

物联网技术课程的交互式AIoT实验教学设计

上官松, 易宇纯, 张志强

武汉设计工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年2月21日; 录用日期: 2022年3月24日; 发布日期: 2022年3月31日

摘要

阐述物联网行业的“AI + IoT”发展趋势, 分析当前物联网AIoT主流技术平台的边缘计算、传感器技术、图像处理技术与互动交互艺术产品设计结合的技术可行性, 提出“AIoT物联网与艺术结合”的教学建设思路, 设计了相关实验教学方案, 将AI技术、交互式技术、边缘计算引入物联网技术课程教学资源, 探索交互式AIoT物联网技术与艺术结合的教学和科研发展方向。

关键词

AIoT, 交互式技术, 边缘计算, 科技与艺术, 教学设计

Interactive AIoT Experimental Teaching Design of IoT Technology Course

Song Shangguan, Yuchun Yi, Zhiqiang Zhang

Wuhan Institute of Design and Sciences, Wuhan Hubei

Received: Feb. 21st, 2022; accepted: Mar. 24th, 2022; published: Mar. 31st, 2022

Abstract

This paper expounds the development trend of “AI + IoT” in the IoT industry, analyzes the technical feasibility of the combination of edge computing, sensor technology, image processing technology and interactive art product design of the current AIoT mainstream technology platform, puts forward the teaching construction idea of “The combination of AIoT and art”, designs relevant experimental teaching schemes, and introduces AI technology, interactive technology, edge computing into the teaching resources of IoT technology course, and explores the development direction of teaching and scientific research of the combination of interactive AIoT and art.

Keywords

AIoT, Interactive Technology, Edge Calculation, Technology and Art, Instructional Design

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. AIoT 人工智能物联网简介

1.1. AIoT 概念

AIoT (人工智能物联网)是人工智能(AI)与物联网技术(IoT)相融合的产物。AIoT 以不同的维度来收集物联网产生的数据,将海量的数据存储于云端或边缘端,再通过大数据分析,以及更高形式的人工智能,实现万物智能数据化联网[1]。

1.2. AIoT 和边缘计算介绍

随着人工智能技术的井喷式发展,智能物联网(AIoT)概念被提出,物联网系统将各种传感器信息采集之后,不再是简单的进行数据传输在云端强大的中央计算机服务器上处理,而是在终端设备、边缘服务器上,通过人工智能算法对数据进行智能化分析[1]。AIoT 边缘计算是物联网和人工智能 AI 系统的融合。例如现在计算能力增强的图像采集处理终端,交给云端计算机分析的数据量较少,而是在许多边缘终端上就近完成大部分图像计算分析工作。AIoT 边缘计算架构如图 1 所示:

