

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2013.02.018

武夷山九曲溪湿地鸟类联网监测及识别系统

石贵民

(武夷学院 数学与计算机系, 福建 武夷山 354300)

摘要: 提出以移动互联网为基础, 人机协同监测、鉴别湿地鸟类的方法。通过 IP 摄像机、WiFi 网络收集远程数据到服务器, 对鸟类图像进行分类、自主识别, 再通过移动互联技术在线确认。实验结果表明, 该系统能准确、有效地识别鸟类物种。

关键词: 九曲溪; 湿地; 鸟类联网监测; 移动视频; SVM 决策树

中图分类号: TP317.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2013)02-0084-05

The Birds-Networking Monitoring and Recognition System in Nine Turns Stream Wetland of Mt. Wuyi

Shi Guimin

(Department of Mathematics and Computer, Wuyi University, Wuyishan Fujian 354300, China)

Abstract: Proposes a web-based man-machine cooperative method for identifying wetland birds. WiFi network and IP camera were used to collect remote data to the server, for birds images classification and automatic identification, realized the online verification through the mobile internet technology. And the experimental result shows that the system can accurately and efficiently identifying bird species.

Keywords: Nine Turns Stream; wetland; birds-networking monitoring; mobile video; decision tree of SVM

0 引言

湿地是自然界中丰富的生物多样性生态系统, 具有洪水调蓄、气候调节、水源涵养、水质净化等重要的生态功能, 被称为“自然之肾”^[1-2]。生物多样性是所有生物物种、种内遗传变异和它们的生存环境的总称^[3]。鸟类是湿地生态系统的重要组成部分, 在能量流动和维持生态系统稳定性中起重要作用^[4]。近年来, 湿地研究在国内外越来越重要, 一些学者研究了河流型湿地的鸟类物种^[5-6]。

武夷山风景区位于福建省武夷山市西南部, 地理

位置介于 $117^{\circ} 35' \sim 117^{\circ} 48.79' E$, $27^{\circ} 35' \sim 27^{\circ} 47' N$, 总面积 43.400 hm^2 。九曲溪生态保护区, 位于武夷山风景名胜区和武夷山自然保护区之间, 是生态保护区的水资源涵养地, 湿温度的差异较大。

近年来, 随着全球环境的恶化, 鸟类栖息地持续被破坏, 导致许多鸟类濒临灭绝。唐兆圆等人于2006-12—2008-03采用“点样线法”, 对九曲溪生态保护区湿地鸟类群落进行了调查。但该鸟类识别方法存在一系列的问题, 例如, 数据庞大, 跟踪效率低, 非季节性采集信息等。本文旨在保护九曲溪水

收稿日期: 2013-01-21

基金项目: 福建省科技计划重点基金资助项目(2011Y0049), 福建省教育厅A类科技基金资助项目(JA10272), 武夷学院海西科技基金资助项目(XH201004), 武夷学院国家级大学生创新训练基金资助项目(201210397007)

作者简介: 石贵民(1980-), 男, 河北滦南人, 武夷学院讲师, 主要研究方向为图像识别及网络信息系统,

E-mail: sgmin80@21cn.com

生鸟类的前提下，提出了利用移动互联网技术和图形分析技术构建鸟类实时监测^[7]及识别系统，该系统还能实现人机协同鉴别鸟类。人机协作具有较强的互补性，能避免人工识别的局限性及机器识别造成的不准确性等问题。

1 系统介绍

1.1 系统构架

湿地鸟类联网监测及识别系统的硬件有：网络摄像机、应用服务器、网络服务器以及其它构件，系统构架及网络拓扑结构见图1。

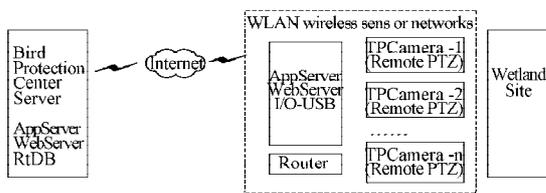


图1 系统构架及网络拓扑结构

Fig. 1 System architecture and network topology

湿地鸟类联网监测及识别系统通过无线传感器网络，不仅能获得鸟类图像及飞行视频信息，还能对鸟类进行实时监控，还能在网络分布区内收集各种鸟类栖息情况，然后将这些信息发送到视频服务器，从而达到在指定范围内对鸟类进行侦探和追踪的目的。

