

摘要：文章研究了一种不同于其他产品的新型宠物自动投食器——基于卷积神经网络的猫狗识别自动投食器。与市面上其他投喂对象单一的宠物自动投食器相比，该款投食器能够根据图像识别结果去投喂多种类型的宠物，例如猫、狗。该款投食器将来能够运用在宠物家庭、宠物店、宠物主题餐厅等猫狗混养的场所。该装置使用的技术主要涉及机器学习的相关内容，通过训练和搭建卷积神经网络来准确识别猫、狗的图像，并且根据图像识别结果投喂相应的猫粮或者狗粮。同时，利用安装在机身上的红外传感器作为投喂开关，负责生物接近检测以判断投食器是否需要进行投喂，从而使整个投食过程更加合理与智能。

关键词：宠物自动投食器；猫狗混养；机器学习；卷积神经网络；生物接近检测

中图分类号：TP183；TP391.4 **文献标识码：**A **文章编号：**1006-883X(2022)02-0011-05

收稿日期：2021-09-23

基于卷积神经网络的猫狗识别自动投食器

王伟民 程进 邹小平 朴林华

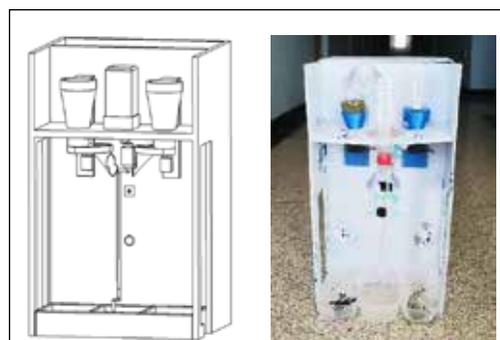
北京信息科技大学北京市传感器重点实验室，北京 100101

0 前言

随着社会的发展，越来越多的人热衷于宠物饲养，于是许多的宠物饲养家庭、宠物主题餐厅、宠物主题公园等应运而生。然而，对于饲养宠物的上班族而言，由于时间和位置等条件的限制，对宠物投喂不是非常便利。因此，针对宠物投喂问题，越来越多的宠物智能投食装置相继出现，比如：张安东等人^[1]设计了一种基于单片机技术的智能喂食系统；邵淑颖等人^[2]设计了一种基于ITOP4412开发板的智能家宠投食器；卞港等人^[3]设计了一种基于STM32和ZigBee的宠物智能喂食系统。虽然这些投食装置设计的都是想要实现无需人工的智能化投食，但是投食对象固定单一，对于猫狗混养的场所，则无法根据具体的宠物类别选择投喂对应的食物类型。因此，对于猫狗混养的家庭，若仅仅使用一台上述提到的投食装置，可能会出现“猫饱狗饿”或者“狗饱猫饿”的问题。同时，大多数宠物自动投食装置都设置了定时投食，这就可能会造成另外一个问题：每次定时投食后，不能保证宠物都会来进食，这样的情况如若重复多次，则会因投食过剩而导致食物溢出食槽，造成食物的浪费以及家庭环境卫生问题。

针对上述问题，本文研究了一种新型宠物投食装置——

基于猫狗识别的宠物自动投食器。图1所示分别为该装置的模型图与实物图。装置的设计采用程序与硬件相结合的方式。不同于其他基于单片机的智能宠物投食系统^[4]，该装置是以树莓派（Raspberry Pi, RPi）作为核心硬件，借助机器学习技术以及其他硬件控制程序去实现宠物分类投喂。近年来，机器学习技术快速发展，通过机器学习不仅可以快速准确地识别图像，而且可以准确地识别各种声纹^[5]。本文研究的装置主要



