

Exploration and Analysis of Subject Transfer Learning Method in Professional Leading Practical Teaching

Xiaofei Xu Peng Peng Wenyi Zhang

School of Automation, Beijing University of Information Science and Technology, Beijing, 100192, China

Abstract

Guided by the certification standards for engineering education majors, this paper proposes the use of analogical subject transfer learning in a series of courses such as engineering practice to address students' fear of difficulties in practical teaching. Taking the design of intelligent small car mobile robots as an example, this paper elaborates on the guiding role of subject transfer learning in course practice, and explores and practices the application of analogical transfer based course ladder task teaching method. The experimental results show that the improved ultrasound array and YOLOv5 model achieve good average accuracy scores and positioning detection speed on the self-made dataset, providing useful references for innovative practical experiments and teaching methods in intelligent visual recognition.

Keywords

innovative practice category; Target recognition; Ultrasonic array and YOLOv5; Distance-IOU; CSPNet; FocalLoss

学科迁移学习法在专业引领实战教学中的探索剖析

许晓飞 彭朋 张问毅

北京信息科技大学自动化学院, 中国·北京 100192

摘要

以工程教育专业认证标准为指导内涵, 针对专业引领实战教学中学生易出现畏难情绪状况, 提出在工程实践等系列课程中采用类比学科迁移学习教学, 以智能小车移动机器人设计为例, 阐述学科迁移学习法对课程实践的指导作用, 实现类比迁移的课程阶梯式任务教学法的应用探索与实践。实验结果表明, 在自制数据集上, 改进后的超声波阵列及YOLOv5模型获得较好的平均准确精度得分与定位检测, 提供智能视觉识别创新实践类实验案例和教学方法案例有益参考。

关键词

创新实践类; 目标识别; 超声波阵列及YOLOv5; Distance-IOU; CSPNet; FocalLoss

1 引言

学科迁移将不同学科学习内容学习规律共同点进行比较, 激活学生主动建构知识方法库, 实践中类比迁移已掌握学科理论实验知识方法, 从而实现新学科学习^[1-2]。本文提出对超声波阵列及YOLOv5网络进行改进, 以此来进一步提升定位检测性能; 其次对提取出的目标特征图像信息进行识别, 进行避开障碍物路径规划控制应用; 最后将改进超声

波阵列及YOLOv5定位检测算法与遗传算法相结合, 设计的实验平台具有一套视觉目标特征图像定位检测识别系统。

2 系统设计

针对复杂环境的视觉目标检测与识别, 采用目标特征图像技术OpenCV提取稳定快速有效目标特征信息, 具有信息识别速度快、信息识别准确等特点^[7-13]。为了提高实际应用效果, 提高移动机器人对复杂环境目标精准识别与识别, 深度学习算法作为研究热点之一, 本文选择通过改进YOLOv5模型来进行目标特征图像检测识别的研究, 结合特定检测对象, 在复杂运行环境下的快速检测, 这样将深度学习技术用于移动机器人视觉目标识别系统, 能够很好地增强移动机器人视觉系统对于所处特定环境的适应能力。

采用跨学科类比迁移讲解系统程序代码和算法设计原理实践, 引导基于改进超声波阵列及YOLOv5的移动机器人视觉识别系统设计, 总体框架设计如图1所示: 摄像头采集传送带上移动目标物体的图像信息, 将由图像采集设备实

【基金项目】基金项目: 北京信息科技大学课程思政项目(2024JGSZ09), 教育部产学合作协同育人项目(项目号241004232164350), 北京市大学生科技创新项目(2025年北京市级), 横向项目(S2526011), 联系方式18910782910, 20011034@bistu.edu.cn。

