方法。由于自主式机器人导航的实时性和避障的可靠性,要求获取环境信息的传感器既要有足够的视场用以覆盖整个工作空间来获得完整的环境信息,又要具有较高的采集信息速率以保证机器人运动时能提供实时的信息<sup>[1]</sup>。

机器人路径规划则在环境信息模型的基础上,针对某个特定的问题状态出发,寻求一系列行为动作,并建立一个操作集合,该集合具有时间上的序列关

系,并直到目标状态为止。因此它侧重于问题的求解过程,而不是求解结果。即寻求某个机器人的动作序列,这个序列能够使该机器人达到预期的工作目标,完成规定的任务<sup>[2]</sup>。

## 2. 家用自主式吸尘器设计问题分析

在进行家用自主式吸尘器设计时,需要考虑设计的成本,吸尘器的重量,以及电池类型和功率等因素。以上的因素是相互关联的,如电池类型和其功率的选择直接关系到吸尘器的最终成本。而吸尘器的重量又个吸尘器电池的选择直接相关。因为吸尘器的重量关系到吸尘器在移动时克服地面摩擦做功的大小,而吸尘器移动时能量的提供者正是装载在吸尘器上的电

... 错误处理

...

End Select

End Sub

### 3.2.6 通信端口的关闭

在完成通信后必须关闭通信端口,将设备的控制权还给操作系统,以便其它进程的程序使用。设置 PortOpen 属性为 False,即可关闭端口并清除接收和传输缓冲区的数据。

## 4. 结束语

此通讯软件已在 ET-18 机器人中得到很好地应

用。该软件交互性强,操作简单,用户无须懂太多机器人的专业知识即可灵活控制机器人实现各种运动,深受用户方喜爱。该软件对 Windows 9X/NT 都提供了良好的支持。

## 参考文献

- [1] 潘新民,王燕芳. 微型计算机控制技术. 人民邮电出版社. 1999.6
- [2] 王仲文,等. 精通串行口通信. 电子工业出版社. 1994
- [3] (美) Siler B, (美) Spotts J. Visual Basic 6.0 开发使用手册. 康博创作室,译. 机械工业出版社. 1999
- [4] (美) Microsoft Corporation, 著. Microsoft Win32 程序员参考大全. 清华大学出版社. 1995

池。由于电池本身是吸尘器的一部分,在选择电池时不仅要考虑到电池本身的功率,还要考虑到电池的重量这个因素。

超声波传感器的选择正是考虑了以上因素间的关系,因为超声波传感器与其它传感器相比更加适合于家用的自主式移动机器人,它具有成本低廉、采集信息速率快、距离分辨率高、质量轻、体积小、易于装卸等优点。同时,为了提高吸尘器的清扫效率,尽量地减少一些区域的多次重复清扫和转弯次数等来提高电池的利用效率,并确保整个空间的全部完成清扫,因此设计一种符合上述目标的吸尘器清扫路径规划算法是家用自主式吸尘器设计的关键所在。

### 3. 超声波传感器的测距基本原理

超声波测距是通过不断检测超声波发射后遇到障碍物所反射的回波,从而测出发射和接收回波的时间差 TOF 距离  $S = C \cdot \text{TOF} / 2$  式中的  $C$  为超声波波速<sup>[3]</sup>。由于超声波也是一种声波,其声速  $C$  与温度有关,表 1 列出了几种不同温度下的声速。在使用时,如果温度变化不大,则可认为声速是基本不变的。如果测距精度要求很高,则应通过温度补偿的方法加以校正。声速确定后,只要测得超声波往返的时间,即可求得距离。这就是超声波测距仪的机理。其系统框图如图 1 所示。