(a) 模型图

(b) 实物图

图1 基于卷积神经网络的猫狗识别自动投食器

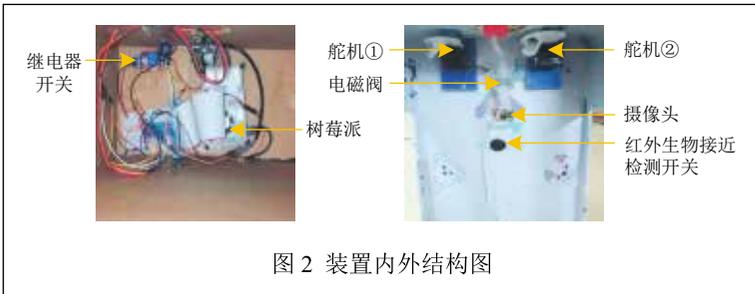


图2 装置内外结构图



图3 猫狗部分训练集

借助机器学习内容下的卷积神经网络（Convolutional Neural Network, CNN）去进行猫狗图像识别。

1 系统设计

1.1 系统硬件组成

装置内、外结构如图2所示，其核心硬件是树莓派，主要负责数据处理与机器控制。整个装置的硬件根据功能可划分为识别模块、检测模块、执行模块，其中：识别模块包含树莓派与摄像头；检测模块包含红外生物接近检测开关；执行模块包含两个舵机、继电器开关、电磁阀。

1.2 系统程序编写

整体系统程序由识别程序与硬件控制程序组成，其中，识别程序主要是卷积神经网络程序，具体编写过程如下：

1.2.1 获取训练集

装置采用的猫狗训练数据集来自 Cat vs Dogs Kaggle 竞赛的网站^[6]，训练数据集共有 25,000 张带有标签的图片，其大小、分辨率不同，图片中猫和狗的形状、所处位置、体表颜色也各不一样，其中猫狗图片各占一半，分别放在各自的文件夹中，训练数据集部分图片如图3所示。

1.2.2 构建卷积神经网络模型

构建的完整的卷积神经网络模型结构如图4所示。通常，猫或狗的图像里包含许多特征，例如耳朵、眼睛、鼻子等，这些特征中既有相同的部分，又有不同的部分，而卷积神经网络正是通过扫描这些特征来识别图像中的目标对象。同时，所有特征与所属图像都具有一定的关系，例如，所有特征都要小于所属图像，而且相同的特征往往会出现于图像的不同区域，最后缩放所属图像不会影响其特征。卷积神经网络的构建过程就是利用特征与所属图像的关系，对目标图像进行重复、多次的卷积与最大化池化，然后图像被摊平后连接到全连接层网络，而全连接层是先从局部特征的图像片段

进行分类、搜寻和对比，由小局部特征图像到大局部特征图像逐渐演进，最后找到整个猫的形象，如对猫头、猫尾巴、猫腿等进行分类，红色圆形表示这个特征被找到的神经元已经激活，当寻找到合适的特征图像时，再往前走一层，对子特征图像分类，如猫头有

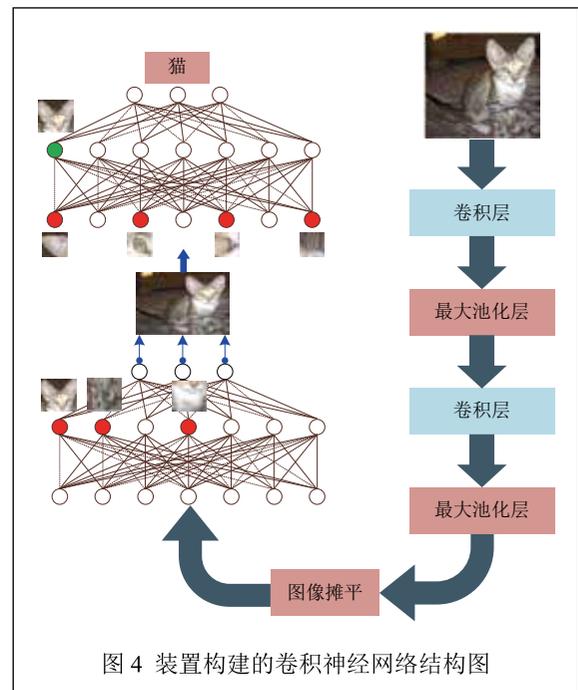


图4 装置构建的卷积神经网络结构图

眼睛、耳朵等这些特征进行分类，直到发现最符合要求的图像，把这些找到的特征组合在一起，最后确定为猫。上述的卷积过程是在扫描图像中用于识别的特征，最大化过程就是在缩小图像，减小特征的参数^[7]。因此，卷积神经网络主要的设计思想是最大化的利用特征与图像的关系。