【作者简介】许晓飞(1980-), 女, 中国江西九江人, 博士, 高级实验师-副高六级, 从事智能科学与技术研究。

时采集的现场图片, 通过对应数据线传输以及图像预处理, 作为 Muenster_encodeddb 数据集上^[3], 改进超声波阵列及 YOLOv5 算法的输入后根据不同特征进行目标识别定位检测, 提取目标图像特征区域, 二值化优化处理后再由遗传算法提取其编码信息, 从而得到目标类别, 像素、物理坐标等信息, 无线通信发送移动机器人控制终端^[3-8]。

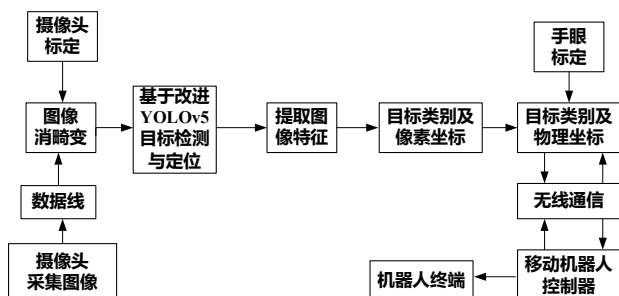


图 1 定位平台总体框架设计

3 改进超声波阵列及 YOLOv5 网络

3.1 超声波阵列及 YOLOv5 网络模型

如图 2 中 YOLOv5 基本网络结构分为骨干、颈部、头部的子网络；通过提取目标特征导入网络进行融合回归定位检测目标类别和位置信息^[9-13]。图 3 所示的 YOLOv5 超声波阵列定位算法示意图，通过超声波阵列检测空间坐标，而导入有效区域的目标特征图片划分，在每个单元格里分析候选框占据空间方向角，向量矩阵计算落入对应单元格目标信息。

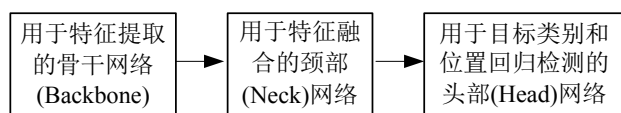


图 2 YOLOv5s 基本网络结构

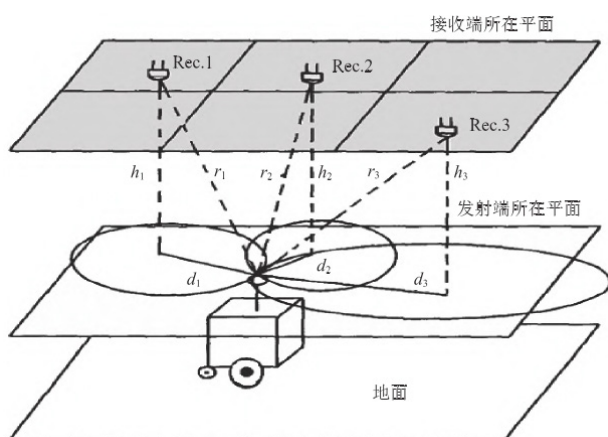


图 3 三点测量法

3.1.1 改进主干网络

使用 V-CSPNet 模块, 改进超声波阵列及 YOLOv5 主

干网络中模块功能,融入残差结构改进梯度组合架构,提升目标特征提取中计算速度,防止凸化过拟合,改进消融实验验证效果,平衡模型剪枝宽度深度对应性能与效率,最终实现更高效、鲁棒的主干网络。

3.1.2 损失函数的优化

系统损失函数优化在选择任务相关样本交叉均方损失计算中，结合鲁棒和正则化，引入自适应函数的梯度下降，尤其样本类别不平衡问题采用置信度调整，非凸优化减小预测误差，高效训练出高性能模型。

3.2 提取图像特征与遗传算法路径规划仿真

如图3所示,在光照、遮挡以及倾斜等干扰因素影响下,系统算法进行目标定位检测训练中,输入遗传算法路径规划控制器及优化参数;针对所提取的区域首先判断确认一定剪裁大小长宽比与面积样本数据图像的完整性、二值化运算提高合格清晰度,校正处理图像轮廓与操作透视变换。

