

基于增强现实技术的动态说明书系统

苏子昂, 王子慧

北京信息科技大学, 计算机学院, 北京

收稿日期: 2023年1月2日; 录用日期: 2023年1月30日; 发布日期: 2023年2月6日

摘 要

随着AR技术的飞速发展, 利用AR技术开发的应用越来越多。我们将内容投放在AR设备中, 当用户戴上设备时, 设备上的摄像头会将待识别物体拍摄并识别, 然后将识别出的物体相关信息显示在设备中, 同时用户还可以在识别展示界面中进行手势操作, 实现人机交互。我们使用Unity进行模型设计, 使用Hololens2作为识别和展示平台。我们创新地在AR设备中使用目标检测技术对周围物体识别并向用户展示出物体相关信息, 同时可交互界面也方便了用户的使用, 拓展了AR技术的使用场景。

关键词

AR技术, 目标检测, 物体识别

Dynamic Instruction System Based on Augmented Reality Technology

Zi'ang Su, Zihui Wang

School of Computer Science, Beijing Information Science & Technology University, Beijing

Received: Jan. 2nd, 2023; accepted: Jan. 30th, 2023; published: Feb. 6th, 2023

Abstract

With the rapid development of AR technology, there are more and more applications developed using AR technology. We put the content in the AR device, when the user wears the device, the camera on the device will shoot and recognize the object to be recognized, and then display the information related to the recognized object in the device, at the same time, the user can also perform gestures in the recognition display interface to achieve human-computer interaction. We use Unity for model design and Hololens2 as the recognition and display platform. We innovatively use target detection technology to recognize surrounding objects and display object-related information to users in the AR device, while the interactive interface also facilitates the use of users

and expands the usage scenarios of AR technology.

Keywords

Augmented Reality Technology, Target Detection, Object Recognition

Copyright © 2023 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. 引言

AR 技术当前被广泛使用于各类行业, 如教育[1]、医疗、游戏等, 它凭借着良好的适用性结合了许多传统的应用场景。近年来, 利用 AR 技术结合传统纸质介质承载的应用场景成为新的研究方向[2]。目前, 网络上已经存在多种基于增强现实技术的动态展示系统, 如汽车维修辅助系统[3]、复杂装备的装配系统[4]、视频网站浮迹系统[5]等。它们都利用 AR 技术将应用场景中所需的各类信息均放在 AR 设备中显示, 以此方便用户戴上头戴式设备后虚实结合地执行操作、获取信息, 但是它们大多存在着识别目标物体准确率不高、显示信息偏少等缺点, 同时大量的图形计算也对承载它们的 AR 设备造成了较大的压力。

本项目提出采用将较为成熟的目标检测技术与增强现实技术相结合的办法, 使用目标检测技术对 AR 设备摄像头采集的图像进行识别, 并用前端技术将识别结果和被识别事物的说明信息展示在 AR 设备显示屏上, 以此提高目标物体识别准确率并增加所显示的信息。

2. 开发方法

2.1. Hololens2 设备陈述

微软公司于 2019 年推出了第二代混合现实设备 Hololens2, 它有着更强大的计算能力和更多品类的传感器, 新增了手动跟踪、眼动跟踪、语音交互、空间映射等多种技术, 因此成为了研究增强技术的优良平台。Hololens2 还可与 Unity 等开发引擎相配合, 微软公司也提供了 Hololens2 开发的相关开发包, 这些都大大减轻了开发人员的负担[6]。(图 1)



Figure 1. Hololens2 equipment diagram [7]

图 1. Hololens2 设备图[7]

2.2. Hololens2 使用与开发

2.2.1. Hololens2 连接至 PC

如果需要在 Hololens2 上进行软件开发, 先将它连接至 PC 是必不可少的一步。我们首先需要在 Hololens2 的设置中打开“面向开发人员”选项, 并打开“设备门户”选项, 然后我们在 Windows 电脑中同样启用“开发人员模式”, 首次连接时需要登录 Hololens2 在此局域网内的 ip 地址, 并输入 Hololens2 上提供的 PIN 以配对。配对成功后, 我们即可在 PC 上看到 Hololens2 此时的视角了。

