

基于 YOLO 算法的鱼群探测监控系统

沈军宇¹, 李林燕², 戴永良³, 王 军¹, 胡伏原^{1*}

(1.苏州科技大学 电子与信息工程学院,江苏 苏州 215009;2.苏州经贸职业技术学院 信息技术学院,江苏 苏州 215009;3.昆山市农业信息中心,江苏 苏州 215300)

摘 要:针对水下鱼群实时检测与管理,基于 YOLO 的鱼群检测算法以及 WCF 技术构建了鱼群探测系统。系统分数据采集与控制、深度学习图像处理单元以及软件系统三个模块。首先,系统利用双目高清摄像头采集水下实时视频并进行视频传输;然后,利用 YOLO 算法对输入的视频图像进行鱼群检测;最后,利用 Html 与 WCF 技术对视频检测的结果进行展示与存储。在昆山市淀山湖水下环境中进行鱼群检测,可以实时检测鱼群数量并上传鱼群的截图,然后根据历史数据实现数据可视化显示,为研究该水域鱼群分布以及活动规律提供参考依据。

关键词:鱼群检测;YOLO 算法;信息系统;图像处理;WCF 技术;数据库技术

中图分类号: TP391.41

文献标志码: A

文章编号: 2096-3289(2020)03-0068-06

实时高效的水下鱼群探测对于海洋和湖泊中鱼群活动规律的监测具有明显的实际意义。近年来,鱼群检测问题引起了世界范围内学者的关注并取得了较大的发展。ALIYU 等人^[1]提出利用 Chain Code 和 Corners-Harris Stephen 算法分别提取出鱼苗的形状与区域位置,用于检测单条鱼或互相遮挡的鱼群。Le 等人^[2]提出一种基于骨骼端点的骨骼提取算法,利用优化 Otsu 算法提高分割出鱼群精度。Spampinato 等人^[3]在连续的视频帧中使用帧差法,利用动态背景更新算法和自适应高斯混合模型提升实时视频中鱼群的检测精度。笔者也基于深度学习目标检测算法^[4],利用 YOLO^[5]算法进行端到端训练,直接回归得到目标位置和类别信息,极大地提升了实时视频中鱼群检测的精度和速度。

顾娅娣等人^[6]利用信息管理系统与 WEB-GIS 技术结合,建设合肥市旅游管理信息化平台,促进旅游企业与公众信息资源的快速获取。余惠强等人^[7]基于 Web 软件开发技术搭建的青藏铁路职工健康监护系统,对高原病起到较好的预防与救治效果。杨雪勇^[8]针对报社人事特点,利用 JAVA 语言开发出一套人事信息管理系统,极大地提高人事管理的效率。奚雪峰等人^[9]以核电企业焊接工作流为应用背景,基于 UML 面向对象技术实现工作流管理系统的建模,包括用例模型、静态模型和动态模型,并在实际生产中产生极大的经济效益。张志敏等人^[10]以及邵志文等人^[11]设计的检测管理系统,可以极大地提高数据的获取与处理的时效性,辅助系统使用者做出更加合理的决策。

为了能够实时探测鱼群的生活习性、寻求鱼群的活动规律,首先,利用 YOLO 检测算法对实时采集的水下监控图像做鱼群检测,相比传统的鱼群检测算法,检测精度可以提升 20%以上,并且可以实现实时的鱼群检测;然后,结合 C# 编程语言与 .Net Framework 框架,将检测结果在数据库中存储,方便软件使用人员对视频和图像的检测结果显示;最后,根据历史数据实现可视化图表展示,并且根据水域覆盖面积估算鱼群分布密度。因此,利用水下监控与 YOLO 算法构建的实时鱼群检测系统,为渔业部门实时监管与信息化结合提供强有力的依据。

[收稿日期] 2019-02-16

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(61876121;61472267);江苏省重点研发计划项目(BE2017663);苏州经贸职业技术学院科研项目(KY-ZRA1805);昆山市科技计划项目