1.2.3 训练模型

训练的过程主要是将获取的数据集图像导入已经构建好的卷积神经网络；然后通过设置一定训练步数进行神经网络训练；最后使得训练过程损失值达到最小，同时提高训练精度。因此，训练的目的就是为了得到最佳的参数来满足损失值与训练精度的要求。

1.2.4 测试与完善

当完成卷积神经网络模型的训练任务后，接下来对模型进行识别测试。为了更好地切合实际场景，测试时，准备一些清晰度、大小、背景颜色各不相同的猫狗图像作为测试集进行测试，图5所示是测试过程中采用的部分测试集图片。具体测试过程如下：首先，下载多张猫或狗的图片，用电子屏将图片靠近宠物自动投食器；接下来，生物接近检测开关会触发摄像头开启，由摄像头捕捉图片，捕捉的测试图片被存储于树莓派中；然后，树莓派会运行上述已搭建完毕的卷积神经网络程序进行图像识别；最后，根据识别结果进行投喂猫粮或者狗粮。在整个测试过程中，总共测试了60张猫、狗图像的照片，其中有56张照片被准确识别，最后由测试得



图5 猫狗部分测试集

到的识别率为93%。综上，基于卷积神经网络的猫狗识别自动投食器具备较高的识别率。由于考虑到猫狗同时出现的情况，所以生物检测开关设置的距离尽量保证摄像头每次只出现一只宠物，做到“见猫喂猫粮，见狗喂狗粮”。基于卷积神经网络的猫狗识别自动投食器目前也存在一些不足，例如，如果投食对象只是经过投食器，并未打算摄食，这时投食器进行投喂的话难免会造成食物的浪费。针对上述情况，可以考虑为投食器增加食物自动回收槽，使其具备食物回收的功能。目前，这款装置并未真正投入市场，尚处于完善阶段，有很大的提升空间。

除了图像识别程序以外，系统还包括硬件的控制程序（舵机正反转程序、摄像头开启与拍照程序、继电器开关程序等）。

2 系统工作原理

装置利用卷积神经网络结构进行图像处理与识别，最终便可以得到一个识别结果，然后根据识别结果，利用树莓派控制各部分硬件去协调完成宠物投食工作，具体过程如下：

(1) 红外生物接近检测开关检测宠物是否靠近投食器，若没有生物靠近，该装置便不会执行投喂工作；

(2) 当有生物靠近时，检测开关向树莓派发送信号，然后树莓派会执行摄像头模块相关程序，从而控制摄像头打开，接下来摄像头会预热10s，用于完成猫狗图像的拍摄获取与图像保存^[8]；

(3) 完成图像捕获任务后，执行卷积神经网络程序，进行图像处理与识别，具体过程包括图像位置的读取以及神经网络训练模型的提取；

(4) 完成目标图像的识别任务后，树莓派会根据识别结果去执行舵机程序，即控制①号舵机与②号舵机运转去进行宠物干粮的投放，若识别对象是猫，则①号舵机正转打开装



图6 漏斗型容器

有猫粮的漏斗型容器（图6）进行投食，投食时间为5s，然后舵机进行反转，关闭猫粮容器；若识别对象是狗，则②号舵机正转去打开装有狗粮的漏斗型容器，投食时间为10s，舵机进行反转，关闭狗粮

容器；

(5) 完成干粮的投放任务后，树莓派执行继电器开启程序，继电器被打开，从而电磁阀会被开启，这时水桶的水便会顺着导管流进水槽，60s后，树莓派执行继电器关闭程序，电磁阀被关闭，投食任务完成。