2.2.2. 使用 Unity 进行开发

微软官方为 Hololens2 开发提供了混合现实工具包(MRTK), 可直接调用, 简便了在 Unity 中的开发工作量。为导入 MRTK, 我们首先需要在 Unity 中新建项目, 将平台切换至通用 Windows 平台, 然后开始导入 MRTK。导入成功后, 我们需要配置 MRTK 的相关设置, 选择“Unity OpenXR”插件以启用 XR 插件管理, 并将其必需的包添加到项目, 选择“apply”以应用, 重启 Unity 之后即可完成配置。

2.2.3. 在 Unity 中运行开发的项目

为将 Unity 上开发的应用部署到 Hololens2 上, 我们需要将“解决方案配置”更改为“发布”, 将“解决方案平台”更改为“ARM64”并从部署目标选项中选择“设备”, 然后打开 Hololens2 并开始调试, 运行成功后如图 2 所示。

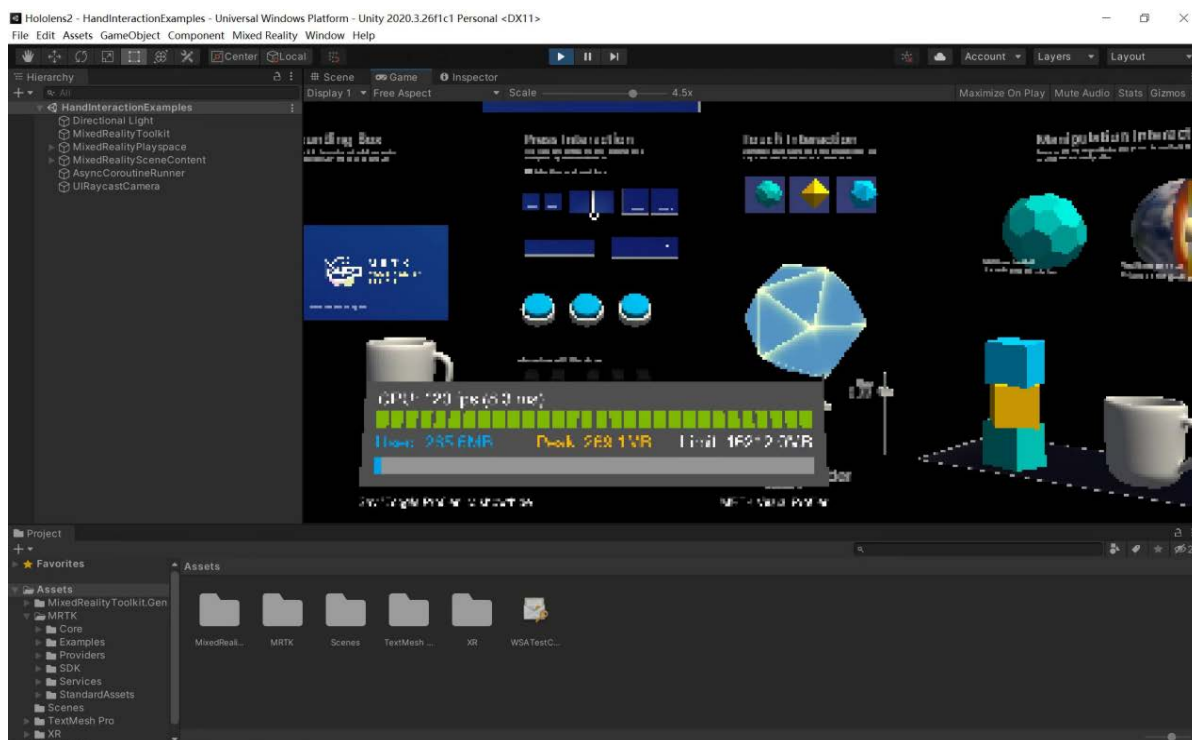


Figure 2. Screenshot after successful operation

图 2. 运行成功后截图

2.3. 对 Hololens2 采集的图像进行识别

我们利用深度学习的目标检测技术与增强现实技术相结合的方法, 对 Hololens2 摄像头采集到的数据进行分析检测, 使我们可以对物体进行分类标识, 并添加说明信息[8]。