[作者简介] 沈军宇(1994—),男,江苏泗洪人,硕士研究生,研究方向:图像处理,机器学习。

* 通信作者:胡伏原(1978—),男,博士,教授,硕士生导师,E-mail:fuyuanhu@mail.usts.edu.cn。

1 系统设计

1.1 系统架构

系统分数据采集与控制、深度学习图像处理以及软件系统三个模块,如图1所示。数据采集与控制模块利用水下高清监控摄像头、补光灯、声呐和云台等硬件设备,采集监控视频数据并调整监控补光与拍摄角度等参数,通过网络通信与后台管理功能模块进行数据交互。深度学习图像处理模块利用训练好的YOLO模型,对采集的监控视频进行逐帧检测并合成含检测结果的新视频,从而为软件系统提供监控预览功能接口。后台管理功能模块包含监控视频预览回放与监控截图记录存储,是整个系统数据存储与应用的核心,可以根据存储记录方便地进行数据的查看与统计等操作。

1.2 业务流程

鱼群检测系统包含硬件设备控制功能、视频预览功能、视频回放功能、数据查看功能、数据统计功能以及信息报告生成功能。可以实现云台转动方向和速度控制、补光强弱控制、声呐强度大小控制等操作需求;实时监控预览以及历史监控视频回放等视频操作;抓图时间信息查询、抓图详细图片展示、信息实时展示、当前月份数据统计、当年数据统计以及历年数据统计等管理需求。具体业务流程如图2所示。

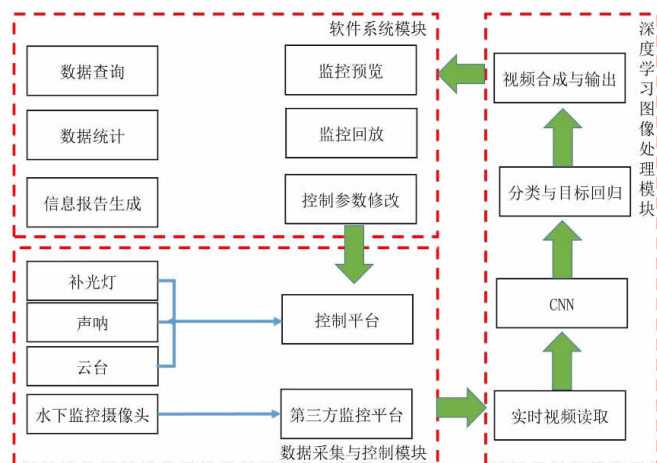


图1 系统架构

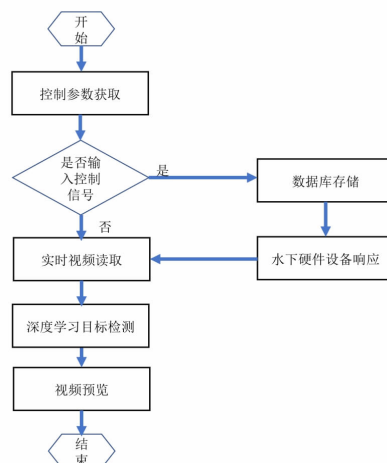


图2 监控视频处理流程

1.3 开发环境

系统采用B/S和C/S混合开发模式。服务器操作系统为Windows Server 2008, IIS 7.5服务和SQL Server 2008R2数据库;客户端包含支持IE 8.0以上浏览器的任何操作系统。目标检测模型采用Python语言开发,使用tensorflow框架。Web端与通信应用程序采用C#语言开发,使用.Net Framework框架,使用VS2015作为系统软件开发工具。

2 数据采集与处理

水下部分包括:摄像云台、高清网络摄像机、绿色LED补光灯和声呐传感器等组成。

高清网络摄像机负责区域摄像,画面清晰度满足1080P高清标准,摄像距离满足60m,焦距采取6mm到30mm可变焦距;绿色LED补光灯功率60W,水下补光范围60m;摄像云台满足2轴可运动,方位360°,俯仰-45°~45°;声呐传感器满足探测距离60m,负责识别探测范围内的活动鱼群。其他控制设备与摄像头安装在同一固定装置上,通过电缆从水下与附近发电机相连接,同时通过光缆与水上数据传输模块进行视频的实时传输。