表 1 声速与温度关系表<sup>[3]</sup>

温度( )	- 30	- 20	- 10	0	10	20	30	100
声速(米/秒)	313	319	325	323	338	344	349	386

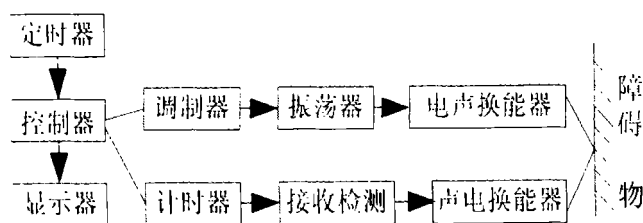


图 1 超声波测距原理框图<sup>[3]</sup>

### 4. 基于超声波测距的吸尘器路径规划

本文在充分考虑家用自主式移动吸尘器的工作环境和设计时的相关因素的基础上,提出了一种能有效提高吸尘器清扫效率的沿边走路径规划算法。

#### 4.1 沿边走吸尘器路径规划算法简介

所谓沿边走,顾名思义,是让移动机器人沿着墙边

移动,在移动过程中,可以不断根据与墙边的距离调整所走方向,这样对于在移动中自身坐标不是很确定的移动机器人来说,可以辅助周边的事物对其当前位置进行调整。这就是我们采用“沿边走算法”的基本出发点。

当然,我们也考虑了效率的因素。首先,对于移动机器人,转弯是相当费时的,理论上,除了顺次扫描,沿边走能有效的减少转弯的次数。另外,考虑到家用型吸尘器通常工作环境为不大的房间(一般不超过 30 平米),而我们采用的超声波传感器有效测距范围是 2m,这样,采用“沿边走算法”,我们能在沿墙边 2m 的空间中始终采用沿边走的策略,也就是说,对于 5 \* 6 平米的房间,采用沿边走的策略可以扫描 28 平米的范围(对于这样的效率,我们认为是可以接受的)而对另外 2 平米的空间可以采用扫描方法进行处理。这就是说,沿边走算法通常会分为两个步骤来进行,首先是沿着墙边进行有次序的扫描;另外是对于方间中间部分的扫描,当然由于在这一部分区域中,机器人可能无法探测到墙壁或其他障碍物,可能会迷失方向,因此,并不需要采用沿边走策略。

#### 4.2 沿边走过程

下面我们看一下,在“沿边走算法”中的第一个步骤,我们称之为沿边走过程。在沿边走过程中,我们会遇到以下几种情况:

##### (1) 墙边的障碍物

对于墙边存在的障碍物,例如衣柜、沙发等,我们通常可以不去理会,因为,对于移动机器人来说,它会把这些障碍物当作墙壁来处理,在这里,我们就不继续讨论了。

(2) 不在墙边,但在沿边走过程中会碰到的障碍物对于此类障碍物,由于不在墙边,因此,在走第一圈时,是不会碰到的,但由于离墙边的距离小于超声波传感器的测距范围,因此会记录到障碍物链中。因为,我们关心的是沿着墙壁走以及离墙壁的距离,对这类障碍物并不需要进行特别处理,而只需沿墙壁的方向绕开即可。

##### (3) 机器人自身定位

为了能够提供机器人坐标系与全局坐标系的转换,机器人自身的坐标是相当重要的。相对机器人转弯的角度误差,我们较为相信移动机器人步进机前进时的距离信息。这也正是我们采用沿边走算法的主要因素之一。

因为,我们认为墙壁是直的,四周的墙壁应该形成矩形,这样在机器人沿墙边走的同时,我们可以让机器人与墙壁的距离来进行角度调整。

另一方面,在沿边走算法中,机器人每走完一圈就要将移动时离墙壁的距离递增,因此,我们需要对完成一圈的行走进行判断。我们是通过两方面的信息进行:

一是角度信息,当机器人进行转弯时,记录下角度值表示当前的行走方向。由于多数是90度的转弯,因此可以对接近90度的弯进行近似,这样就可以根据当前角度值,判断机器人是否走完了一圈,如果与初始角度值相同,则可认为在角度上机器人完成了一圈的行程。这样做,主要是有90度的近似处理,因此只要在一圈中误差不超过45度就可以进行判断了,另外,由于是沿边走,在一圈中机器人转弯次数并不多。因此,我们可以较好的处理机器人转弯时带来的角度误差。