图 4 中的移动机器人视觉正确识别障碍物, 采用遗传算法控制器进行路线规划, 遗传算法以一个种群或其中的个体为单位, 使用遗传算子、选择算子、交叉算子和变异算子来完成学习和求解过程。这个过程可以表示为:

$$\text{SGA} = (C, E, P, M, \varphi, \tau, \Psi, T) \quad (1)$$

公式(1)为遗传算法完成学习和求解的过程,其中括弧参数分别为编码、适应度、初始种群、种群大小、选择算子、交叉算子、变异算子、运算终止条件。

本实验平台控制系统的工作原理采用遗传算法进行移动机器人障碍物避开路径规划如图 4 仿真示意图所示。

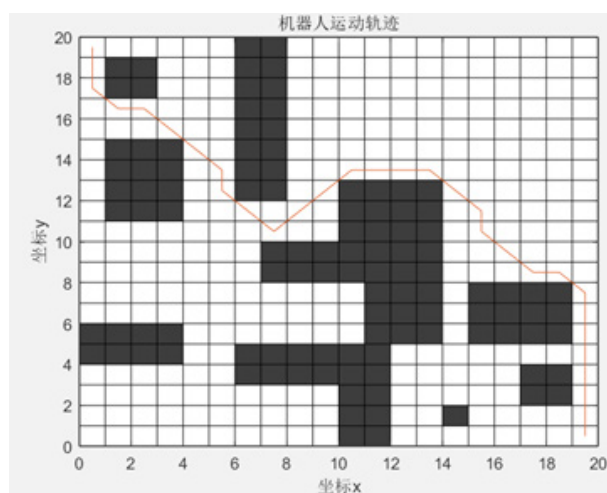


图 4 基于遗传算法的武术擂台移动机器人路径规划示意图

图 4 中橙色弯曲线条代表视觉移动机器人在场地移动的轨迹,而黑色代表场地中摆放障碍物,而图 4 的橙色线条绕开黑色障碍物,说明本次移动机器人控制实验采用遗传算法实现避开障碍物的路径规划,该教学实践效果增加生物学科和工科跨学科迁移学习中具象化提升学科算法难点理解,适宜更大范围总结和推广应用。

4 实验过程与分析

4.1 数据预处理

本实验数据集构建近万张图片等。根据目标特征进行位置与类别信息的标注，然后划分为训练集与测试集。在提升模型的泛化性和鲁棒性性能方面，采用数据增强进行数据集训练，如加载数据训练、增加训练数据数量和样本多样性，减少训练过程中训练数据剪裁大小，适度增加样本数据训练测试系统模型定位性能。

4.2 实验步骤

4.2.1 实验环境与验证

本文实验的硬件环境配置较高算力服务器，采用深度学习算法进行训练推理，同时改进训练数据集剪裁片段来降低硬件要求。

表 1 实验验证识别类别正确率对比表

类别编号	定位识别障碍物类别名称	原始超声波阵列及 YOLOv5 模型	改进超声波阵列及 YOLOv5 模型
L_1	颜色	0.37	0.45
L_2	形状	0.46	0.56
L_3	人脸	0.71	0.82

同时如表 1 中目标检测与目标识别的数据集增大，采用改进后的 YOLOv5 网络结构模型对各类别目标识别检测的准确率都能有相对提高，该系统可以应用到移动场景中进行各类目标物体方便快速的检测，更好在实际工程中进行运用。

