

# 中小学机器人教育的核心理论研究

## ——论趣味交互型教学模式

钟柏昌<sup>1</sup>, 韩蕾<sup>2</sup>

(1. 华东师范大学 教育信息技术学系, 上海 200062;  
2. 天津经济技术开发区 教育促进中心, 天津 300457)

**[摘要]** 在中小学机器人教学的理论与实践, 普遍认为机器人教学就是让学生设计和制作能够独立运行的机器人作品, 而忽略了另外一种颇具寓教于乐意义的机器人联机交互系统。为弥补这一缺失, 文章采用文献研究方法, 结合机器人联机交互系统的特点, 从输入、输出的角度刻画了机器人硬件端与计算机程序端的组成结构, 并从作品功能和人机交互方式两个角度分析了其具体应用类型; 以此为基础, 结合项目教学模式, 构建了一个兼具指导性与操作性的趣味交互型教学模式。实验研究表明, 相比传统项目教学模式, 趣味交互型教学模式能够明显改善学生学习机器人的态度及学生作品的完整性与交互性。

**[关键词]** 机器人联机交互系统; 趣味交互型教学模式; 人机交互

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 钟柏昌(1978—), 男, 江西宜春人。博士, 主要从事中小学信息技术教育、机器人与创客教育、新数字鸿沟的研究。E-mail: zhongbc@163.com。韩蕾为通讯作者, E-mail: HelenBetter@163.com。

就当下中小学机器人教育现状而言, 无论理论研究还是教学实践, 均存在一种思维定式: 认为机器人教学就是让学生设计和制作能够独立运行的机器人作品, 而忽略了另外一种颇具趣味性的机器人联机交互系统(也可称作“联机交互型机器人”, 此处“联机”的“机”特指计算机)。机器人联机交互系统是一种特殊的人机交互系统, 由用户操作机器人终端与计算机中的软件进行交互。事实上, 随着人机交互在现实生活中的广泛应用, 青少年已经拥有较为丰富的人机交互机会和经验, 对人机交互概念并不陌生<sup>[1]</sup>, 对理解机器人联机交互系统并不困难, 这为机器人联机交互系统进入课堂奠定了基础。

为了丰富机器人教学项目类型, 可以围绕机器人联机交互系统的设计与实现开展教学, 本文将这种以开发有趣、好玩的机器人联机交互系统为主要任务的教学简称为趣味交互型教学模式<sup>[2]</sup>。如同教育游戏一

样, 机器人联机交互系统具有趣味性和交互性特点, 操作机器人联机交互系统能够满足学生的娱乐天性, 使其获得精神层面的愉悦体验。从寓教于乐的意义上说, 趣味交互型教学模式具有其独特的教育价值。

### 一、理论基础

#### (一) 机器人联机交互系统的基本构成

一般意义上的人机交互系统通常包括三个元素: 人的因素、交互设备和实现人机对话的交互软件。人的因素指的是用户操作模型; 交互设备是交互系统的物质基础; 交互软件则是展示各种交互功能的核心<sup>[3]</sup>。在机器人联机交互系统中, 人的因素即操作机器人系统的用户, 在趣味交互型教学中特指参与教学活动的学生; 交互设备指由机器人硬件(主控板、传感器和执行器)组成的输入、输出工具; 交互软件指能与机器人进行数据交换的计算机程序, 如图1所示。目前, 市面

上能够用于开发机器人联机交互系统的软、硬件产品比较丰富,软件有 S4A、AS-Block、processing 等,硬件有 Arduino、makeymakey、酷乐宅等<sup>[4]</sup>。

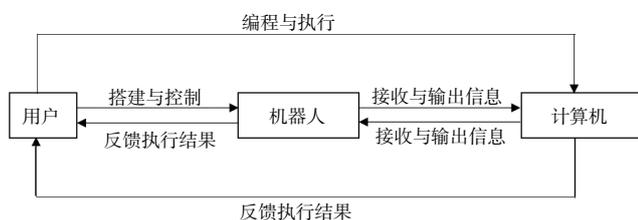


图1 机器人联机交互系统的核心模块及结构关系

根据图1所示,机器人联机交互系统的基本运行方式可以概括为:在计算机中编写和运行能够与机器人交互的计算机程序,机器人作为控制端实现用户与计算机程序之间的信息交互。换言之,从构成要素的角度看,在机器人联机交互系统中,交互的过程不是由某两个要素单向完成,而是三个要素之间的相互作用与影响<sup>[5]</sup>。其交互关系简述如下:

**用户与机器人之间:**用户根据项目需求搭建机器人硬件,控制机器人各元件的输入状态;同时,机器人的执行器通过视觉、听觉等渠道向用户反馈信息。

**用户与计算机之间:**用户操作计算机编写和执行控制程序;程序以图像、声音、文字等形式给用户反馈动态信息,用户可据此判断程序执行情况。

**机器人与计算机之间:**计算机程序能够获取机器人传感器的值并对数据进行分析、判断;同时,计算机程序可将数据分析结果反馈输出给机器人,使其行为发生改变。

抛开人的因素不谈,机器人联机交互系统的核心构成就是机器人硬件端(简称机器人端)与计算机程序端(简称计算机端)的两个输入、输出子系统,因此,也可以从子系统功能的角度对机器人联机交互系统做进一步刻画,如图2所示。

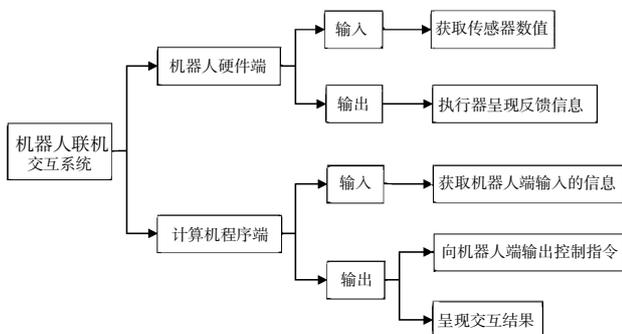


图2 机器人联机交互系统的子系统构成

## (二) 机器人联机交互系统的特点

与传统的人机交互系统不同,机器人联机交互系

统具有如下四个特点<sup>[5]</sup>:

### 1. 机器人作为一种特殊的交互设备

在传统的人机交互系统中,大多由鼠标、键盘、手柄等设备实现用户与计算机之间的交互行为,而在机器人联机交互系统中,机器人硬件替代了这些传统的交互终端。

### 2. 机器人与计算机同时扮演输入、输出双重角色

在机器人联机交互系统中,存在机器人端与计算机端两个输入、输出子系统。其中,机器人端的传感器获取外界环境信息并将数据输入给控制板,控制板根据计算结果向执行器(LED,数码管等)输出控制指令;计算机端能够获取机器人端向其输入的数据,并通过程序语句向机器人端输出控制指令,同时运用多媒体呈现交互结果。

### 3. 能呈现丰富的多媒体信息

多媒体信息的呈现同样体现在两个子系统当中:在计算机端,能够呈现动画、声音、文字、图表等多媒体信息;在机器人端也可使用多种多样的电子元件反馈声音、符号等多媒体信息。

### 4. 联机运行

在传统机器人中,用户将程序上传到主控板并连接外接电源后,机器人便可独立运行,而机器人联机交互系统无法脱离计算机独立工作。

在工业领域,机器人联机交互系统可以解决一些重要的生产问题,或提供优质的联机服务。由于趣味交互型教学模式主要面向中小学生,所要引导学生制作的交互系统与工业领域中的有所不同,不仅在制作难度上不可相提并论,而且主要强调的是机器人联机交互系统的趣味性,以便在寓教于乐的过程中帮助学生理解机器人联机交互系统的构成与工作方式。整体而言,富有趣味性的机器人联机交互系统主要体现在两方面:在机器人端,可以设计多种多样有别于键盘和鼠标的交互设备,这些新颖的交互方式使得交互过程更具趣味性;在计算机端,由于大量多媒体元素的应用,可以设计丰富有趣的游戏或动画故事,使得机器人联机交互系统比传统的机器人更具可玩性<sup>[6]</sup>。因此,在实际教学中,不论是教学案例还是学生作品,都应在呈现完整交互系统的基础上强调其趣味性,引导学生开发有趣、好玩的机器人联机交互系统。

### (三) 趣味性机器人联机交互系统的分类

趣味性机器人联机交互系统有不同的表现形态,可以从不同的角度进行分类。基于本团队前期开发机器人教材的实践,从作品功能的角度看,目前比较成熟的作品类别主要有模拟仿真类(重在模拟或再现客

观世界)、数字故事类(重在展示故事情节)、交互游戏类(重在开展联机交互游戏)、应用程序类(重在解决生活实际问题)等四个类别。随着教学实践的进一步深入和发展,不排除有新的功能类别出现。

#### 1. 从作品功能的角度分类

(1)模拟仿真类。在我们的前期研究中,曾提及实验模拟型机器人,特指设计和搭建机器人以模拟或再现既有科技产品的原型<sup>[7]</sup>。模拟仿真类作品具有实验模拟型机器人的特征,与之不同的是,模拟仿真类的作品大多是模拟或再现既有科技产品或系统的控制过程。例如“模拟燃气灶”作品,在计算机界面显示燃气灶的使用过程,并利用模拟角度传感器(电位器)来“调节”火力大小,计算机端根据模拟角度传感器的输入值切换燃气灶在不同火力值时的造型图片,再现家用燃气灶的控制过程。