通过移动互联网，网络摄像机收集现场湿地鸟类信息，监控中心服务器和视频服务器进行鸟类分类及识别，储存视频图像；视频监控网站将这些鸟类信息图像数据和视频以流媒体形式发送到网站；以移动网络为基础，通过移动视频技术实现人机协作识别功能，且能提供可靠的识别验证服务。

1.2 系统实现

本文设计了一个方便用户访问、基于Web的多场景监控的远程视频监控系统。应用网站监控系统统一管理分散的监控点。Web服务器和基于平台的Web访问，使用户可在任何能够连接Internet的地点对鸟类进行视频监控。

远程视频监控系统是由监控中心服务器、视频服务器和客户端组成的一个有机整体，通过互联网连接，如图2所示。

监控中心服务器起中心节点的作用，可对不同监控地区的监测点进行监测。其主要功能是连接视频服务器，记录视频监控点的具体地址、当前状态等信息，还可将鸟类图像和视频信息进行分类，以便进一步分析和识别鸟类物种。

视频服务器主要由PC机构成。其主要功能是视频采集、定时录像、视频文件的存储和备份、监测和控制（如云台和镜头控制报警）、系统设置等。

客户端的主要功能是为用户提供控制和操作平台，可直接访问监控中心服务器，对多个监控点进行监测，也可通过监控中心服务器完成对视频服务器的点对点连接。

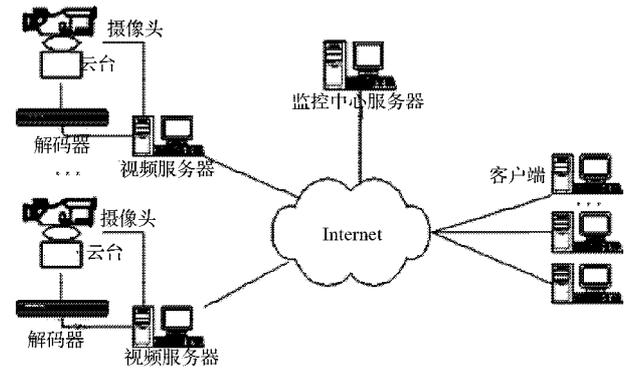


图2 远程视频监控系统图

Fig. 2 The architecture for remote video monitoring system

2 图像自动识别和SVM决策树分类方法

2.1 图像预处理和图像分割

图像分割前，需采取措施预先处理图像数据。预处理的主要措施有：光补偿、去除背景以及将图像正常化等^[7]。

鸟类识别的初步工作就是自动分割图像，这样利于随后的鸟类图像的特征抽取、鸟类识别和湿地监控。首先，根据湿地的形状特征，采用图像阈值分割法将图像进行预分割，得到可能的鸟类区域；然后，将这些区域由二维坐标射影变换转换得到二维图像，再以二维图像的一行或一列的图像数据作为所需的一维图像数据，通过图像数据分解，有效减少了图像HSB (hues saturation brightness)信息；最后利用模糊C-均值聚类算法得到图像的模糊信息。结合这两种分割法进行一系列的后加工，以达到对湿地鸟类图像的分割。

2.2 鸟类图像特征选择

1) 颜色特征抽取与选择：对分割的模糊图像信息，通过鸟类本身颜色来抽取其颜色特征，这能反应鸟类本身的总体特性，但是由于鸟类颜色存在很多相似性，若只选取颜色特征识别鸟类，则识别效果欠佳。

2) 形状特征抽取与选择：根据模糊鸟类图像信息本身的形状特征识别鸟类，例如周长、面积、方

形角度等，这些都是自动识别不同鸟种的重要依据。

3) 纹理特征抽取与选择：鸟类的羽毛有清晰的纹理，因此可利用该特征来鉴别鸟类。有很多方法可用来抽取该特征，其鉴别度也高，本文主要用伽柏滤波器抽取纹理特征。

2.3 基于SVM决策树的鸟类图像自动分类

SVM(support vector machine)决策树是将SVM和二叉决策树方法结合起来构成的多类分类器^[8]。因此，本文采用SVM决策树构建鸟类自动分类器。SVM决策树逐级把输入内容最终划分到所属类别，决策树的每个结点分类器将类的集合划分为两个子类集合，底层结点分类器将某一类或某两类划分开，如图3所示。