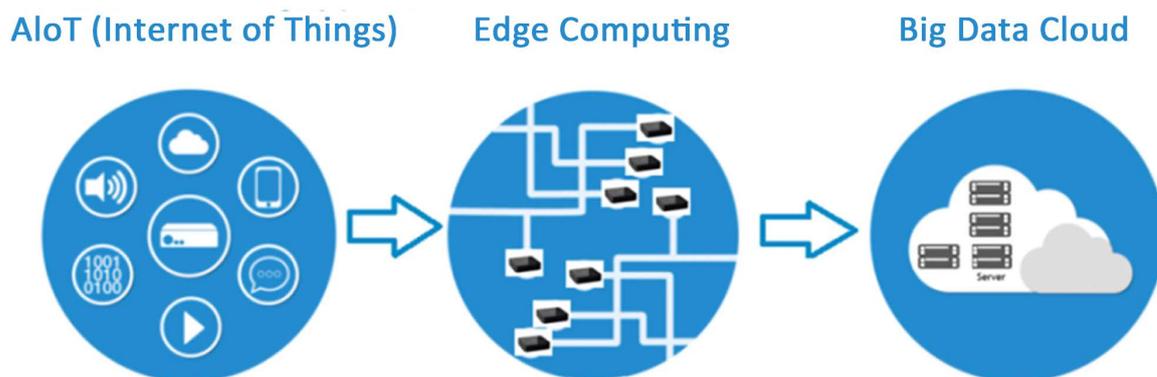


Figure 1. AIoT edge computing architecture

图 1. AIoT 边缘计算架构

这种网络架构降低了数据在终端和云端的延迟,从而提高了数据本地化处理速度,保护了数据隐私,对云资源的占用较少,降低了云服务的成本。

边缘计算的典型用例在新冠肺炎防控上得以体现。在新冠疫情期间,公共场所的防疫措施借助 AIoT 等新技术进行人员筛查。运行在边缘设备上的人工智能算法处理高清摄像头采集到的大量人体目标的温度测量数据和视频图像数据,检查人们是否佩戴口罩或体温偏高,迅速生成警报和提示信息。随着边缘处理能力的增加,联网设备和物联网(IoT)的不断扩展,检测和处理任务越来越多地转移到物联网的网络边缘。边缘计算在防疫领域的应用如图 2 所示:

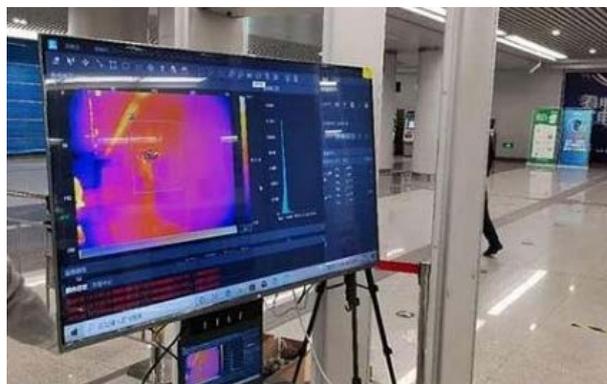


Figure 2. Application of edge calculation in epidemic prevention
图 2. 边缘计算在防疫领域的应用

2. 物联网 AIoT 与艺术结合的构想

根据目前笔者所在教育单位所提出的“科学与艺术结合”的教学和科研构想,笔者提出了 AIoT 教学和实验条件建设思路。未来的物联网技术课程可引入高性能的人工智能边缘计算开发套件,构建物联网 + AI 边缘计算 + 智能交互的 AIoT 解决方案[2],将基于 AIoT 的交互式技术融入艺术产品设计,实现科学与艺术的结合。

2.1. 交互式技术在 AIoT 的应用

交互式技术是 AIoT 物联网和艺术产品结合的重要手段。实现智能交互艺术产品,需要科学技术的跨专业支撑。笔者调研了艺术与科学融合的产业现状,分析了教育级科技平台和艺术作品实现跨专业融合的可行性。

随着科技的不断发展和艺术的不断丰富,科技和艺术在许多领域发生了碰撞[3]。在当今信息时代,艺术家开始将科技手段和工具融入创作,科技与艺术的结合激荡出更多元的艺术表现与互动跨领域特质,在表现形式与内容上更强调互动性,把跨领域创作带向更多元化及更开放的发展。装置艺术、实验音乐、声音影像、空间交互,充分利用空间并与观者建立互动。给观者带来全新体验。

国内以“低科技艺术实验室”为代表的先驱,已经在科技与艺术的结合创作方面有所尝试。“低科技艺术实验室”专注于艺术与科学之间的跨学科联系,探索混合媒介环境中的科技应用,作品涵盖:虚拟人工生命体、互动 LED 装置、动态机械装置、互动影像、游戏媒介等。手势交互式灯光控制艺术作品如图 3 所示:



Figure 3. Gesture recognition interactive light control art works
图 3. 手势识别交互式灯光控制艺术作品

2.2. 交互式 AIoT 教学实验设计

行业内从事 AIoT 科技与艺术结合项目的技术门槛较高，投入规模较大。从教育行业实际条件来看，扩展升级现有的物联网教学设备进行 AIoT 交互式应用教学和科研，与艺术产品设计融合的可行性较高。

笔者提出使用低成本智能交互式控制的技术开展物联网 AIoT 实验教学，采用手势传感器、嵌入式系统、图像识别处理技术设计教学实验内容。

2.2.1. 基于手势传感器的手势识别实验设计

该实验要求学生设计一套基于手势传感器和 STM32 单片机的交互系统，该系统能通过手势控制灯光效果和音乐的播放。手势传感器和 STM32 单片机的硬件组合如图 4 所示：