(2)数字故事类。此类作品用于讲述一段具有情节的趣味故事。与传统动画不同的是,用户可以利用交互设备与故事中的角色进行互动,同时改变故事的情节走向。例如“怕热的小狗”作品,计算机界面呈现故事发生的情景——一只小狗趴在客厅的沙发上睡觉,在机器人端使用温度传感器监测当前环境温度,当温度超过某一定值时,计算机界面中的小狗便走向风扇,此时风扇会自动“开启”。

(3)交互游戏类。此类作品利用机器人控制计算机中的游戏程序。该处的游戏,特指具有详细规则的狭义的游戏<sup>[8]</sup>。例如“飞机坦克大战”作品,计算机界面中呈现飞机和坦克对抗的场景,飞机在界面上空飞行,坦克在用户的控制下左右移动并朝飞机发射炮弹,击中一次得一分,同时飞机随机向地面发射炮弹,若击中坦克则游戏结束。

(4)应用程序类。此类作品能够解决实际工作、学习或生活中的具体问题。例如“抢答器”作品,机器人端连接按钮作为抢答设备,开始抢答后,用户以最快的速度按下面前的按钮,随后计算机界面中显示抢答结果。

#### 2. 从人机交互方式的角度分类

从技术实现,尤其是人机交互方式的角度看,借鉴人机交互领域的分类方法<sup>[9]</sup>,也可以将趣味性机器人联机交互系统分为四大类型。

(1)语音交互类,即以语音交互作为主要交互方式的机器人联机交互系统。讲话是人—人之间最直接的交流方式,若人—机之间也能使用语音进行交互,将会使交互过程更加自然、高效。语音交互即机器能够识别人的声音信息,并能够根据指令执行相应的动作<sup>[9]</sup>。在机器人联机交互系统中,能够实现语音交互的机

器人元件有模拟声音传感器、语音识别传感器等。典型案例如“声控卡丁车”作品,计算机界面呈现跑道场景,机器人端使用语音识别传感器获取用户的语音信息,用户使用“直行”“后退”“左转”和“右转”等语音指令控制界面中卡丁车的运动方向,使其以最快的速度到达终点并避免与跑道中的障碍物碰撞,计算机界面显示卡丁车跑完全程所用时间,并根据时间长短排名。

(2)姿势交互类,即以姿势交互作为主要交互方式的机器人联机交互系统。身体姿势是人类“传情达意”的重要手段之一,人们可以运用不同的身体部位来表达自己的想法。姿势交互即机器通过获取用户的姿势,来判断用户的意图,并据此做出反馈动作<sup>[9]</sup>。在中小学机器人普及教育领域,使用的机器人元件的精确性与技术水平均偏低,通常只能判断用户的简单姿势,比如手指弯曲或张开、身体部位在某一方向的移动等。在机器人联机交互系统中,能够实现姿势交互的机器人元件有红外手势传感器、超声波测距传感器、弯曲度传感器等。典型案例如“魔术手”作品,在计算机两端分别安装超声波测距传感器,当检测到用户的手从屏幕前掠过时便切换界面中的场景,实现魔术效果。

(3)触摸交互类,即以触摸交互作为主要交互方式的机器人联机交互系统。人体各个部位都具有触觉,触觉也是人体感知外界的重要方式。触摸交互即用户对机器进行物理操作(如点按、滑动、倾斜等),机器感知到用户动作后给予相应的反馈<sup>[9]</sup>。在机器人联机交互系统中,能够实现触摸交互的机器人元件有数字触摸开关、触摸屏、按钮等。典型案例如“模拟电报解密器”,在机器人端连接按钮,用户通过敲击按钮模拟发送摩斯密码信号动作,计算机读取并分析按钮输入的信息,同时,在界面显示密码代表的实际含义。

(4)多模式交互类,即同时使用多种交互方式的机器人联机交互系统。人类通常会同时使用多种交互模式来传递信息,人机交互系统也会提供多种组合的交互模式进行输入<sup>[9]</sup>。典型案例如“丛林历险记”作品,在计算机界面中展示迷路的小猴子在丛林里找妈妈的动画场景,当用户向计算机端的模拟声音传感器吹气时,小猴子周围会刮起狂风,当用户晃动振动传感器时会发生地震,当用户连续按下按钮后小猴子行走的速度会加快。当然,系统的交互任务增多时,人机交互方式和实现方法也会随之变得复杂。