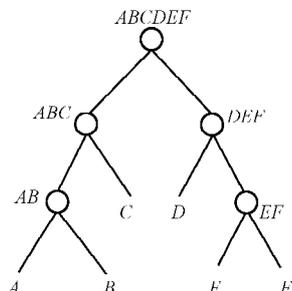


图3 SVM决策树分类器
Fig. 3 SVM Decision tree classifier

SVM决策树包括4层分类法，分别是特殊颜色分类法、颜色统计特征分类法、形状分类法和纹理分类法。

2.3.1 特殊颜色分类法

特殊颜色分类法属于非监督分类法。例如，将蓝绿色特征抽取出来进行粗略分类，计算该颜色像素点数，并算出所占鸟类像素的比例，可将蓝绿色鸟类与其它鸟类区分开来。蓝绿色特征参数范围是 $0.3 \leq H \leq 0.55, S \geq 0.30, V \geq 0.13$ 。该颜色所占比例的阈值为1%，如果大于1%，说明该图有蓝绿色，否则，说明其没有蓝绿色，如图4所示。

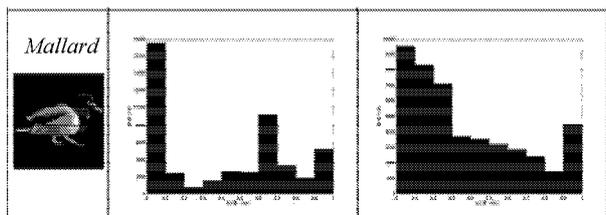


图4 鸟类颜色柱状图
Fig. 4 Color histogram for birds

2.3.2 颜色统计特征分类法

颜色统计特征分类法构成SVM分类器，通过求图像H, S, V的平均值及其方差对鸟类图像中的颜色

进行分类。该方法不仅对图像识别有效，还能说明鸟类颜色的分布情况。

2.3.3 形状分类法

形状分类法是一种以已有信息为基础的分类法，主要通过鸟类自身的形状特征进行分类。通过实验分析，笔者算出某类别每个鸟种边框矩形的密度和方差，该结果显示：通过提取密度这一参数，可进一步分析并得到更好的分类效果。不同鸟类物种的矩形平均密度和差异如图5所示。

represent images of bird Species			
mean of species density	83.374 2	141.855 2	75.478 7
variance of species density	10.630 4	21.953 5	15.272 0

图5 鸟外部矩形密度分析图
Fig. 5 Density analysis chart of outside rectangle of individual bird

2.3.4 纹理分类法

由于伽柏滤波器具有良好的空间域和频率域特性，因此可通过伽柏滤波器提取鸟类的纹理特征构建伽柏滤波器组，过滤局部信息中的不同频率、空间和方向等信息。一幅图像通过多渠道的伽柏滤波器能得到不同的结果。通过伽柏滤波器组得到16个子频带，其中一个用来计算其颜色图像，而纹理特征用子带能量的平均值和方差表示，总共抽取了96个纹理特征。通过训练集中的纹理特征训练纹理分类器，形成SVM分类器，即根据纹理特征将鸟类图像进行分类。

3 人机协同识别及监控鸟类

3.1 人机协同识别

人机协同识别的物质基础可分为两部分：一个是硬件，如网络摄像机、计算机、3G网络等；另一个是软件，包括鸟类监测及辨识程序（通过访问服务器获得视频/声音，实现远程监控与识别），无线应用程序等。

人机协同识别是人可参与到机器自动识别鸟类的过程中，以弥补机器识别的不足。它是一种鉴定识别，是应用现代移动网络技术实现鸟类识别的双重模式。通过网络将各站点的视频图像储存到视频服务器，计算机对收集的实时鸟类信息进行分类和识别；再根据识别程序的工作流程，进入人机协同模式，对鸟类进行定期识别，或在紧急事件预先报警时，根据应急移动终端监测进行识别。人机协同

