

“轨迹”该怎么走？

—— 机器人活动内容及形式探讨

“走轨迹”是最常见、最基本的机器人活动项目，主要有两类目标：

第一类：轨迹形状简单，追求走得流畅。

第二类：轨迹复杂，有直角、锐角、交叉，追求对“道路”的识别能力。

在学习目的上，前者应该偏向于自动控制范畴，而后者更偏重于计算方法。

因为机器人活动多为计算机类课程的延伸，所以对后者的发展颇为完善。前者相对弱些，特别是在自控理论的应用学习上，多数学生在此活动中只满足于小车不脱离轨迹即可。

Freescale 智能车大赛应该说对这个方向有了很大推动，促使很多人去研究如何走得更流畅。

但由于大赛所产生的解决方案有些“贵族”化，难以为普通学生所效仿，且参与学生有限，所以其产生的作用甚微，多数学生还是停留于“Z”字形步履。

要想在走轨迹上应用自动控制理论，首先要解决轨迹偏离程度的检测，没有偏差值，再有用的自控理论也使不上劲。

可要检测偏差值，按目前的轨迹形式，一是使用多个采样器实现，二是使用图像检测得到。

第二种方式门槛太高，不论技术还是成本都不是多数学生可以应付的。

第一种方式增加了成本，要达到可以应用自控理论要求的偏差值，采样器数量估计要 10 个以上。

国外一个爱好者利用 6 个采样器实现了偏差采集，并提供了单纯比例控制和比例微分控制效果的比较视频，没有看过的最好看一下，网站如下：

<http://elm-chan.org/works/ltc/report.html>

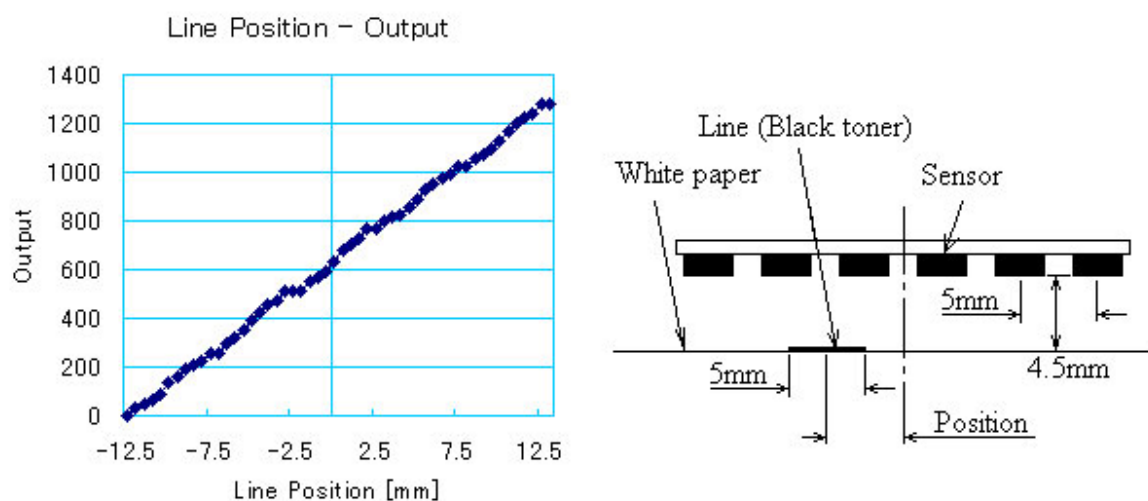
（好像打不开了 ☹，我将以前下载的资料作为附件，如需要可下载，不知是否侵权？）

看后你一定会感叹自控理论的神奇！



国外爱好者的作品

可作者所用的小车及轨迹尺寸很小，采样器和轨迹配合正好可以实现插值处理，等效采样器增加了接近一倍。而一般制作的小车和轨迹尺寸偏大，采样无法实现类似的处理，要达到同样的效果，则要比他的作品多用一倍采样器，成本高，且电路实现也困难。