## 二、趣味交互型机器人教学模式的建构

鉴于机器人教育是一种典型的工程教育,因此,项目化教学思想可以作为机器人教育的通用理念<sup>[10]</sup>,

趣味交互型教学模式也不例外。但由于趣味交互型教学模式以趣味性机器人联机交互系统的开发为中心,而趣味性机器人联机交互系统与其他类型的机器人作品<sup>[7,11-12]</sup>不同,具有自己的独特性,且有多种分类,在作品开发的过程模式上有所不同,故本文将在一般项目教学模式的基础上,探讨如何才能有效引导学生开发出趣味性机器人联机交互系统。

### (一)趣味交互型教学模式的基本过程

以一般项目教学模式为参考,趣味交互型教学模式的基本过程主要包含如下五个步骤,在结合趣味性机器人联机交互系统的基本构成和分类的基础上,可以扩充出一个更为详尽的教学模式,如图3所示。

第一,需求分析阶段。本阶段旨在回答“作品从何而来”的问题,首先要引导学生从问题情境或表达需求出发明确作品的主题和基本功能,然后从作品功能的角度确定作品的类型。

第二,方案设计阶段。本阶段旨在回答“作品如何开发”的问题,在机器人端,需要确定作品的交互方式和所需硬件类型;在计算机端,需要确定输入信息的处理方式、多媒体素材类型及呈现方式、程序的基本算法等。

第三,方案实施阶段。在方案设计的基础上,从机器人端和计算机端两个输入、输出子系统进行实际的开发工作。

第四,测试阶段。要求学生测试作品是否达到预

期目标,如果已达到预期目标则进行下一步工作,若未达到预期目标则重新调整开发方案,直到达到目标为止。

第五,评价阶段。引导学生对作品进行自评、互评,并借此优化、完善作品。

### (二)趣味交互型教学模式各阶段详解

#### 1. 需求分析阶段

本环节旨在帮助学生梳理设计思路,宏观上把握作品的设计方向,从作品功能的角度确定作品类型,并根据各个作品类型的特点明确所要实现的作品主题与基本功能等。

(1)模拟仿真类。由于模拟仿真类作品与实验模拟型机器人具有相似性,因此,可以参照实验模拟型教学的“把玩和摆弄”环节,要求学生尝试操作要模拟的实物<sup>[7]</sup>。与实验模拟型不同的是,学生主要观察事物的控制过程,思考使用何种机器人硬件模拟系统的控制手段。

(2)数字故事类。一般故事中包含了角色、场景、情节(包括起因、经过和结果)等要素,在前期开发阶段,学生可通过编写故事脚本来厘清故事的发展脉络。同时,故事脚本中还应体现出“如何使用机器人硬件影响故事中的角色”“当被控角色的行为发生变化后会怎样影响故事情节”等关键问题。