识别的主要过程如图6所示。

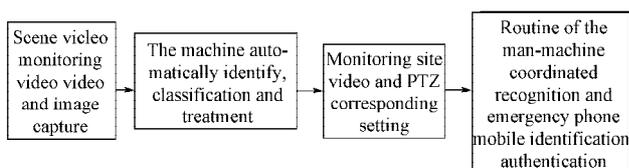


图6 人机协同识别流程图

Fig. 6 The human-computer synergistic recognition flowchart

图7为人机协同识别的用户界面。



图7 人机协同识别的用户界面

Fig. 7 The user interface of human-computer synergistic recognition

3.2 应急移动监控系统

移动监控系统主要由两部分组成：一个是视频网站，这部分有两个模块，其中一个用来构建框架，处理应用程序，另外一个为WAP（wireless application protocol）地址；另一部分是移动PTZ（pan tilt zoom）控制，该部分由PTZ控制服务程序所控制^[9]。

服务器应用设计的主要处理步骤如图8所示，其减少了WAP客户的压力，能快速处理视频图像。

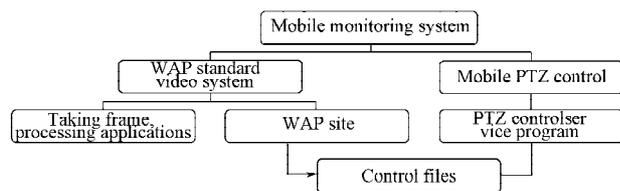


图8 移动监控系统

Fig. 8 Mobile monitoring system

4 实验结果与分析

以移动网络技术为基础，本系统能准确识别鸟类的类型，其实验过程如下：首先，使用网络传感器从信息源处收集鸟类信息，如颜色、声音及其它生物学特征；然后将这些信息进行预处理（包括实际处理、智能加强、数字处理及提炼加工等），再通过SVM决策树提取鸟类图像特征信息，并将其分类；人机协同识别九曲溪湿地范围内鸟类栖息的具体位置和鸟类物种的模板图像。

九曲溪湿地有65种鸟类^[10]，本文随机选取了其中20种鸟类作为实验对象。为了提高识别准确率，每种鸟类从3个角度拍摄，共选取60（3*20）幅图像，人机协同识别准确率达98.34%，如表1所示。

表1 识别鸟类图像情况表

Table 1 Table of birds image recognition

识别方法	识别正确图像数 / 幅	识别准确率 / %
机器自动识别	52	86.67
人工识别	7	11.67

通过上述分析，人机协作识别鸟类图像，有效提高了系统的识别效率，且该系统的实际应用较广泛。

5 结语

近年来，许多鸟类濒临灭绝，保护鸟类迫在眉睫。因此，提高鸟类保护意识，丰富鸟类保护方法以及加强鸟类保护的能力，将图像识别技术与鸟类保护相结合，对鸟类物种识别研究具有深远的社会及生态意义。

本文提出了人机协作检测和识别武夷山九曲溪湿地鸟类系统。通过发送视频、框架截图以及监控台收集到的声音数据，采用优化设计方法，机器能自动将鸟类图片分类和识别；通过访问网络的方式将图像识别与视频相结合，人可进一步监控和识别鸟类；通过可靠云安全技术，提高了鸟类物种识别的可信度，最终达到准确识别鸟类的目标。经过实验分析，证实了本系统的识别可信度、精确度及准确度较高。

参考文献：

[1] 杨义彬. 湿地生态环境监测方法探讨[J]. 四川气象, 2005 (2): 24-26.
 Yang Yibin. The Investigation for Wetland Ecological Environment Monitoring[J]. Journal of Sichuan Meteorology, 2005(2): 24-26.

[2] 程 驰, 牟瑞芳. 九寨沟森林生态系统水源涵养量计算分析[J]. 河南科技大学学报: 自然科学版, 2007, 28(3): 69-72.
 Cheng Chi, Mou Ruifang. Calculation Analysis of Jiuzhaigou Forest Ecosystem Headwaters Conservation[J]. Journal of Henan University of Science & Technology: Natural Science, 2007, 28(3): 69-72.

[3] 刘吉平, 杨 青, 吕宪国, 等. 三江平原典型环型湿地生物多样性[J]. 农村生态环境, 2005, 21(3): 1-5.
 Liu Jiping, Yang Qing, Lü Xianguo, et al. Biodiversity of Annular Wetlands in Sanjiang Plain[J]. Rural Eco-Environment, 2005, 21(3): 1-5.

