

传统文化的传承

——可编程人机互动木偶

陈思尧 / 福建省泉州市第七中学
指导教师 林晓莉 陈思鑫 梁良飞

◎ 前言

木偶戏是由演员操纵木偶以表演故事的戏剧。闽南民间的传统木偶戏有着良好的群众基础。但如今，木偶戏只能在特定的地点和时间才能欣赏到。这是因为精确操控木偶，要依赖训练有素的专业艺人表演，而当今能够熟练掌握木偶技艺的演员随着年岁增长，人数越来越少。随着专业表演人才的缺失，木偶表演也就越来越少，木偶戏这种传统艺术的生存与传承正面临着极大挑战。对于木偶戏爱好者来说，平时很难随时欣赏到木偶戏表演。如果有一个可以生动自动表演的木偶，将木偶戏演出带入家庭，这样不但可以极大满足人们欣赏传统文化的需求，而且非常有利于对传统木偶表演技艺的传承和发扬。

目前在市面上并没有专门针对民间传统木偶戏而制作的表演机器人。可编程人机互动木偶不仅要实现流畅的动作，更需要方便快捷的木偶戏动作和剧本编辑，以及各种友好的人机互动表演模式。

◎ 设计与制作

可编程人机互动木偶主要包括掌



图1 掌中木偶机械结构

中木偶、木偶头和提线木偶3个系列。不同系列的木偶采用的主要技术基本相似，论文以掌中木偶为例说明可编程人机互动木偶在机械结构、电路及动作调试等方面的设计过程。

⑤ 机械结构设计

为了更加真实地还原木偶戏的演出，这款可编程人机互动木偶保留了最原始的掌中木偶的肢体外形，所有的机械装置都安装在木偶内部。可编程人机互动木偶的动作模仿传统掌中木偶演出动作进行编排和设计。木偶的整体运动是通过多个舵机共同完成的，头部是由舵机控制头部上下点头和左右摇头，代替演员食指的运动，另外的2个舵机则控制木偶机器人左右手的运动。为了使木偶的运动更加丰富和逼真，我们还进行了

改进，增加了木偶手部动作的维度，使手臂能够以前后臂联动方式运动的同时，还能够手臂上下摆动。这样的设计只对掌中木偶内部进行改装，不需要外置的辅助装置操纵木偶的动作，在外观上保持传统的外形和演出方式，见图1。

⑥ 电路设计

电路的核心控制器采用的是STC12C5A60S2。该芯片是一款单时钟（1T）的增强型51单片机，指令代码完全兼容传统8051，但速度快8~12倍。系统采用11.0592 MHz的晶振，可以使单片机定时精度接近1 μs，对舵机控制精度可以达到0.09度。同时STC12C5A60S2具有丰富的片上资源，如独立波特率发生器与PCA模块等，使得电路可以控制的舵机数量多达16路，可以很好满足项目的需求。电路中各模块关系见图2。

我利用protel设计制作电路板，在核心控制板上引出单片机所有引脚。在电路板设计中充分考虑到项目的可扩展性和灵活性的需要，布有丰富的接口。电路板上还设计了基于I2C通讯的at24c256的存储芯片，主要用于存储舵机动作数据，确保木偶能在脱机情况下自动运行，在线修改动作方式等数据。

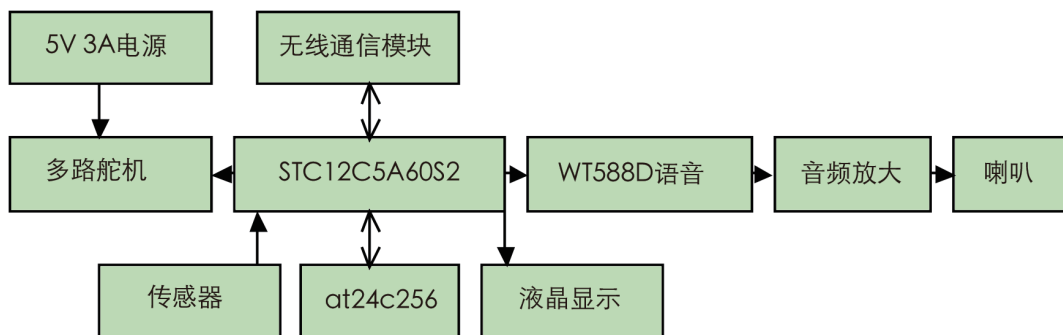


图2 电路工作原理

音乐播放电路采用 WT588D 语音芯片。设置 WT588D 工作于三线串口控制模式，通过单片机根据时序仿照标准 SPI 通信，可以实现对 WT588D 的播放地址、播放音量等参数和暂停播放等动作进行控制。WT588D 输出模式设置为 D/A 模式，通过音频放大模块推动 3W 的喇叭工作。

为了实现对项目的无线通讯和控制，采用 HC-05 蓝牙转串口适配器模块，实现利用电脑、手机远程无线控制木偶机器人。制成的线路板见图 3。

软件设计

舵机控制是下位机程序的主要任务。利用分时复用的思路，1 个定时器可以控制 8 个舵机，而且控制精度可以达到 0.09 度。利用独立串口定时器进行串口通讯，可以节省定时器资源。我还利用其中的一个定时器实现舵机运动速度的灵活控制和动作数据的自动运行。下位机程序通过按键或者串口命令可以选择在不同的模式下工作，有自动运行和串口控制两种模式。正常状态下工作于自动运行模式。串口控制模式下根据串口命令执行相应动作，主要用于