(3)交互游戏类。在本阶段,要求学生确定游戏所需角色、对抗模式、游戏规则和关卡设置等要素。

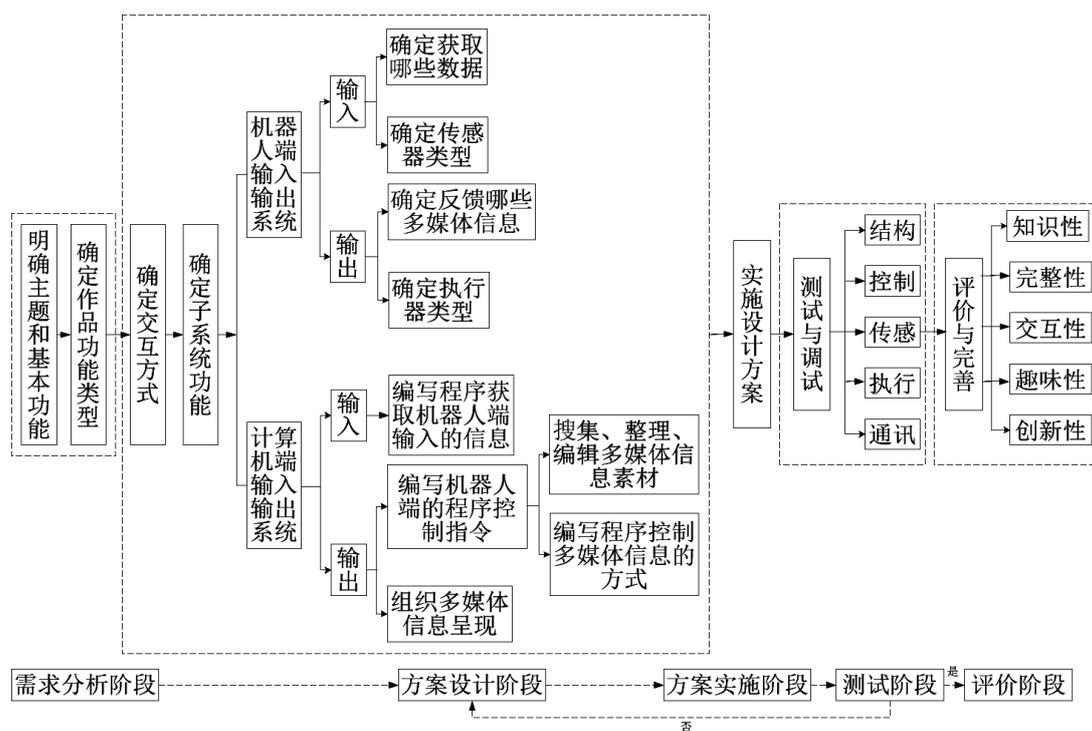


图3 趣味交互型教学模式

(4)应用程序类。要求开发者描述要解决的问题背景、问题中的主要矛盾和解决策略,使用机器人联机交互系统解决该问题的必要性、可行性等。

## 2. 方案设计阶段

在作品方案设计阶段,首先要遵循趣味性机器人联机交互系统的设计要求,然后在设计要求的基础上,从两个输入、输出子系统的角度提出具体的作品设计方案。

### (1)趣味性机器人联机交互系统的设计要求

与一般机器人作品相比,趣味性机器人联机交互系统有其独特性,故在方案设计阶段需引导学生充分关注其特性,以便进行有针对性的设计。

从教育价值的角度,作品需要体现知识性。在引导学生设计作品方案时,教师要随时观察学生的设计过程,一方面要适时鼓励学生改进设计方案,适当嵌入新的知识点;另一方面,需要引导学生思考如何综合运用已学知识设计出更具个性的方案。

从系统结构的角度,作品需要体现完整性。机器人联机交互系统作品的完整性体现在计算机端和机器人硬件端两个方面。计算机端包含机器人数据获取部分(输入)和控制机器人动作的指令部分(输出);机器人硬件端也包含两个部分,传感器的数据输入部分和执行器的数据输出部分。不过,在不影响机器人联机交互系统功能实现时,机器人端的输出部分有时也可以省去。

从技术实现的角度,作品需要体现交互性。交互性是机器人联机交互系统的最主要特征。在实际开发过程中,除了要实现系统的交互任务,还应考虑交互方式的有效性和交互设备的多样性。机器人元件种类丰富,在使用其制作交互设备时,除了模拟市场上已有的交互手段,还可以推陈出新,使交互设备更加智能、更具特色。

从作品特色的角度,作品需要体现趣味性。机器人联机交互系统作品多为游戏或交互媒体,这类作品的价值很大程度上体现在其趣味性上。因此,在开发过程中,应从交互方式和多媒体呈现等方面努力。具体而言,作品趣味性的措施可以参考:若是模拟仿真类作品,可以为作品增加解释性的文字或情景说明;若是数字故事类作品,可以丰富故事内容,增加故事角色,设计跌宕起伏的故事情节;若是交互游戏类作品,可设计多种游戏模式供用户选择,也可从角色造型、场景转换、背景音效等方面做个性化设计;若是应用程序类作品,则可设计个性化的多媒体信息呈现效果,从视觉、听觉等方面增强趣味性。

从应用拓展的角度,作品需要体现创新性。机器人是将想法变为现实的有力工具,学生在创作机器人作品时应开拓思维、创新设计,而不仅是模仿已有的作品。可以从作品用途、造型设计、表现形式等方面体现作品的创新性。

### (2)趣味性机器人联机交互系统的方案设计

本阶段主要包括三个环节:确定交互方式、确定子系统功能、明确子系统功能的实现方案。

首先,需要确定作品的交互方式,从技术实现的角度确定趣味性机器人联机交互系统的类型。其次,综合作品功能和技术实现这两个角度分别描述趣味性联机交互系统两个子系统的的功能或性能指标。例如“模拟燃气灶”,该作品属于触摸交互类作品,机器人端子系统功能是模拟打火设备和火力控制设备(作品功能角度),并向计算机端输入所检测的用户触摸动作信息(技术实现角度);计算机端子系统功能是模拟燃气灶点燃与火力变化的状态(作品功能角度),获取、分析计算机端的信息(技术实现角度),并给予相应的反馈。最后,可以分别从两个子输入输出系统的角度设计符合实际需要和条件的具体方案:

#### ①机器人端的输入输出子系统

在机器人端,学生首先需要思考实现系统交互的方式有哪些,根据交互方式选择机器人硬件来制作交互设备,同时,还应考虑所选硬件是否高效、经济。学生还可根据设计需求选择不同的执行器来增强系统的交互效果,呈现反馈信息,使交互过程更加生动、有趣。