其采用的采样原理

难道就没有简单易行的方法实现偏差采样吗？

有！

不知道大家留意没有？通常轨迹是由简单的白底黑线或黑底白线构成，最多是宽度变化。

能否在轨迹上做些文章呢？

答案是肯定的：

将轨迹从简单的黑白分明边界改为灰度渐变的边界，轨迹中间最深，两侧逐渐变浅。用写真喷绘即可容易的制作。

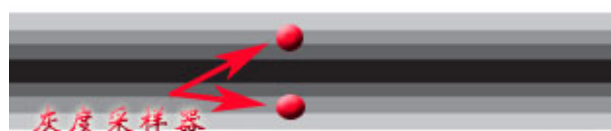


改进后的轨迹形式

现在喷绘写真已十分普及，分辨率高、色彩鲜艳且价格不贵（30-40 元/平方米）。

而采样则从简单的黑白采样改为灰度采样，现在单片机很多自带 AD 转换，实现灰度采样十分容易。况且模拟量采集是重要的学习内容。（圆梦小车的轨迹采样就是灰度采样）

用两个采样器即可在上述改良后的轨迹上得到偏差值，如果灰度设计合理，再预先标定后，可以得到比较精细的偏差值，使控制有文章可做。



采样器布置

按上图布置，根据灰度值可以容易的计算出小车偏离轨迹中心的程度，用两个可以增加分辨率，同时减小判断的难度（偏离时一增、一减）。

虽然这样轨迹制作比原来贵了，但由于可多人享用，其实际成本并不多。尤其是学校有相应社团的，可以制作一张作为公共资源给想参加活动的同学使用。

用这种方式制作轨迹场地还有一个顺带的好处：可以一改以往轨迹场地的“寒酸”样。除必要的轨迹外，可在空白处设计具有美感或宣传作用的图案，并将游戏规则印上，使观看者不至于只能看热闹。

下图就是我曾经设计的一个场地，借鉴的是 2003 年大学生机器人赛中的“全自主赛车比赛”项目。



学校社团可以将融合本校特色的图案作为背景，或者将宣传社团的内容作为背景。

机器人活动对于学生而言，主要是锻炼实践能力，加深对所学知识的理解，并提高学习的兴趣。所以，普及性、趣味性、观赏性应是首要考虑因素。如果不具观赏性，就没有人关注；如果没有趣味性，就没有人参与，如不具普及的条件，那只是空中楼阁。

现在的机器人大赛有些过于追求规模和档次，导致参与门槛偏高，受益面极小。而且似乎组织者通过附加一些功利性的目标，在有意将其打造成紧俏资源，不知道这样会不会逐渐滋生出“权力寻租”的毒瘤。因为在如今就业压力极大的环境下，有一个像样的大赛获奖证书，是能增加不小的求职砝码。

但我以为教育的宗旨是培养社会需要的合格生产力，特别在扩招的今天。让更多的学生在学校学到知识是根本需求。而机器人活动也应该向这个方向努力，成为提高学习兴趣和效果的辅助手段。

为了达到这个目的，应该设计一些参与门槛低，组织简单的活动，使学生们能随时参与，像课后去球场打球一样方便。

同时活动应该能展示其个人魅力，就像球打得好的同学可以在球场上备受关注一样，这些喜欢动手、才思敏捷的同学也该有些表现的机会，况且他们才是工科院校应该输出的人才。

大学不应该只为文体方面有特长的学生提供展示的舞台，专业优秀的学生更应得到表现的机会，尤其是理工科院校，这种氛围能够引导更多同学热爱专业，成为合格的学生，他们才是未来社会的基石。

我不是老师，也离开大学很久了，不是很熟悉目前大学的情况。但基于常识，我以为机器人活动以小规模、高频率的方式效果更好。组织成本低，参与机会多。

如每周组织一次擂台赛，以打擂台的形式，参与者不超过 10 人，时间不超过 2 小时为宜。开始时单项，人多了逐步组织多项擂台。平时以个人为单位（可以是几个学生自由结合的小组），而一学期或者学校的某项纪年活动时可以上升为班级之间的对抗。

附件是一个不成熟的想法，供参考。

希望更多的学生能从机器人活动中受益，同时希望参与活动的同学能得到快乐！

南京嵌入之梦工作室
2009 年 11 月 10 日