本项目采用了 OpenMMDetection 框架, 通过 Faster R-CNN 目标检测模型实现对待检测物体的识别和分类, MMDetection 可以实现对图像、视频等 2D 信息的目标识别, 同时它可拓展、可修改, 支持自定义的修改, 方便上手使用。

我们使用 MMDetection 框架对测试图像进行了识别, 识别结果如下图 3 所示。



Figure 3. Result after object detection

图 3. 目标检测后的结果

2.4. 在目标检测画框旁显示中文标签

我们在识别出目标属性后, 需要将它们的信息展示在 Hololens2 中, 所以我们需要通过前端技术将说明信息展示在目标检测画框旁。我们使用 Python 将中文说明信息展示在目标检测画框旁, 如下图 4 所示。

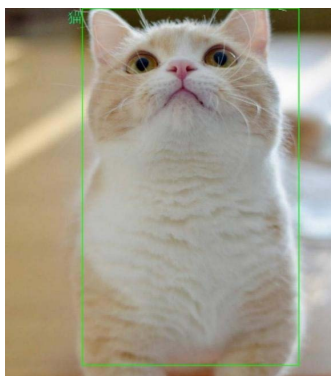


Figure 4. Chinese label

图 4. 中文标签

2.5. 将项目部署到 Hololens2 上

在项目开发完成后, 我们需要打包 Unity 中的项目并将它们部署到 Hololens2 上。在部署前, 我们需要先确认 Hololens2 已连接至 PC, 如未连接可参考 2.2.1 节内容, 如已连接, 则需先将 Unity 项目转换成.lsn 文件, 然后打开工程, 将发布类型选择为“ARM64”, 再选择调试菜单下的“开始执行(不调试)”选项, 之后等待部署完成即可。

2.6. 调用显示文字信息的接口

在项目部署到 Hololens2 上之后, 我们需要调用在 Unity 中已经完成的显示文字信息的 python 接口, 用来在 Hololens2 中识别出的物体旁显示对应信息。我们通过显示文字信息的接口对所需展示的文字的大小、数量、输入输出、与物体的对应关系等进行控制。

3. 算法概述

3.1. Faster R-CNN 算法介绍

相较于 one-stage 算法, two-stage 算法有着更高的准确率, 所以我们使用 two-stage 算法中的 Faster R-CNN 模型[9]。Faster R-CNN 算法结构比较复杂, 它一共会经过四个阶段: 图片首先会经过一个预训练过的卷积特征提取层来提取图片的特征, 随后 Region Proposal Network (RPN)网络会帮我们找出可能会包含物体的那些区域, 这里会得到可能包含物体的画框, 然后算法会找到框中物体的特征并把它们的特征提取到新的张量中进行分类, 最后将物体进行具体的分类, 并使识别框更精准[10] [11]。Faster R-CNN 的结构示意图如下图 5 所示。