二是直角坐标信息,这一点不需要多介绍,因为距离信息始终是很重要的,由于我们认为机器人步进机采样的距离信息是相对可靠的,因此,我们对机器人获取的直角坐标信息无需做任何处理。

结合两方面的信息,我们就可以完整而且准确的判断“走完一圈的过程”。

#### (4) 非直线型障碍物

前面我们提到的都是针对直线型障碍物的处理,因为我们认为大多数障碍物对于机器人来说,多可以认为是直线型的。然而,当我们面对非直线型障碍物时,会遇到什么样的问题呢?在这里,我们就来讨论一下。

首先,对于墙边的障碍物,如果是非直线型的,机器人经过时,会认为它与墙壁的距离在不断变化,同时,根据前面所谈到的,机器人会为了维持与墙壁的距离,会不断调整角度,因此它不会认为障碍物是非直线型的,这样就会造成很大的麻烦。为处理这种情况,我们采用角度调整窗口。所谓角度调整窗口是对于机器人在微调角度时,用于记录历史数据的。这样就可以根据历史角度微调的数据判断是否遇到非线型的障碍物了,因为,碰到非线型的障碍物,机器人会不断向一个方向转动,然而,一般做微调时,主要是由于地面摩擦或偶然出现的因素造成的(因为在此之前,机器人的移动过程已经被反馈纠正过了),这些因素的出现是随机的,因此,机

器人不可能始终向同一方向微调。这样就可以有效的区别非线型障碍物与随机事件产生的机器人微调了。在遇到非线型障碍物后,我们将转过的角度和记录下来,当然,这样就相当于没有墙壁做参考,然而,由于只要在一圈中,误差不超过45度,就可以满足算法的精度要求了,因此,我们认为是可行的。

另外,对于不在墙边的障碍物,如果是非直线型的,我们先来看看,如果不进行处理,会有什么后果。对于一般非墙边的障碍物,在遇到后,机器人会选择沿墙边的方向绕过(因为,不在墙边,我们可以肯定能够从墙边绕过)。在此过程中,我们将记录下当前扫描离墙边的距离信息,然后,执行绕动过程,这一过程相当简单,当绕开障碍物后,只要保持与墙壁平行,并且恢复与墙边的距离值即可。这一过程中,障碍物的形状并没有关系,因此,我们无需对不在墙边的障碍物进行特殊处理。

#### 4.3 沿边走过程的优化

沿边走算法中,需要记录整个房间的全局障碍物信息,因此,需要移动机器人有足够的内存以存放这些信息,这也是对于沿边走算法的一点限制。由于沿边走过程中,对于在移动机器人外侧的障碍物,我们并不关心,因此,在扫描过程中,对这些障碍物的记录信息是可以删除的。这一过程,我们是通过移动机器人外侧的超声波传感器获取的障碍物信息来进行处理的。

#### 5. 结论

基于超声波传感器测距的沿边走家用自主式移动吸尘器路径规划算法充分考虑的家用吸尘器的实际工作环境,它有效地提高了吸尘器的清扫效率,并具有自动避障功能。它很好的结合了吸尘器的设计目标,并能胜任家用自主式吸尘器的清扫任务。

#### 参考文献

- [1] 杨明,王宏,何克忠,张钹.基于激光雷达的机器人环境建模与避障.清华大学学报(自然科学版),2000年 Vol. 40 No. 7 P. 112-116
- [2] 蔡自兴,徐光佑.人工智能及其应用(第二版).1996年,清华大学出版社
- [3] 姜道连,宁延一,袁世良.用AT89C2051设计超声波测距仪.国外电子元器件
- [4] 杨明.基于激光雷达的室外移动机器人导航研究.2000年,清华大学硕士论文