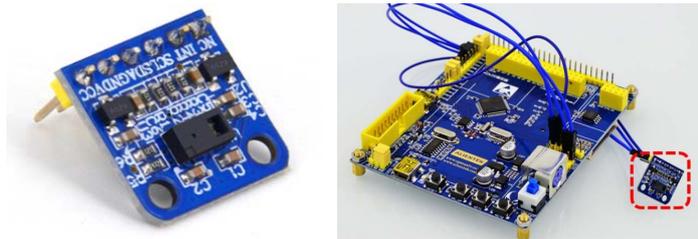


Figure 4. Combination of gesture sensor and single chip microcomputer
图 4. 手势传感器和单片机的组合

实验原理是使用内部集成了光学数组式传感器的 PAJ7620U2 芯片，以使复杂的手势和光标模式输出，对九种手势进行识别，支持上、下、左、右、前、后、顺时针旋转、逆时针旋转和挥动的手势动作识别，对持手势接近作识别，将识别信息交给单片机进行处理。手势传感器识别的各种手势如图 5 和图 6 所示：



Figure 5. Gesture sensor recognizes “up, down, left and right” gestures
图 5. 手势传感器识别“上、下、左、右”手势

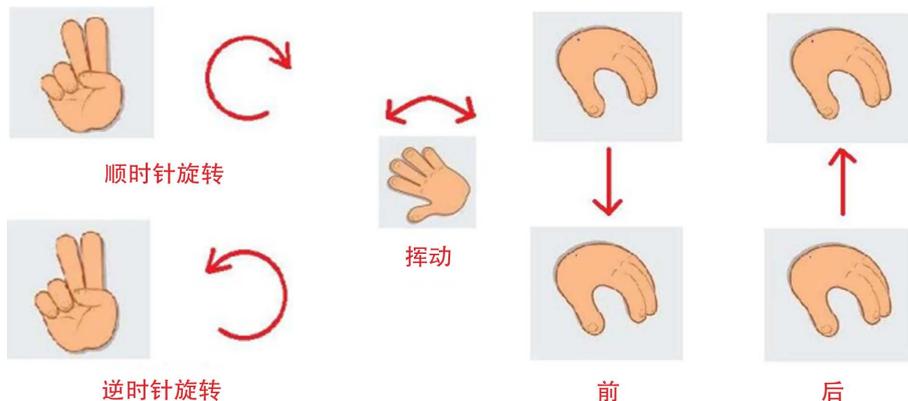


Figure 6. “Clockwise, counterclockwise, waving, front and back” gesture recognition
图 6. “顺时针、逆时针、挥动、前、后”手势识别

STM32 单片机唤醒手势传感器开始工作，根据检测结果接收手势传感器发出的 9 个手势识别的中断标志输出，由中断服务函数控制灯光效果和音乐播放。单片机控制手势传感器的工作流程如图 7 所示：

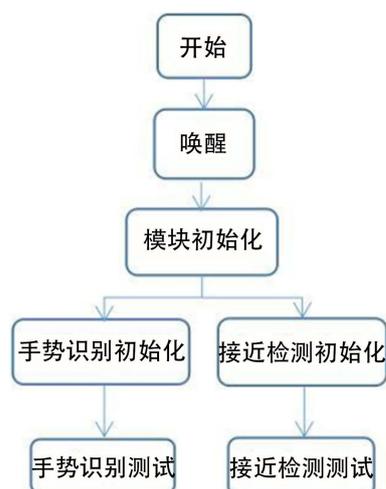


Figure 7. Workflow of gesture sensor
图 7. 手势传感器工作流程图

该实验要求学生了解手势传感器 PAJ7620 模块的功能特点，掌握手势传感器 PAJ7620 模块的使用方法，掌握基于标准库或基于寄存器的手势传感器编程控制方法，掌握手势识别模块和 STM32 单片机之间的 IIC 接口编程使用方法，掌握 STM32 单片机控制外围灯光和音乐播放器件的编程方法。最终实现基于手势传感器的手势识别交互系统的设计。