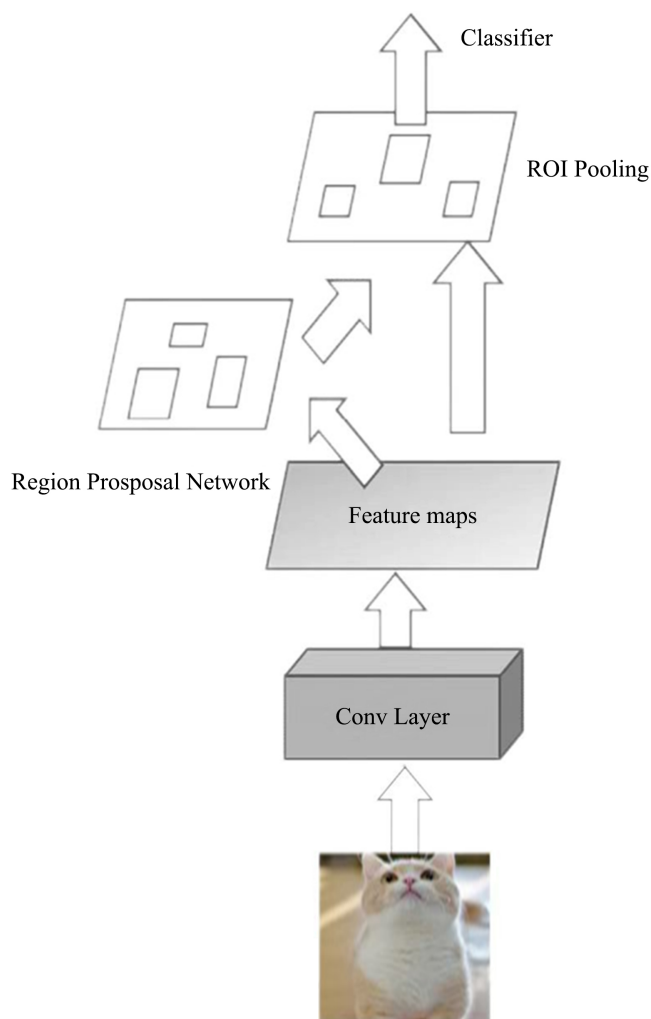


Figure 5. Faster R-CNN structure diagram

图 5. Faster R-CNN 结构图

3.2. RPN 网络

Faster R-CNN 算法使用 RPN 网络生成候选网络, 这大大减少了检测时间[12]。(图 6) RPN 算法的主要功能是:

- 1) 将 feature map 分割成多个小区域, 识别出哪些小区域是前景, 哪些是背景
- 2) 获取前景区域的大致坐标, 进行粗略的定位

这样就得到了每个 anchor 是否含有目标和目标的位置信息。

RPN 训练时要把 RPN classification 和 RPN bounding box regression 的 loss 加到一块实现联合训练, RPN 的 loss 计算公式如下:

$$L(\{p_i\}, \{u_i\}) = \frac{1}{N_{cls}} \sum_i L_{cls}(p_i, p_i^*) + \lambda \frac{1}{N_{reg}} \sum_i p_i^* L_{reg}(t_i, t_i^*) \quad (1)$$

