第11章 综合实训案例解析

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 人工智能基础与应用 | | 章名 | | | 综合实训案例解析 | |
| 教学内容 | 综合实训案例解析1 | | | | 课时 | 2 | |
| 项目性质 | □演示性 □验证性 □设计性 √综合性 | | | | | | |
| 授课班级 |  | 授课日期 | |  | | 授课地点 |  |
| 教学目标 | 完成基于机械臂的工业分拣系统项目概要与项目设计 | | | | | | |
| 教学内容 | 基于机械臂的工业分拣系统项目概要与项目设计 | | | | | | |
| 教学重点 | 基于机械臂的工业分拣系统 | | | | | | |
| 教学难点 | 基于机械臂的工业分拣系统 | | | | | | |
| 教学准备 | 装有Python的计算机  教学课件PPT  教材：《人工智能基础与应用（微课版）》 | | | | | | |
| 作业设计 |  | | | | | | |

教学过程

|  |  |
| --- | --- |
| **教学环节** | **教学内容与过程**  **（教学内容、教学方法、组织形式、教学手段）** |
| **课前组织** | 做好上课前的各项准备工作（打开计算机、打开课件、打开软件、打开授课计划、教案等），吸引学生注意力。 |
| **课程说明** | 【课前说明】  从机械臂的工业分拣系统涉及的技术领域引入本节课内容。  【目的】  使学生从了解本节课的学习目标、学习重点、考评方式等方面明确课程学习的要求和目标。 |
| **课程内容描述** | 基于机械臂的工业分拣系统融合了人工智能技术、嵌入式系统技术、机械臂应用技术、AR技术。本章通过丰富的基础实验和项目案例，实现从人工智能基础学习到应用实践的完整过程。 11.1.1 项目概要 基于机械臂的工业分拣系统硬件资源如图所示。  11-1-1  系统硬件资源介绍  1．硬件介绍  本系统的背景是仓库智能分拣，硬件系统的左侧为两个仓库（每个仓库有4个仓位）和一个六自由度机械臂，机械臂上有摄像头，用于捕捉仓库画面数据以进行图像识别。在仓库和机械臂右侧，10英寸液晶屏用于显示项目的界面以及控制整个系统。屏幕的下方是嵌入式AI运算单元，将深度学习算法部署到嵌入式系统上，可完成终端的、离/在线的人工智能运算。嵌入式AI运算单元上的环境为Ubuntu 16.04，搭载了Qt 5.5的Qt Creator环境与Python 3.5.2环境作为图形化界面并进行Python开发，同时搭载了TensorFlow 1.7.0作为人工智能深度学习框架。在嵌入式AI运算单元下方是全键盘，开发者可以在终端实时进行编程以及完善网络，避免无外接键盘的困扰。在屏幕右侧是Arduino接口，可以扩展传感器板、电机板以及键盘板。Arduino扩展板下方是嵌入式AI控制单元，一方面它可以直接控制六自由度机械臂完成动作，另一方面它可以作为网关控制下方的物联网无线通信模块与右下角的RFID模块。  2．软件介绍  该系统功能如下。  （1）AI计算机视觉仓库货物分拣、整理：一方面可以基于TensorFlow框架，通过深度学习CNN神经网络算法离线地识别仓库货物，另一方面可以在线地调用AI开放平台完成在线仓库货物的识别。两种识别均可在终端显示及控制，控制功能包括通过机械臂将货物进行仓库间的搬运。  （2）AI语音机械臂控制、货物分拣：通过集AI语音识别+机械臂控制为一体的机械臂控制、货物分拣，用户可以通过语音发布指令来控制机械臂执行动作。  （3）AR仓库货物分拣：通过AR增强现实技术与人工智能计算机视觉技术相结合来实现图像识别，创建与现实中物体相关联的虚拟模型，实例化并进行机械臂的控制。 11.1.2 项目设计 本系统主要由嵌入式AI运算单元、嵌入式AI控制单元、机械臂、液晶屏、仓库等组成，数据走向如图所示。  11-2  数据走向  综合程序中各个模块的功能，嵌入式AI运算单元负责人工智能运算、显示界面以及交互；嵌入式AI控制单元负责与运算器联动以及负责机械臂的控制；AR负责实例化仓库以及机械臂控制；机械臂负责抓取货物。  嵌入式AI运算单元与嵌入式AI控制单元以串口的方式通信，当有AR介入时，嵌入式AI控制单元的IP与嵌入式AI运算单元的IP直接交给AR端，完成AR端与整个系统的绑定，之后就可以实现嵌入式AI运算单元与AR的直接控制、嵌入式AI控制单元与AR的直接控制。  1．嵌入式AI运算单元综合程序整体设计思路  嵌入式AI运算单元的综合程序整体设计思路为用户与界面进行交互，界面的编写采用Qt，语言为C++，调用离/在线的图像识别和语音识别，语言为Python，离线的图像识别为数字识别，语音识别接入百度AI开放平台进行识别。嵌入式AI运算单元综合程序整体设计思路拓扑图如图所示。  11-3  嵌入式AI运算单元综合程序整体设计思路拓扑图  本思路中，Qt创建以下4个线程。  线程一（主线程）：用于接收用户的按键交互命令，并进行结果的显示，同时也作为串口发送端与UDP的发送端，对各个线程接收到的指令或结果进行监控。  线程二（人工智能识别线程）：实现C++调用Python，Python负责完成识别后返回结果，并将结果发送到主线程进行显示。  线程三（串口线程）：实现串口数据的接收。由于串口传输的数据包是根据协议进行规定的，所以数据接收后需要用状态机进行数据包解析，可以提高接收数据的准确性。将解析后的数据按协议分类为各指令，传输到主线程完成相关动作。  线程四（UDP线程）：完成UDP数据的接收，并将接收到的数据按协议分类为各指令，传输到主线程完成相关动作。  2．界面功能设计  （1）初始化界面  界面（Qt）是在嵌入式AI运算单元上的，系统功能介绍界面（初始化界面）如图所示。    系统功能介绍界面（初始化界面）  打开应用后的第一个界面是图像识别界面。在打开应用程序后开始加载过程，在该过程中开启了所有的子线程，包括人工智能线程。在该线程中，由于在调用过程中加载TensorFlow需要时间，所以需要做一个初始化动画，让初始化显得更加合理。  （2）图像识别界面  图像识别界面如图所示。该界面包括了左侧的仓库显示区，这个区域用于人工智能线程识别后的货物结果显示以及抓取过程中的货物位置显示。    图像识别界面  在机械臂控制区，可以获取机械臂当前6个舵机的位置数据信息，将6个舵机分开控制。嵌入式AI运算单元将控制指令通过串口发送到嵌入式AI控制单元上，嵌入式AI控制单元对机械臂的6个舵机进行控制。  功能区实现了两个功能，一个是识别抓取，另一个是识别找最值。  在识别抓取中，该系统共有两个仓库，以仓库1为识别仓库，以仓库2为抓取仓库。这里的功能实现过程为：用户在界面上选择识别仓库1货物，主线程收到该指令后发送命令给人工智能线程，人工智能线程做完识别后将结果返回主线程，主线程在仓库区显示结果，并且实时检测起始位置和终止位置的变动，如果用户选择了位置移动，就将移动命令发送给嵌入式AI控制单元，进而控制机械臂进行抓取。  在识别找最值中，用户可以选择找最大值或者最小值，选择后主线程将命令发送给人工智能线程，人工智能线程做完识别后将结果返回主线程，主线程在仓库区显示结果，同时找结果的最值。