基于手势传感器的交互手势识别系统适用于各类互动交互艺术产品、智能家居等应用场景。试想一下，挥一挥手，打开灯光，挥一挥手，打开音乐，一切尽在弹指间。

2.2.2. 基于 OpenCV 的手势交互实验设计

该实验要求学生设计一套基于 OpenCV 的手势交互系统，要求学生采用配置了 OpenCV 环境的树莓派结合摄像头进行手势捕捉和识别，能识别手的上下左右等多个方向的手势指向，树莓派控制 LED 点阵模块显示手势方向。该系统如图 8 所示：

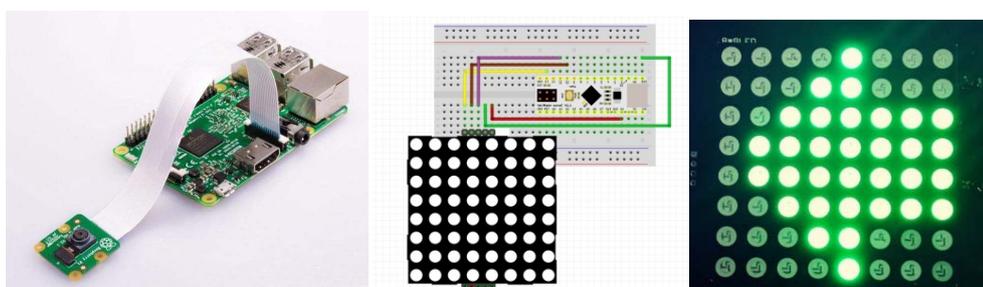


Figure 8. Raspberry pie OpenCV gesture interaction system
图 8. 树莓派 OpenCV 手势交互系统

该实验要求学生了解 OpenCV 开源计算机视觉库的基本概念，掌握 OpenCV 的开发接口的使用方法，能使用 Python 编程语言结合 OpenCV 进行实时动态图像处理操作，掌握树莓派控制外围器件的编程方法，实现完整的交互式控制。

实验原理是通过 OpenCV 对样本手势图片进行特征检测和训练分类,对输入的手势进行特征识别。系统的工作流程依次是图像采集、图像预处理、特征提取、手势的分类识别、灯光控制。通过树莓派连接的摄像头获取手势照片,首先降低图片像素值,选取具有代表性的手势图片。再从环境背景中根据皮肤颜色检测人手所在区域,对图像进行二值化处理。采用边缘检测提取手势的边缘图像和轮廓矩阵,对手势进行特征提取,生成手势的特征向量,作为训练样本对手势分类器进行训练。用训练好的手势分类器对摄像头输入的手势图像处理得到特征向量进行分类,得到手势所属类别,获得手势识别结果。最后根据手势识别结果通过树莓派的 GPIO 接口和外围器件对 LED 点阵进行动态显示控制,或交由树莓派的物联网通讯使能其他无线终端完成相关控制功能。OpenCV 手势交互系统工作流程如图 9 所示:



Figure 9. Workflow of OpenCV gesture interaction system

图 9. OpenCV 手势交互系统工作流程

在实验中,学生将学习基于 Python 语言的 OpenCV 编程使用方法,掌握图像变换的阈值处理、边缘和轮廓检测、模板训练、模板匹配、特征检测、深度学习技术,掌握树莓派的 GPIO 外设控制编程方法,最终实现基于 OpenCV 的手势交互系统的设计。

2.2.3. 基于 OpenCV 的人脸识别交互实验设计

该实验要求学生设计一套基于 OpenCV 的人脸识别交互系统。要求学生采用配置了 OpenCV 环境的树莓派结合摄像头进行人脸捕捉和识别,能根据人脸识别结果进行艺术装置的开闭控制。该系统人脸识别效果如图 10 所示:



Figure 10. Raspberry pie OpenCV face recognition

图 10. 树莓派 OpenCV 人脸识别

实验原理是使用 OpenCV 自带训练好的 Haar 级联分类器数据进行人脸检测。使用 OpenCV 自带的 haarcascade_frontalface_alt.xml 人脸特征文件作为人脸分类器数据文件[4],能够检测出树莓派摄像头获得的实时动态图像中的人脸,根据不同的人脸用不同颜色的矩形框起标识区分。使用 EigenFaces 特征脸识别器对已知人脸图像训练模型,再通过训练好的模型对未知人脸图像进行识别,确认其身份,通过树莓派控制物联网内的艺术装置的开闭。OpenCV 人脸识别系统的工作流程如图 11 所示:



Figure 11. Workflow of OpenCV face recognition interactive system

图 11. OpenCV 人脸识别交互系统工作流程

在实验中，学生将学会 Haar 级联分类器检测人脸的编程方法，掌握人脸识别器 EigenFaces 的编程使用方法，结合树莓派的 GPIO 控制外部开关器件，或通过物联网通讯使能其他控制终端实现开关功能，最终实现基于 OpenCV 的人脸识别交互系统的设计。

2.2.4. 基于 Yolo 的 AI 识别交互实验设计展望

目前笔者正在研究英伟达高性能边缘计算技术的应用。英伟达 Jetson 系列套件的高性能 GPU 配合官方优化的 CUDA，可并行处理 TensorFlow、PyTorch、Caffe/Caffe2、Keras、MXNet 等神经网络，比如通过 Tensor RT 加载模型，进行推理运算效率很高，树莓派 Cortex-A72 核心的性能和算力相对有限。笔者计划采用英伟达 Jetson Nano 套件，使用 Yolo 进行 AI 图像数据分析，开展手姿识别估计分类、动态识别跟踪、人体动作姿态识别预估的应用研究，并设计相关教学实验内容。基于 Yolov4 的手姿识别效果如图 12 所示：

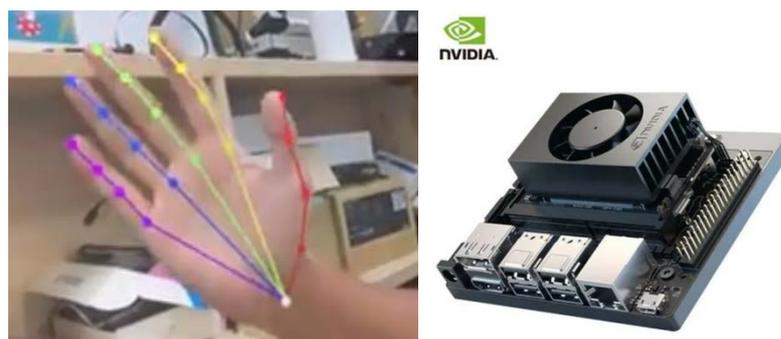


Figure 12. Hand posture recognition effect based on Yolov4

图 12. 基于 Yolov4 的手姿识别效果

基于 AIoT 的边缘计算技术，结合机器学习技术[5]，开发识别交互控制功能产品，是实现科学与艺术结合的入门抓手，技术门槛和投入规模相对较低。在此基础上积累一定的教学和工程经验，再向复杂的声光电控制延伸。未来还可以将 AIoT 边缘计算、交互式控制和 VR/AR 技术结合，连接现实世界和虚拟世界，探索 AIoT 与艺术结合的高阶应用教学和科研。

2.3. 物联网课程 AIoT 建设思路

物联网技术课程应紧密结合物联网与人工智能相关专业理论教学，在现有物联网综合实验平台的基础上增设人工智能及交互式设计教学实验平台，采用人工智能计算机视觉技术、交互式技术、物联网技术的融合立足于基础教学，开展科学与艺术的融合的跨界工程教学和科研。通过设置理论教学内容和实验项目环境来培养学生对实际 AIoT 物联网、人工智能、交互式技术应用项目的实践操作能力，培养学生基本的 AIoT 物联网应用开发能力，增强学生的创新实践能力，提高学生的学习主动性和科技创新能力，鼓励科学与艺术结合的跨界工程应用探索。

参考文献

- [1] 王雪. 嵌入式系统在智能物联网时代背景下的教学研究[J]. 数字技术与应用, 2020(4): 212-214.

- [2] 吴吉义. AIoT 智能物联网研究综述[J]. 电信科学, 2021, 37(8): 1-17.
- [3] 周卓暘. 交互设计中艺术与科技的融合[J]. 数码世界, 2021(6): 39-40.
- [4] 汤哲君. 基于 OPENCV 的手势识别的实现与应用[J]. 科技资讯, 2014(9): 48-50.
- [5] 任成. 机器视觉在 AIoT 中的应用[J]. 计算机时代, 2021(9): 81-84.