调试初值、剧本编辑调试、代码下载更新等。为了能方便快捷对木偶表演动作剧本进行编排，我们利用 VB 设计了配套的动作编辑软件。

动作编辑及播放

动作编辑是木偶表演的灵魂所在，也是项目制作的难点所在。我们走访了木偶表演剧团的表演艺术家和民间木偶雕刻大师，了解了传统木偶表演的基本技法和木偶内部的基本结构。

木偶的表演要力求动作与音乐的完美结合。我们为此设计了一款动作编辑器以便更好地完成此项任务。动作编辑器为了保证动作和音乐节奏完全同步，所以必须以音乐或者视频播放的时间坐标作为动作编辑的依据，当然也可以按照音乐播放的进程，在不同时间插入木偶的动作，进行动作编辑。

我设计的木偶机器人有多种角色，一个是武将的形象，主要是表演京剧以及比较刚劲豪放的诗词朗诵；一个是仕女的形象，主要演奏南音《直入花园》《元宵十五》等颇具泉州特色的名曲；还有一个是书生的形象，主要是表演比较抒情委婉的诗歌朗诵等，见图 4。

即兴表演模式

我制作的人机互动木偶除了能按照预设的动作进行表演以外，还可以实现即兴的表演。所谓即兴的表演是指不需要预设动作，直接由木偶根据音乐播放的节奏和频率自动实现与音乐配对的动作。我们利用单片机的 AD 接口对播放的音乐进行时域和频域的分析，自动识别音乐的节奏和频率。根据音乐的节奏自动控制舵机的动作节奏，根据音乐的频率控制舵机运动的幅度，以达到动作与音乐的协调配合。

首先我们下载一段节奏感比较强的

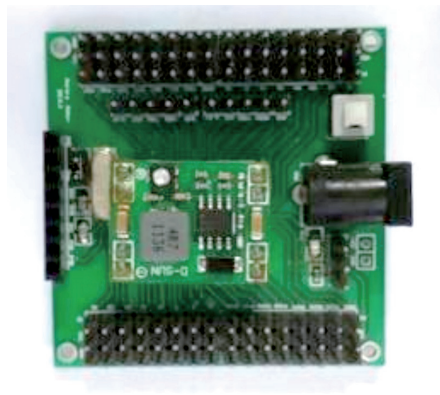


图3 线路板实物



图4 不同的木偶形象

背景音乐到内置的播放模块上。根据乐曲可以设定舵机动作的时间和运动的幅度,使得木偶头的动作能与乐曲节奏相互配合。乐曲比较舒缓时,舵机运动的速度就比较慢,运动的幅度比较大,手臂和底部嘴巴部分同时运动;而乐曲播放比较急促的时候,设定舵机运动速度较快,幅度比较小,只设定上方嘴巴的张合等。

舞台剧表演

我们还为木偶设计了独特的舞台,舞台中央铺有轨道,让掌中木偶在舞台中能够自己行走,完成两个角色的同台演出。对舞台的结构也做了特殊设计,让舞台同时也能够适应提线木偶的表演。只需将提线木偶的控制盘放置于舞台上端,便可实现提线木偶的表演。我还设计布置了灯光,使整个舞台更加绚丽。舞台采用可拆卸的方式,方便人们随时随地欣赏。

网络下载动作包

当前,智能手机已得到广泛应用,我们利用智能手机实现对木偶的实时控制以及剧目下载更新,将传统文化与现代科技有机结合,更有利于传统木偶

剧的传承和推广。其基本思路是:设计一个基于 android 编程的控制台软件,利用手机蓝牙与主控板实现无线通讯,可以随时随地设计自己喜欢的音乐和动作,通过蓝牙接口写入存储芯片中。

我们的实时远程更新下载方式是基于微信系统的二维码扫描,首先建立一个木偶机器人用户群,通过共享方式将每个新木偶剧目传播出去,需要的用户只需点击进入网页链接,即可下载相应木偶的曲目和动作,完成木偶的实时更新和下载。

结论

项目采用机械结构自动控制木偶表演并与乐曲完美配合。拓展了传统木偶表演形式,让木偶可以吟诵古诗、唱南音、表演京剧。开发了唐诗《静夜思》《凉州词》,京剧《甘露寺》《淮河营》,南音《直入花园》《元宵十五》等木偶表演的剧目。并与智能手机等现代科技结合实现下载更新等功能。项目还提供了剧本表演模式与即兴表演模式,提高了系统的娱乐性和趣味性。项目在继承传统木偶剧表演的基础上,对表演题材

进行不断的创新,结合现代声光电等各种表现形式,在继承发扬中国传统文化的同时为人们提供了一种全新的视听娱乐方式。

该项目获得第 29 届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目中学组工程学一等奖。

专家评语

可编程机器人虽然是比较常见的科技项目,但是该项目很好地把计算机和机器人科技与传统的木偶文化联系到了一起。通过学习表演艺术家操作木偶的技艺,把专家的动作转化成参数,并利用这些参数支配木偶的运动,具有一定的创新性,尤其是演示效果良好,是一个非常完整的科技项目作品。■