找到结果的最值后，将发送抓取命令给嵌入式AI控制单元。  在摄像头显示区中，可以打开摄像头查看摄像头捕捉到的内容。当然，在本系统中，在尝试所有关于图像识别的功能之前都需要先打开摄像头并显示为RGB图，图像的捕捉任务由C++完成，Python将C++拍摄到的内容进行预处理和识别。摄像头显示区可将摄像头捕捉到的内容进行实时显示，当前捕捉到的画面可以显示为灰度图和二值化图。  （3）语音识别+AR界面  语音识别+AR界面如图所示。该界面也有摄像头显示区，这个区域的功能与图像识别界面中的该区域功能一样用于识别，但是这里的识别是将结果发送给AR端进行显示。    语音识别+AR界面  在语音识别区中，等待两种控制方式的按键按下，检测到按键按下后开始录音，按键弹起后结束录音。同时将识别指令从主线程传输到人工智能线程，在该线程中进行语音识别和关键词检测，检测后如果识别到关键词，就将结果返回给主线程，随后主线程将数据通过串口发送到嵌入式AI控制单元，实现控制。  在AR控制区，需要将手机和嵌入式AI控制单元直接连接，在连接之前应获取嵌入式AI运算单元以及嵌入式AI控制单元的IP地址。AR端连接嵌入式AI运算单元，同时嵌入式AI运算单元将嵌入式AI控制单元的IP发送出去，AR端接收到后与嵌入式AI控制单元完成绑定，AR—嵌入式AI运算单元—嵌入式AI控制单元成为一套系统。  3．人工智能设计思路  本系统的人工智能学习开发主要针对图像以及语音识别。  图像识别的基本思路是LeNet-5，基本网络是两层CNN，但由于数字识别的数据集MNIST是单个数字识别，直接将拍摄到的照片放入预测网络是无法识别的，所以将仓库内的数字进行定位以及切割，定位的同时判断某个仓库内有无货物，定位的方式主要是HSV颜色定位。有货物就将其切割出来进行图像预处理，由于实验室的照片和实际项目中拍摄到的照片是有差别的，所以图像预处理是很关键的一步，图像的预处理采用OpenCV，算法有闭操作、直方图均衡化等，处理完成后将图像送到网络中进行识别。  语音识别采用百度AI开放平台的联网方案进行，将Qt的录音进行上传，得到识别结果后使用正则表达式和关键字提取并进行判断，针对识别到的指令完成机械臂控制。  4．嵌入式AI控制单元整体设计思路  嵌入式AI控制单元主要的工作是接收上层应用的命令，处理后进行分析判断并控制机械臂动作执行。  Qt应用通过串口和嵌入式AI控制单元进行通信，分析串口数据的命令字节，判断Qt应用下达的指令，包括机械臂移动、货物搬运、机械臂转动、Wi-Fi连接和舵机控制等指令。嵌入式AI控制单元和机械臂之间也通过串口通信，由不同的指令来执行机械臂所要完成的动作。  AR应用通过UDP和嵌入式AI控制单元通信，由嵌入式AI控制单元控制Wi-Fi模块和安装AR应用的手机连接在同一局域网下并进行UDP的连接。嵌入式AI控制单元分析UDP网络数据包以判断AR应用下达的功能指令，如货物搬运和机械臂复位指令，并由嵌入式AI控制单元通过串口控制机械臂动作的执行。嵌入式AI控制单元整体设计思路拓扑图如图所示。  11-7  嵌入式AI控制单元整体设计思路拓扑图  5．AR整体设计思路  本套AR系统结合AR-SDK功能中的AR基点，实例化与仓库具有空间对应关系的虚拟模型。通过UDP与嵌入式AI运算单元进行连接，获取嵌入式AI运算单元扫描到的仓库信息，从而更新虚拟模型数据。AR端整体设计思路拓扑图如图所示。  11-8  AR端整体设计思路拓扑图  增强现实（Augmented Reality，AR）技术是一种实时计算摄影机影像的位置及角度并加上相应图像、视频、3D模型的技术。