- [4] 周保林, 李国柱, 陈光禄, 等. 信阳南湾鸟岛湿地鸟类资源的调查及保护[J]. 河南农业大学学报, 1996, 30(4): 384-389.
Zhou Baolin, Li Guozhu, Chen Guanglu, et al. The Investigation and Protection of Bird Resources of Damp Land at Nanwan Bird Island in Xinyang[J]. Acta Agriculturae Universitatis Henanensis, 1996, 30(4): 384-389.
- [5] 李永民, 吴效兵. 芜湖市冬夏季鸟类多样性分析[J]. 应用生态学报, 2006, 17(2): 269-274.
Li Yongmin, Wu Xiaobing. Avian Diversity in Wuhu City in Summer and Winter[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006, 17(2): 269-274.
- [6] 赵天樑. 运城湿地自然保护区生物多样性及其保护[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2005, 28(1): 101-105.
Zhao Tianliang. Study on the Biodiversity of Yuncheng Wetland Natural Reserves and Its Conservation in Shanxi [J]. Journal of Shanxi University: Natural Science Edition, 2005, 28(1): 101-105.
- [7] 林宏基, 叶政春, 欧静. 彩色序列图像中实时运动目标跟踪方法[J]. 中国图像图形学报, 2008, 13(11): 2181-2186.
Lin Hongji, Ye Zhengchun, Ou Jing. Real-Time Object Tracking in Color Image Sequences[J]. Journal of Image and Graphics, 2008, 13(11): 2181-2186.
- [8] 孙昌尔, 刘秉瀚. 一种新的SVM决策树[J]. 福州大学学报: 自然科学版, 2007, 35(3): 361-364.
Sun Chang'er, Liu Binghan. A New SVM Decision Tree[J]. Journal of Fuzhou University: Natural Science Edition, 2007, 35(3): 361-364.
- [9] 林宏基. 网络开发教程: ASP/ASP.NET/JSP程序[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 123-125.
Lin Hongji. Network Development Tutorials: ASP/ASP.NET/JSP Program[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005: 123-125.
- [10] 陈家玉. 武夷山风景名胜区夏季鸟类群落结构初步研究[J]. 福建林业科技, 2001, 28(3): 74-77.
Chen Jiayu. Preliminary Study on the Bird Community Structure in Wuyishan Scenic Resort in Summer[J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2001, 28(3): 74-77.

(责任编辑: 邓彬)

(上接第78页)

- Game[C]// Proceedings 6th IEEE International Conference Fuzzy Systems. Barcelona: Conference Publications, 1997: 1573-1579.
- [8] Kiguchi K, He H, Teramoto K. A Study on Multi-Dimensional Fuzzy Q-Learning for Intelligent Robots[J]. International Journal of Fuzzy Systems, 2007, 9(2): 95-104.
- [9] 吴定会, 李真, 纪志成. 基于模糊神经网络局部强化学习在Robocup中的应用[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(16): 3719-3723.
Wu Dinghui, Li Zhen, Ji Zhicheng. Application of Local Reinforcement Learning Based on Fuzzy Neural Network to Robocup[J]. Journal of System Simulation, 2007, 19(16): 3719-3723.
- [10] 张文志, 李志军, 吕恬生, 等. 自适应模糊RBF神经网络的多智能体机器人强化学习[J]. 计算机工程与应用, 2003, 32: 111-115.
Zhang Wenzhi, Li Zhijun, Lü Tiansheng, et al. Adaptive Fuzzy RBF Networks Learning For Autonomous Multi-Robots[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 32: 111-115.
- [11] Hong-Sam T Le, Hung D Ly, Liang Qilian. Opportunistic Spectrum Access Using Fuzzy Logic for Cognitive Radio Networks[C]// International Journal of Wireless Information Networks. [S.l.]: Conference Publications, 2008: 171-178.
- [12] 文凯, 付玲生, 傅小玲. 认知无线电系统中利用模糊逻辑的频谱分配[J]. 电讯技术, 2011, 51(3): 69-74.
Wen Kai, Fu Lingsheng, Fu Xiaoling. Spectrum Allocation Using Fuzzy Logic for Cognitive Radio Systems[J]. Telecommunication Engineering, 2011, 51(3): 69-74.

(责任编辑: 申剑)