数据传输模块使用4G网络将水下视频转发到服务器,此时监控中心可以通过访问服务器实时预览水下视频,并且可以通过4G网络将控制中心发送的控制指令传输到相应的传感器设备。

根据笔者以前的实验结果,基于YOLO的鱼群检测可以达到90%以上的检测精度,并保持30FPS的检

测速度,比传统鱼群检测方法有更好的检测效果。

该系统采用基于 YOLO 的鱼群图像检测模型,实时处理由数据采集模块传输的视频,如图 3 所示。基于水下鱼群图像训练 YOLO 模型,将输入的每一帧图像输入到训练好的模型,输出检测结果以及目标数量。此时,获取数据库中存储的每分钟鱼群数量阈值,判断是否保存该帧图像。图像保存在服务器本地文件夹,并在数据库中生成一条记录。

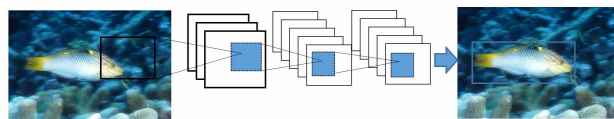


图 3 鱼群检测原理图

表 1 监控信息表

字段名称	数据类型	说明
Id	String	报告唯一标识
标题	String	信息报告标题
类型	String	监控所属类型
行业	String	监控使用行业
年度	String	报告所属年份
数据上传次数	Int	监控抓取图片次数
覆盖面积	Int	监控覆盖范围
产量	Int	区域渔业产量
单位面积产量	Int	单位面积产量
建议	String	报告人分析建议
报告单位	String	报告所属单位
报告人	String	报告提交人姓名

表 2 截图数据表

字段名称	数据类型	说明
Id	String	截取图片唯一标识
监控名称	String	监控点位名称
图片截取时间	String	图片上传时间
图片存储地址	String	图片存储路径

表 3 信息报告数据表

字段	数据类型	说明
名称	String	监控点位名称(如湖北区 1)
转速	Int	云台转速 1—5 个档位
曝光	Int	监控曝光 1—5 个档位
补光	Int	补光灯强度 1—5 个档位
焦距	Int	监控焦距 1—5 个档位
声呐	Int	声呐强度 1—5 个档位
覆盖率	String	监控覆盖范围(如 400 m ²)
类型	String	监控所属类型(如鱼群探测)
行业	String	监控使用行业(如湖泊渔业)
区域	String	监控所属市区(如昆山市)
分区域	String	监控所属镇村(如淀山湖)

3 软件系统设计与实现

3.1 数据库设计

3.1.1 表设计

数据库表按照多个属性分开管理监控信息,包括监控硬件及其他相关设备信息、监控回放参数、监控截图存储以及信息报告等数据表。具体表格字段设计如下:

监控信息表:包含监控设备涉及各类基础属性信息,见表 1。

视频截图数据表:根据视频内检测到的目标数量,结合预设的阈值参数,触发截图程序,采用 ffmpeg 开源软件对回放视频进行某个符合条件的时刻进行截图,保存的数据结构见表 2。

视频回放数据表:用于存储视频回放参数,包括视频回放地址以及回放时间点,可以按照时间条件对数据查找与筛选,数据结构同表 2 类似。

信息报告数据表:根据数据库保存的数据信息,自动生成报表,并可以有选择的填写报告人(水产专家)的分析意见,报告的具体数据字段以及数据结构见表 3。

3.1.2 表关系

各个表之间的关联信息如图 4 所示,根据监控的基础信息进而查找到相关联的数据信息,然后可以按照当日、月份、年份、年度进行统计分析。

3.2 网页设计与实现

根据系统的功能需求与设计原理图,鱼群探测系统网页端主要包含如图 5 所示的三大功能模块。利用深度学习框架实时检测水下视频,当某一帧目标数量大于设置的阈值时候,从该节点保存视频,利用 ffmpeg 截取图片存到服务器中,并在数据库相应表格中产生一条记录。此时,网页端可以查看历史存储记录以及数据统计,系统使用人员也可以根据数据生成相应的报告。

