

多场景、多角色、多角度、旋转悬挂式皮影机器人

瞿 超 / 上海市师资培训中心实验基地附属中学

◎ 选题的发现

机器人是我校科技教育的特色项目，在上海市的各类比赛中获得了不凡的成绩。将人工操纵表演的皮影改变为由机器人程序控制的、有一定的剧情和思想性的皮影表演是可以尝试的。设计一个能适合各种皮影的皮影机器人支架，是开设《皮影机器人》校本课程的基础。

我校开发的《皮影机器人》校本课程已基本完成。《皮影机器人》校本课程按学科编排，共5个分册。

涉及语文、美术、音乐、劳技、舞蹈、历史、机器人等众多学科，使参与学生了解了皮影戏历史；学会编写皮影戏剧本，能够设计和动手制作皮影形象，能够表演皮影戏；在机器人方面，学生会制作皮影需用的机器人、搭建皮影机器人构件、编写控制皮影机器人的程序。

◎ 研究步骤

起初设想运用乐高材料制作皮影机器人支架，但是在实践过程中发现不少问题，比如皮影动作的单一化、底盘小车不稳定。为了能让

皮影动作更加多样化、生动化，我们决定用舵机实现这一想法。

③ 支架制作

◆ 垂直固定式支架。皮影必须紧贴大幕，我们首先设想制作出垂直固定式皮影机器人。

为了节省制作费用同时又考虑到支架的牢固，我们选用有机玻璃材料及10mm×10mm的角铝。如图1。垂直式的角铝支架中间有5mm的缝隙，确保M4的螺丝穿过，便于横梁的固定。

◆ 悬挂式支架。运用垂直式支架，只能利用屏幕的上半部分空间，下半部分被小车轨道占用了，导致剧情表现力受到局限。所以我就决定在后方把皮影贴上去，这样不但合理地利用大幕空间，而且不占用小车轨道。

根据皮影要达到的高度设计机械臂（10mm×10mm角铝）长度，并将其用螺丝固定在舵机上。

根据皮影大小设计固定横梁的框架，两角铝之间留5mm宽间隙。机械臂和框架的结合很关键，我们利用物体重心，机械臂倾斜角度后，确保框架处于竖直面，后期我们还利用0.5kg舵机推动框架处于竖直面，确保万无一失。

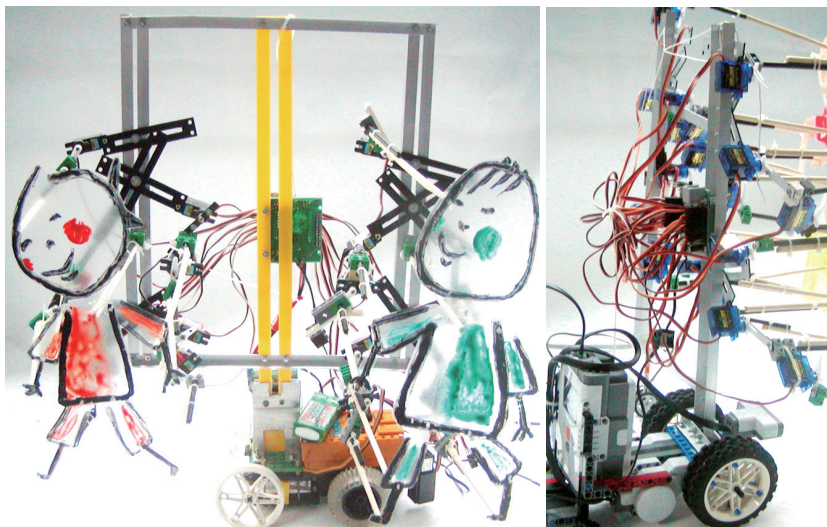


图1 垂直式支架

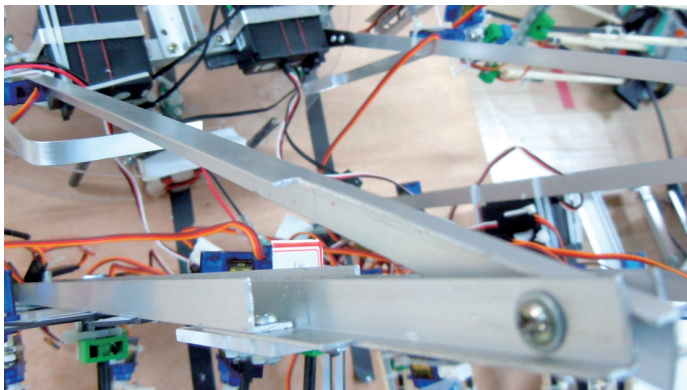


图2 悬挂式支架

为了让皮影表演更加生动化，我还在悬挂式支架的基础上进行了新的改进：在悬挂式支架的竖直框架上安装 10kg 舵机，并在舵机上再固定一个皮影框架，这样能让皮影的表现形式多样化。见图 2。

◆ 横梁的固定。考虑到支架的承重能力，我们选择了很薄的黑色 PVC 材料，同样在中间开了 5mm 的缝隙以便穿过螺丝。并在一侧打孔，然后把 0.5kg 舵机用螺丝固定上去。为了动作的舒展性，我们把舵机的机械手臂加长，在一端固定乐高小方块，并穿入 10 单位乐高轴。

③ 支架底盘的制作

◆ 前后路线式底盘。为了确保小车前进的精度，选择新一代乐高 NXT 控制器及套件搭建小车。小车前方轮子之间的平台是固定垂直支架。为了确保皮影紧贴大幕并与大幕留有 2mm 的空间，选用超声波传感器确定前进距离，在小车距离大幕 19cm 时停下。

◆ 左右路线式底盘。沿用 NXT 套件搭建小车，考虑到在轨道上左右移动时需要随时停止，又要确保停止位置的准确，在小车前端安装光电传感器，需要停止的地方

贴条黑线。

◆ 旋转式支架底盘。单一的一组悬挂式的支架形式过于单一，所以我还设计了设计 1 个旋转支架，利用 30kg 舵机实现旋转，用 10mm×10mm 角铝制作支架，支架上同一面安装 2 个搭扣，用来固定悬挂式支架。在旋转式支架的正中间安装舵机旋转盘，然后插在 30kg 舵机上方，通过底盘舵机的转动，达到旋转式支架的效果。底盘运用蒙器主板及材料制作了大圆盘，四轮驱动，同时运用 6mm 厚的透明有机玻璃作为上下支撑面。在圆盘正中间安装了 30kg 舵机，用来固定旋转支架。为了让圆盘行走得更精准，在 4 个电动机下方安装了 2 个灰度传感器。

③ 皮影的固定

◆ 皮影的绘制。选用卡通的主题元素，在 PVC 透明板上绘制，用颜料上色。为了确保颜色的牢固，在涂好色的 PVC 板上喷上清漆。每个关节之间的连接用针线打 2 个结。

◆ 皮影的安装。以小人为例：需要活动的关节是头、左肘、左手、右肘、右手、左膝、左脚、右膝、右脚。先用 1mm 的钻头在相应位置打孔，并在筷子一端打孔，筷子

孔的深度略小于大头针，便于固定。然后将大头针穿过 PVC 材料，插入筷子，用锤子敲击进去，达到牢固固定。

该项目获得第 28 届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科技发明类一等奖。

专家评语

该项目结合了机械和自动控制原理操纵皮影，制作剧目过程中可以调动学生的参与积极性，具有较好的科学性、创造性和实用性。现有作品还有些缺陷，表演过程不够顺畅，机械部分不够灵活，需要进一步改进。■