机器人端在不同类型的机器人联机交互系统中发挥不同的作用。在模拟仿真类作品中,机器人硬件端用于模拟现有产品的控制手段或触发方法,可从影响产品运行的因素着手,思考选择何种硬件能够更好地反映影响因素的变化。比如“模拟燃气灶”作品,使用火焰传感器探测是否有打火动作,使用模拟角度传感器模拟火力调节过程。在数字故事类作品中,机器人硬件可用于获取外界环境信息来影响故事情节,也可直接控制角色行为来影响故事发展。比如“怕热的小狗”作品,可使用温度传感器检测外界温度变化,当温度升高到某一定值时小狗向风扇移动,当然也可使用倾斜传感器等设备直接控制小狗向风扇移动。在交互游戏类作品中,机器人端主要作为游戏指令发射装置,比如在“飞机坦克大战”游戏中使用摇杆控制坦克的左右移动;在“打地鼠”游戏中使用超声波测距传感器分析用户手势,来“敲击”界面中的地鼠。在应用程序作品中,需要结合问题所反映的主要矛盾,选择合适的机器人硬件来解决问题。比如“抢答器”作品,问

题的主要矛盾是制作抢答设备并反馈抢答结果,解决手段是使用按钮获取用户的抢答动作并在界面中反馈相应的结果。

### ②计算机端的输入输出子系统

在计算机端,考虑如何获取、分析机器人端输入的数据,并据此向机器人端输出控制指令。程序编写是本环节的要点,开发者可从数据结构和算法两个方面思考实现作品功能的方案。

多媒体信息的搜集与整理也是本环节要完成的重要工作,除此之外,还需要组织各个媒体角色的呈现方式。模拟仿真类作品中多媒体的呈现力求真实地反映产品的控制过程,可采用直接拍摄实物或录制现场声音等手段采集多媒体素材;数字故事类作品中的多媒体素材为故事情节发展服务,可根据故事风格进行选择、编辑;交互游戏类作品中可根据游戏结果设置多种音效和提示音,使游戏更具代入感与趣味性;应用程序类作品主要根据具体的问题解决策略组织多媒体素材。

### 3. 方案实施阶段

在方案设计的基础上进行实际的开发工作。根据实践经验,一种比较合理的操作思路是先搭建硬件再编写程序:首先搭建机器人端的各元件,学生也可根据需求使用纸板、木棒等工具优化机器人端的造型;其次,编写程序向机器人端输出控制指令,搜集、编辑、整理多媒体素材,编程控制其呈现方式。当按照已有方案无法完成系统的开发时,需及时调整方案并重新尝试。在实施过程中,学生应了解开发过程中的注意事项,比如规范使用各类工具、有序推进开发进度等。教师作为学生学习的指导者和支持者,应该随时了解学生的开发过程和遇到的问题,并提供及时的指导和帮助。

### 4. 测试阶段

在测试阶段,学生主要通过操作交互系统,检测系统的执行效果,找出系统中存在的问题,分析问题产生的原因,并提出相应的解决方案,即系统纠错过程。机器人纠错内容可分为结构、控制、传感、执行、通讯五个方面。在趣味性机器人联机交互系统中,结构指的是系统结构是否完整,子成分是否缺失;控制指的是计算机端的程序控制和多媒体信息控制,主要检查程序设计是否有误,多媒体文件格式、大小是否合适;传感、执行分别对应机器人端的传感器、执行器,主要检查元件是否破损、连接方式是否准确;通讯指的是系统中的通讯元件以及计算机与机器人之间的信号通讯,主要检查信号是否受到干扰等。如图4所