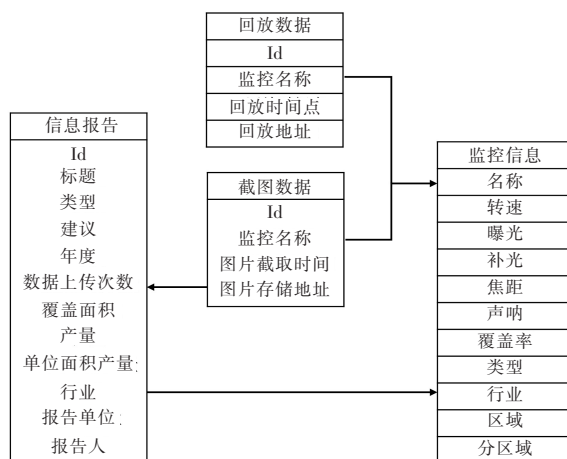


图 4 数据库关系图

3.2.1 实时预览与视频回放

通过调用第三方平台接口获取播放参数,利用 video.js 直接在网页中实现实时预览,并且可以随时修改监控参数,来调整实时视频的显示结果,包括摄像头焦距、补光以及曝光等;通过调整云台转速调整监控视角;通过设置每分钟或者每10分钟鱼群数量阈值可以动态调整截取图片和保存监控视频的条件。具体如图6所示。

通过查询数据库获取回放视频节点列表,可以支持查询选定时间段数据,并且显示对应时间段截图,如图7所示。

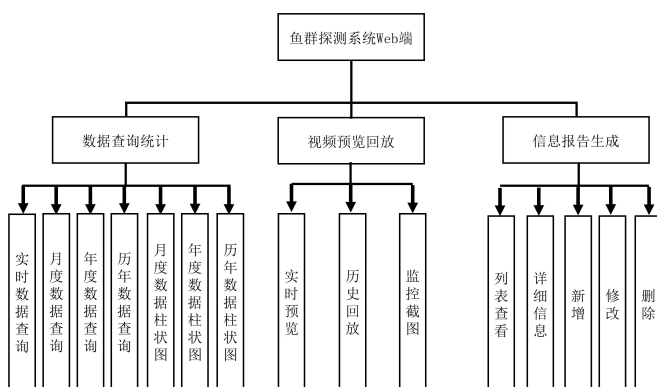


图5 网页功能结构图



图6 实时预览和监控参数设置



图7 视频回放和截图轮播

3.2.2 数据查询统计

通过第三方接口取得的实时监控视频,在基于深度学习的目标检测框架下,较为准确的检测出每一帧图像中目标个数,通过预先设置的阈值,触发保存监控视频和截图的操作。此时,图片存储到本地服务器上且在数据库中生成一条记录。实时查看功能通过列表展示当日截取的所有图片数据并支持按照条件检索;月度数据默认柱状图显示当前月度截图的所有数据,支持按照月度进行查看并切换到表格查看每条数据的详细信息,如图8所示;年度数据默认柱状图显示当年所有数据,并可切换到表格详情;历年数据则默认柱状图显示所有年份的数据统计结果。所有数据均支持数据的导出功能。

3.2.3 信息报告生成

信息报告功能显示以往生成的所有报告,并按照报告的时间排序,包含报告的新增、编辑、查看详情以及删除等功能。新增一个信息报告的时候,按照选定的信息报告类型和年份,自动统计当年的数据并更新到页面上,然后根据用户填写的数据生成一条记录存到数据库中,如图 9 所示。



图 8 月度数据信息查询

图 9 信息报告生成

4 结语

基于深度学习框架,构建了一个实时的水下鱼群检测系统。通过第三方平台接口获取水下监控视频,并结合深度学习目标检测方法,快速检测实时视频中目标的数量,根据预先设置的阈值触发截图与保存视频功能,并通过网页编程技术实现数据的展示与应用,从而实现鱼群高效地检测与跟踪,为渔业部门实时监管与信息化结合提供强有力的依据。在淀山湖水下鱼群检测应用中,系统鲁棒性强,对数据处理与存储效率较高。

参考文献:

- [1] IBRAHIN A, KOLO J G, AIBINU B M. A proposed fish counting algorithm using digital image processing technique[J]. ATBU Journal of Science, Technology and Education, 2017(SI): 1-11.
- [2] LE J Y, XU L H. An automated fish counting algorithm in aquaculture based on image processing[C]//International Forum on Mechanical, Control and Automation. Guilin: IEEE, 2017.
- [3] SPAMPINATO C, CHEN-BURGER Y H, NADARAJAN G, et al. Detecting, tracking and counting fish in low quality unconstrained underwater videos[J]. Proc Int Conf on Computer Vision Theory & Applications, 2008(2): 514-519.
- [4] 沈军宇, 李林燕, 夏振平, 等. 一种基于 YOLO 算法的鱼群检测方法[J]. 中国电视学与图像分析, 2018, 23(2): 174-180.
- [5] REDMON J, DIVVALA S, GIRSHICK R, et al. You only look once: Unified, real-time object detection[C]//2015 IEEE Conference on Computer Vi-

sion and Pattern Recognition. Boston:IEEE,2015.

- [6] 顾娅娣,顾佐佐,胡萍,等. 合肥市旅游信息服务系统研究[J]. 苏州科技学院学报(自然科学版),2008,25(2):54-59.
- [7] 余惠强,刘扬,薛俊波,等. 青藏铁路职工健康监护管理系统开发[J]. 苏州科技学院学报(自然科学版),2010,27(1):65-70.
- [8] 杨雪勇. 报社人事信息系统的设计与实现[J]. 苏州科技学院学报(自然科学版),2009,26(3):59-63.
- [9] 奚雪峰,谢杰,孔沛琳,等. 基于UML的核电焊接工作流程管理系统建模研究[J]. 苏州科技学院学报(自然科学版),2011,28(4):75-80.
- [10] 张志敏,陈伟,徐亦鹏,等. 基于Web和Android的苏州市文物古建监测管理系统的设计与实现[J]. 苏州科技大学学报(自然科学版),2017,34(4):69-73.
- [11] 邵志文,许肖梅,张小康,等. 一种便携式深水网箱鱼群远程监测系统的设计[J]. 南京大学学报(自然科学版),2015,51(S1):6-9.

A fish detecting and monitoring system based on YOLO algorithm

SHEN Junyu¹, LI Linyan², DAI Yongliang³, WANG Jun¹, HU Fuyuan^{1*}

(1.School of Electronic & Information Engineering,SUST,Suzhou 215009,China;2.School of Mechatronics & Information,Suzhou Institute of Trade & Commerce,Suzhou 215009,China;3.Kunshan Agricultural Information Center,Suzhou 215300,China)

Abstract: For the underwater fish real-time detection and management,we have constructed a fish detection system with the fish detection algorithm based on YOLO and WCF technology. The system consists of three modules: data acquisition and control,deep learning image processing unit and software system. Firstly,we used the binocular HD camera to collect real-time underwater video and transmit it to the system. Then,the real-time YOLO algorithm was used to detect the fish video images. Finally,the Html and WCF technology were used to display and store the results of detection. The fish detecting and monitoring system was carried out in Dianshan Lake of Kunshan. The number of fishes can be detected in the real time while the screenshot of fishes can be uploaded. The data visualization can be realized according to the historical data,which provides data for the investigation of the fish distribution and activity in this area.

Key words: fish detectors;YOLO algorithm;information system;image processing;WCF technology;database technology

责任编辑:谢金春

(上接第37页)

The properties of the morphological operators induced by relations

DAI Lejun, HU Biyu, HE Yining, SU Xunli*

(School of Mathematics and Physics,SUST,Suzhou 215009,China)

Abstract: We studied the morphological operators on power sets. The dilation and erosion operators induced by the relations were constructed. In addition,the correlations between the properties of the relation and those of the morphological operators were discussed. Finally,we defined the supremum \bigvee_R and infimum \bigwedge_R of dilations and proved that the set of all the dilations on the power set $P(X)$ forms a complete lattice.

Key words: dilation;erosion;mathematical morphology;complete lattice

责任编辑:谢金春