这种技术的目标是在屏幕上把虚拟世界套在现实世界中并进行互动。  构建本套系统中的AR虚拟场景需要两个方面的信息：其一为仓库位置信息；其二为仓库中的“货物”信息。  （1）仓库位置信息：本套系统所采用的技术为高通Vuforia AR SDK的单图像识别技术，可在实验箱中找到一个AR识别的基准点，用此基准点实例化虚拟模型，将虚拟模型与实验箱仓库在空间上进行一一对应。  （2）仓库中的“货物”信息：仓库中的“货物”信息可通过嵌入式AI运算单元识别得到，AR端与嵌入式AI运算单元建立连接以获取这些信息，这里考虑到了同一局域网下存在多个系统的情况，并且每个系统的IP地址具有唯一性，以UDP广播的形式，让嵌入式AI运算单元在“未连接”的状态下持续不断地向指定端口号广播本地IP与嵌入式AI控制单元的IP。  AR端在初始界面接收广播信息，并将所收到的信息进行处理，筛选出可连接的设备，以Button列表的形式呈现出来。当单击任意设备按钮时，在后台会将对应嵌入式AI运算单元的IP与嵌入式AI控制单元的IP进行提取并存储，方便后续发送操作指令。与此同时，进入AR识别场景，AR端初始界面如图所示。    AR端初始界面  在AR识别场景中，系统会自动调用手机摄像头，用手机摄像头扫描实验箱中指定位置的指定图像，实例化虚拟模型，同时在后台向嵌入式AI运算单元发送请求指令，请求仓库信息。嵌入式AI运算单元接收到指令后，调整机械臂姿势进行扫描，在扫描成功后，向AR端返回仓库信息，AR识别场景初始化界面如图所示。    AR识别场景初始化界面  AR场景中根据返回的仓库信息刷新虚拟模型，如图所示。    AR场景中根据返回的仓库信息刷新虚拟模型  本套系统有两种控制方式，一种为通过UI操作，另一种为通过拖动虚拟模型操作。两种控制方式均通过UDP发送命令给嵌入式AI控制单元，再由嵌入式AI控制单元对机械臂进行控制。  （1）UI控制：在主界面中，系统会自动进入横屏操作模式，单击右下角的复位按钮，机械臂可进行姿态复位。  这里应用的是Unity3D引擎中自带的UGUI，与机械臂进行通信的协议为UDP。UI发送操作指令，在场景中获取嵌入式AI控制单元的IP之后，将信息发送给嵌入式AI控制单元，从而控制机械臂。  （2）模型控制：在本系统中，实例化的模型为不同颜色的恐龙，恐龙的颜色由识别结果决定。每只恐龙都有随机的动作，这里应用的是Unity3D中的预设体和动画系统。  可以通过拖动恐龙实现位置移动的操作，应用Unity3D引擎的射线机制，模仿“背包”系统，将恐龙作为“货物”，并将恐龙站立的平台作为“背包”的栏位。同时调用动画系统，在手指点中某一只恐龙后，只播放“飞翔”的动画，手指离开恐龙后再随机播放动作。  这里进行拖动控制的协议同样为UDP，每只恐龙在实例化出来时均携带仓库信息。在恐龙被转移到空白栏位上后，系统会根据被拖动恐龙所携带的仓库信息和转移的栏位，发送操作指令给嵌入式AI控制单元，进而控制机械臂去抓取指定方块到指定位置。  6．嵌入式AI运算单元在线图像识别程序设计思路  嵌入式AI运算单元的在线图像识别程序和综合程序基本相似。综合程序是将图像传输到神经网络进行识别，识别完成得到返回结果；在线图像识别程序是将图像上传到百度AI开放平台接口进行识别，识别完成得到返回结果。 |
| **总结评价** | 本节课通过综合实训案例，将人工智能和嵌入式设备、摄像头等设备结合起来，并结合嵌入式界面、手机界面等多种方式，整合形成完整的实训项目。本节课主要完成项目设计。 |