示,可以从两个子系统的角度来具体划分、描述五类纠错内容。

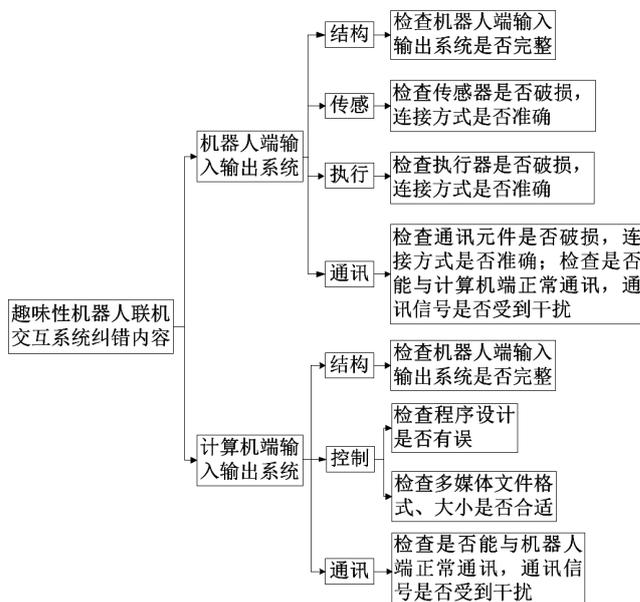


图4 趣味性机器人联机交互系统的纠错指南

### 5. 评价阶段

根据趣味性机器人联机交互系统特点,可从作品知识性、完整性、交互性、趣味性、创新性五个维度评价学生作品。

## 三、典型案例分

为节约篇幅,本文以“飞机坦克大战”案例为例,仅描述教学过程的前3个环节。

### (一)需求分析阶段

如今,电脑游戏越来越受到青少年的追捧,那么作为用户在体验电脑游戏时,你是否对游戏的赛制、音效、动画等因素满意呢?你有没有想过设计一款属于你自己的游戏呢?本节课就让我们扮演一次游戏设计师,发散思维,制作具有个性化的电脑游戏。本次的游戏主题是“飞机坦克大战”,要完成该游戏,首先需要确定游戏所需角色、对抗模式、游戏规则和关卡设置,请学生对以上要素进行讨论,并填写表1。

表1 “飞机坦克大战”的需求分析表(简表)

序号	所需角色	对抗模式	游戏规则	关卡设置
1				
2				
3				

为便于学生学习,示例作品的游戏规则为:游戏以坦克战胜飞机为目标,操作者使用传感器控制坦克的运动方向和炮弹发射,飞机不断地从舞台上空飞过,并随机地向下投放炸弹;坦克击中飞机得一分,若

飞机击中坦克,则游戏结束。在实现符合上述规则的游戏后,同学们可以根据自己的思路优化游戏规则。

## (二) 方案设计阶段

### 1. 确定交互方式

在本案例中,用户通过操作机器人端来控制游戏中的坦克角色,为了更贴近学生现实中的使用经验,本案例采用手控设备即触摸式交互的形式实现人机交互。

### 2. 确定子系统功能

机器人端子系统功能是模拟电脑游戏的手控设备,并向计算机端输入用户的操作动作信息;计算机端子系统功能是显示游戏的场景、角色和分数等,获取并分析计算机端的输入信息,根据分析结果做出相应的反馈。

### 3. 确定输入输出子系统开发方案

#### (1) 机器人端的输入输出子系统

在输入部分,机器人端需要获取用户移动坦克和发射炮弹的控制动作,能够实现以上功能的机器人元件多种多样,考虑到经济因素和操作设备的便捷性,本案例采用的是与游戏手柄类似的摇杆。

在输出部分,机器人端可以输出听觉、视觉等信息,比如炮弹击中飞机后蜂鸣器发出爆炸的声音。本部分不涉及本课的新知,因此由学生自主设计、开发。

#### (2) 计算机端的输入输出子系统

在输入部分,可以直接使用“传感器读取模块”获取机器人端的输入信息,此处应分清传感器类型(数字型)。

在输出部分,首先由学生自行设计控制机器人端多媒体信息输出的程序指令。由于本游戏属于野外对抗模式,因此应选择具有军事色彩的坦克、飞机等素材。为了便于开发,可将案例拆解为以下任务:角色的初始化——识别摇杆的动作——改变“坦克”角色的运动——控制坦克发射炮弹——控制坦克炮弹角色的运动——判断坦克炮弹是否击中飞机——控制飞机的运动——显示飞机在被坦克炮弹击中后的状态——飞机炮弹的发射——游戏结束,可根据该思路逐一完成程序的编写。

## (三) 方案实施阶段

本案例使用的软件和硬件分别是 S4A (Scratch for Arduino) 和摇杆。与 Scratch 相比,S4A 提供了传感器和驱动控制模块,能够实现 Arduino 开源硬件平台的简单编程。摇杆由三组引脚组成,其中 X 引脚能够获取摇杆的横向控制,Y 引脚能够获取摇杆的纵向控制,Z 引脚能够获取摇杆按钮的值。

根据设计思路连接、搭建机器人硬件,并将机器人控制板与计算机相连。组织学生根据设计思路自行编写程序指令控制机器人端多媒体信息的输出方式。本案例涉及坦克、飞机、坦克炮弹、飞机炮弹、舞台背景等角色,根据设计要求在网上搜集相关图片素材,使用图形处理软件进行编辑,也可鼓励学生自行绘制角色造型。本案例涉及的主要知识点是角色间的“侦测”,教师演示“侦测模块”的功能及使用方法,梳理完成游戏各项任务的程序编写思路,最终由学生完成游戏的开发。