4.2.2 实验分析

如移动机器人视觉目标定位检测与目标类别识别中，在对定位测试上，没有改进的超声波阵列及 YOLOv5 模型对测试数据的平均准确率为 37%，优化后的 超声波阵列及 YOLOv5 模型对数据集定位检测的平均准确率为 45%；在对颜色特征的测试上，没有改进的超声波阵列及 YOLOv5 模型对测试数据的平均准确率为 37%，优化后的 超声波阵列及 YOLOv5 模型对数据集定位检测的平均准确率为 45%；在对物体的测试上，没有改进的超声波阵列及 YOLOv5 模型对测试数据的平均准确率为 46%，优化后的 超声波阵列及 YOLOv5 模型对数据集定位检测的平均准确率为 56%；在对人脸特征的测试上，没有改进的超声波阵列及 YOLOv5 模型对测试数据的平均准确率为 71%，优化后的 超声波阵列及 YOLOv5 模型对数据集定位检测的平均准确率为 82%。目标定位检测与目标识别的数据集增大，采用改进后的 超声波阵列及 YOLOv5 网络结构模型对各类别目标识别定位检测的准确率都能有相对提高，该系统可以应用到移动场景中进行各类目标物体方便快速地定位检测，更好在实际工程中进行运用。

5 结语

针对专业引领实践课程创新模块之超声波阵列及 YOLOv5，以及改进超声波阵列及 YOLOv5 模型的目标特征图像视觉识别系统，在目标物体的颜色、障碍物、人脸识别对比训练后，表明本文算法具有更优的定位检测识别效果；充分利用了超声波阵列及视觉协同定位算法的精确度识别优势，将系统目标定位检测算法与目标遗传算法路径规划相结合，显著提高了复杂场景的移动机器人定位检测精度，为移动机器人提供新的视觉识别思路。在此基础上，将类比迁移教学法进行总结和拓展应用，将实践教学内容进行有利于类比迁移机制化的总结与提升评价激励机制，优化为新常态教学方法进行推广共享。

参考文献

[1] 孙洋洋,郭阳宽,张晓青.基于图像处理的多目标特征图像定位检测方法研究[J].仪表技术与传感器,2020(1):92-95.

[2] 李小涛. 元宇宙中的学习：融合学习者身份、时空的未来学习图景.远程教育杂志, (2),45-53.

[3] 张沿沿等.从知识结构与思维结构看思维评价--基于皮亚杰发生认识论知识观的演绎.电化教育研究, (6), 33-38.

[4] GARETH,POWELL.面向工业目标特征图像阅读器应用的低成本高性能图像传感器[J].传感器世界,2020,26(6):39-44.

[5] 石则斌,罗雪峰,王隐,闻春敖,蔡佩君.基于卷积神经网络的智能垃圾分拣车[J].实验室研究与探索,2022,41(12):123-126.

[6] 宋金华,刘改霞,吴晓军.基于机器视觉的车牌定位与字符识别实验设计[J].实验科学与技术,2023,21(01):37-42.

[7] 梅礼坤,陈智利,牛恒.基于改进YOLOv5的坦克目标检测算法[J/OL].激光杂志, 2020,23(4):1-7.

[8] 于秀萍,吕淑平,陈志韬.基于YOLO算法的多类目标识别[J].实验室研究与探索,2019,38(03):34-36+76.

[9] 熊俊涛,郑镇辉,梁嘉恩,钟灼,刘柏林,孙宝霞.基于改进YOLO v3网络的夜间环境柑橘识别方法[J].农业机械学报,2020,51(04): 199-206.

[10] 张月文,李松恒,张炜,龚远强,邓永胜.基于机器视觉的可回收垃圾智能分拣系统设计[J].实验室研究与探索,2022,41(07):98-103. DOI:10.19927/j.cnki.syyt.2022.07.022.

[11] 李青援, 邓赵红, 罗晓清, 等. 注意力与跨尺度融合的SSD目标检测算法[J]. 计算机科学与探索, 2022,16(11):2575-2586.

[12] 方文博,郭永刚,关法春,张伟,刘倩倩,王树文,张正超,于皓然.基于改进YOLO v5s算法的大豆叶片虫洞的识别[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2023,49(01):127-132.DOI:10.13331/j.cnki.jhau.2023.01.018.

[13] 王彤,李琦.基于残差网络与特征融合的改进YOLO目标检测算法研究[J].河北工业大学学报,2023,52(01):41-49.DOI:10.14081/j.cnki.hgdxb.2023.01.006.