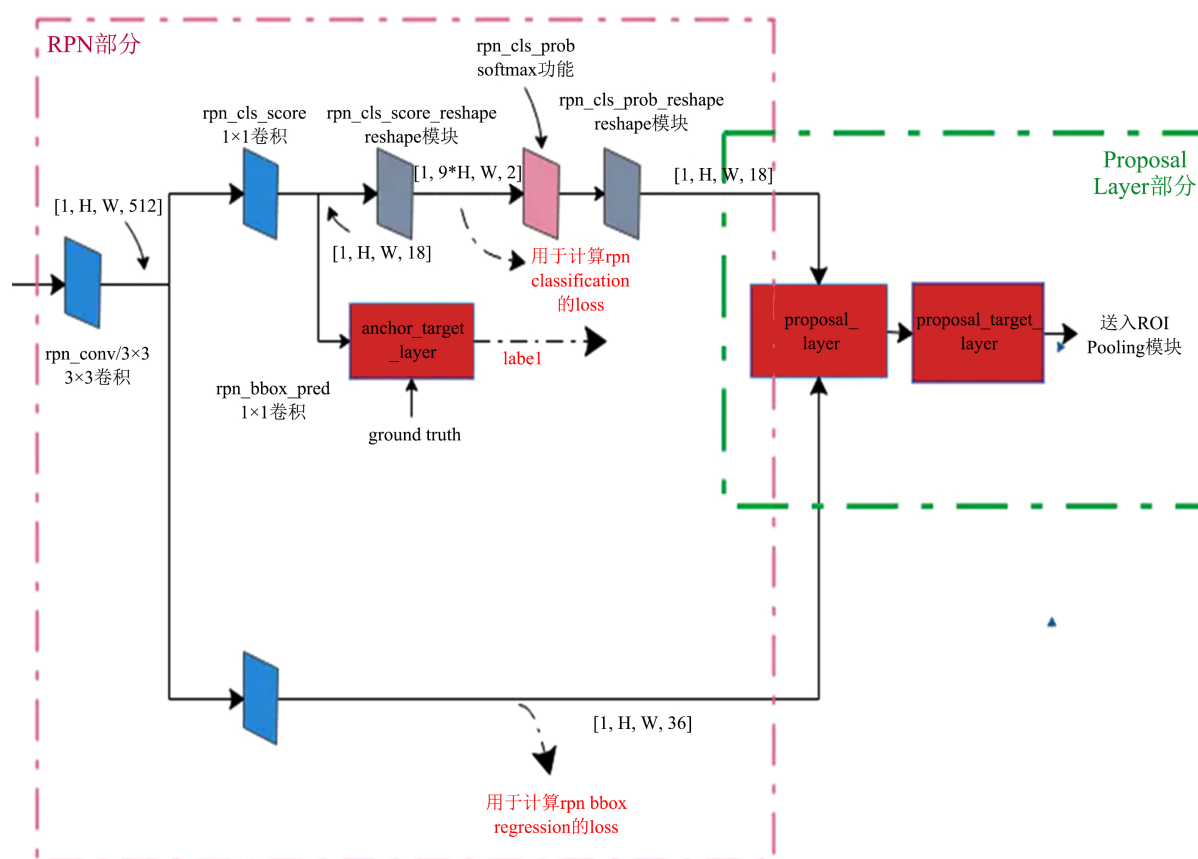


Figure 6. Structure diagram of RPN and Proposal layer

图 6. RPN 和 Proposal layer 结构图

4. 项目分析

本项目提出的将目标检测技术与 AR 技术相结合的方法相较于传统的基于增强现实技术的动态说明书, 可以大幅提高目标物体识别的准确率, 并且可以显示更多的文字内容, 可以给用户带来较好的使用体验。这种方法对大型及中型目标识别准确, 对小型、微型目标识别准确率仍有待改善。本项目的开发流程图如下图 7 所示。

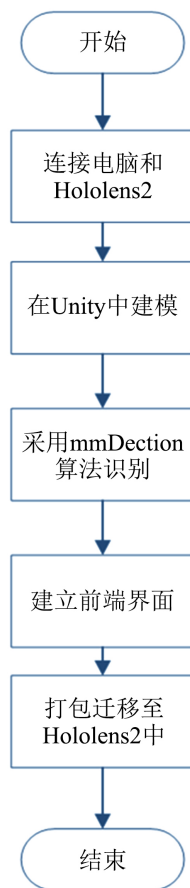


Figure 7. Development flowcharts

图 7. 开发流程图

5. 结束语

本文将新型的 AR 设备 Hololens2 与目标检测算法 Faster R-CNN 结合起来, 实现了在增强现实设备中对现实世界物体的检测, 又通过 Hololens2 开发技术将物体的说明信息添加在识别画框旁, 实现了可视化的、直观的动态增强现实说明书。同时, 本文为 AR 技术和传统应用场景的结合使用提供了新的思路, 增加了用户使用说明书时的交互方式。但是, 本项目还存在着目标检测准确率不足, 画框显示信息过少等问题, 在未来的工作中会继续完善解决。

基金项目

由北京信息科技大学大学生创新创业训练计划项目 - 计算机学院(5112210832)支持。

参考文献

- [1] 郭瑾, 高英杰, 霍达明, 刘蕴纬. 基于增强现实技术的立体化教材研究与开发[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2022, 45(4): 480-486.
- [2] 司占军, 李文霞, 顾翀. 增强现实在印刷品中的应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(19): 125-129.
- [3] 刘仕婵. 基于增强现实技术的汽车维修辅助系统设计[J]. 科学技术创新, 2022(34): 58-61.
- [4] 杜杰. 基于增强现实的复杂装备的装配系统设计研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京邮电大学, 2022.
- [5] 伊丹雪子, 周星辰, 饶培伦. 基于增强现实技术的浮迹系统设计[J]. 包装工程, 2022, 43(22): 72-78.

- [6] 程雁飞. 增强现实在智能包装中的应用趋势[J]. 包装工程, 2018, 39(7): 27-30.
- [7] Hololens2 正式发售了, 值不值得买? [EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/90816547>, 2023-01-31.
- [8] 付超. 基于 Hololens2 的医学影像辅助治疗系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国科学院大学, 2022.
- [9] 曾笑. 基于 Hololens2 的目标检测技术研究[J]. 现代计算机, 2021(14): 92-95.
- [10] 贺艺斌, 田圣哲, 兰贵龙. 基于改进 Faster R-CNN 算法的行人检测[J]. 汽车实用技术, 2022, 47(5): 34-37.
- [11] 深入浅出理解 Faster R-CNN [EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/123962549>, 2023-01-31.
- [12] 张盼. 基于深度学习的 Faster R-CNN 小目标检测方法[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州理工大学, 2022.