## 四、小 结

为了验证趣味交互型教学模式的有效性,笔者所在团队于 2015-2016 学年第二学期在无锡市第一中学开展了实验研究。实验对象为该校高一年级选修《Arduino 互动设计与应用》课程的学生,其中实验班 15 人,对照班 14 人,并由团队成员承担教学任务。在实验开始前与结束时,均对学生学习机器人的态度进行问卷调查,并对学生作品进行量化评分。实验过程中,实验班与对照班的教学案例相同,但实验班采用的是趣味交互型教学模式,而对照班采用的是传统的项目教学模式。通过统计、分析实验数据,发现与传统的项目化教学模式相比,趣味交互型教学模式能够明显改善学生学习机器人的态度及学生作品的完整性与交互性。<sup>[4]</sup>

通过对实验过程进行观察与反思,就趣味交互型教学模式的实践应用提出如下建议供参考:

在教学对象方面,趣味交互型教学对象主要适用于中小学学生。趣味交互型教学可采用图形化编程软件,对硬件搭建要求不高,能够承担零基础学生的入门教育。但在程序设计方面要求学生具有一定的逻辑思维能力、能够理解简单算法。因此,整体而言,趣味交互型教学模式适用于小学四年级及以上的学生。

在教学时段方面,趣味交互型教学可作为实验模拟型教学的进阶部分,安排在课程实施的中后段进行。学生在实验模拟型教学过程中获得机器人项目开发的基础知识与基本经验储备后,更易接受趣味交互型教学模式的教学内容与形式。

在教学班级容量方面,由于教学内容偏重程序设计,学生使用的算法不同、执行效果不一,需在教师的指导下完成任务,因此教学组织单位不宜超过 30 人。

在软硬件配置方面,机器人联机交互系统无法脱离计算机进行独立的开发与运行,因此,教学需要有机房的支持。计算机上除了安装相关开发软件,还要安装基础的图形、声音处理软件,以便学生编辑素材。

## [参考文献]

- [1] 周晶. 基于人机交互理论对乐高机器人玩具的研究[D].南京:南京师范大学,2013.
- [2] 钟柏昌. 中小学机器人教育的核心理论研究——机器人教学模式的新分类[J].电化教育研究,2016(12):87-92.
- [3] 董士海.人机交互[M].北京:北京大学出版社,2004:9-12.
- [4] 韩蕾. GOMS 在培养中学生开发趣味交互型机器人中的应用研究[D].南京:南京师范大学,2017.
- [5] 韩蕾,李婷婷,钟柏昌. 基于 GOMS 的趣味交互型机器人教学案例设计研究[J].数字教育,2016,2(6):61-66.
- [6] 谢作如.《互动媒体技术》校本课程的探索与实践[J].中小学信息技术教育,2012(11):21-23.
- [7] 李婷婷,钟柏昌. 中小学机器人教育的核心理论研究——论实验模拟型教学模式[J].电化教育研究,2017(9):96-101.
- [8] 魏雨.“游戏规则”:从狭义到广义[J].咬文嚼字,2000(6):31-32.
- [9] 董建明.人机交互:以用户为中心的设计和评估[M].北京:清华大学出版社,2003:199-215.
- [10] 王小根,胡兵华,何少莎. 基于“任务驱动”的小学机器人教育校本课程开发[J].电化教育研究,2010(6):100-102.
- [11] 张敬云,钟柏昌. 中小学机器人教育的核心理论研究——论科学探究型教学模式[J].电化教育研究,2017(10):106-111.
- [12] 闫妮,钟柏昌. 中小学机器人教育的核心理论研究——论发明创造型教学模式[J].电化教育研究,2018(4):66-72.

## Study on Core Theories of Robot Education in Primary and Secondary School: Interesting Interactive Model

ZHONG Baichang<sup>1</sup>, HAN Lei<sup>2</sup>

(1.Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062;  
2.Education Promotion Center of Tianjin Economic-Technological Development Area, Tianjin 300457)

**[Abstract]** In the theory and practice of robot education in K-12, it is widely believed that robot education is to teach students how to design and build autonomous robots. However, an edutainment robotic system called robotic-computer interactive system (RCIM) also deserves our attention. In view of this, this paper adopts literature research method and analyzes the composition of robot hardware and computer program from the perspective of input and output combined with the features of RCIM. And it also discusses the specific application types of RCIM from two dimensions of function and human-computer interaction. Then this paper constructs an interesting interactive model (IIM), which is both instructive and operational based on project teaching model. Experimental research shows that compared to traditional teaching models, IIM can significantly improve students' attitudes towards learning and the integrity and interactivity of students' artifacts as well.

**[Keywords]** Robotic-computer Interactive System; Interesting Interactive Model; Human-computer Interaction