整个装置的系统工作框图如图7所示。

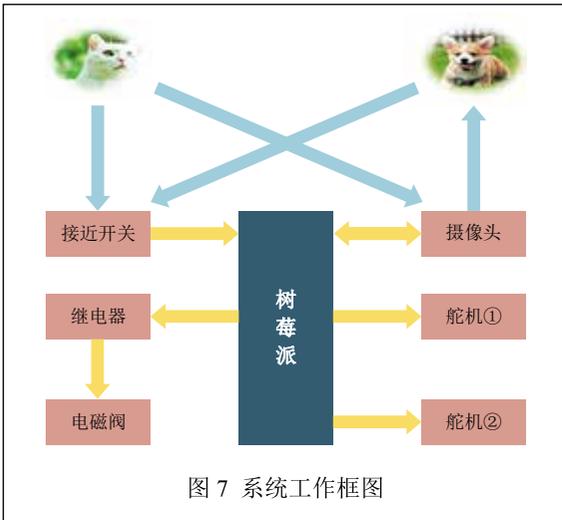


图7 系统工作框图

3 结束语

宠物是人类亲密的朋友，越来越多的宠物饲养家庭热衷于猫狗混养，同时，宠物店、宠物主题餐厅、宠物主题公园也越来越多。因此，针对猫狗混养的情况，设计研发了基于猫狗识别的宠物自动投食器。与市面上其他投食产品不同，该装置增添了猫狗识别的功能，同时，利用红外生物接近开关检测代替定时投喂设置，

使投食更加合理化。随着社会的发展，宠物饲养的热度也会越来越高，基于卷积神经网络的猫狗识别自动投食器也将受到广泛的欢迎。

参考文献

- [1] 张安东, 王家琪, 李典航, 刘怀泽, 程艳明. 宠物智能投喂器 [J]. 中外企业家, 2018(27): 110.
- [2] 邵淑颖, 韩宇龙, 尹浩磊, 苗洪睿, 吴艳, 孟一鸣, 张振声. 基于 ITOP4412 开发板的智能家宠投食器设计 [J]. 工业技术创新, 2021, 08(03): 92-96, 103.
- [3] 卞港, 王仁彪, 石永伟. 基于 STM32 和 ZigBee 的 mini 宠物智能喂食系统的设计 [J]. 电子技术与软件工程, 2019(07): 94.
- [4] 龙小丽, 杨泽锋, 黄闯等. 基于单片机的智能宠物投食系统设计 [J]. 信息技术与信息化, 2021(04): 235-237.
- [5] 郭新, 罗程方, 邓爱文. 基于深度学习的开放场景下声纹识别系统的设计与实现 [J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2021(09): 1-11.
- [6] 孙彦, 丁学文, 雷雨婷, 陈静, 孔祥鑫. 基于 SSD_MobileNet_v1 网络的猫狗图像识别 [J]. 天津职业技术师范大学学报, 2020, 30(01): 38-44.
- [7] 张瑞国. 基于卷积神经网络的区域人脸检测研究 [J]. 网络安全技术与应用, 2021(09): 55-56.
- [8] 牟晓东, 王轩. 树莓派摄像头常规拍照应用三则 [N]. 电子报, 2020-08-02(004).

Cat and Dog Recognition Automatic Feeder Based on Convolutional Neural Network

WANG Weimin, CHENG Jin, ZOU Xiaoping, PIAO Linhua

(Beijing Sensor Key Laboratory, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100101, China)

Abstract: The paper studies a new pet automatic feeder called cat and dog recognition automatic feeder based on convolutional neural network, which is different from other products. Compared with other pet automatic feeder which has a single feeding object in the market, the feeder can feed multiple types of pets according to the image recognition results, such as cats and dogs. In addition, the device can be used in pet homes, pet stores, pet themed

restaurants and other places with mixed breeding of cats and dogs. The technology used in the device mainly involves machine learning. Through training and building convolutional neural network, it can accurately identify cat and dog images, and feed corresponding cat or dog food according to the image recognition results. At the same time, the infrared sensor installed on the fuselage is used as the feeding switch, responsible for biological proximity detection to judge whether the feeding device needs to be feeding, so as to make the whole feeding process more reasonable and intelligent.

Key words: pet automatic feeder; mixed breeding of cats and dogs; machine learning; convolutional neural network; biological proximity detection

作者简介

王伟民: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为物联网技术。

通信地址: 北京市海淀区清河小营东路 12 号北京信息科技大学小营校区 邮编: 100192

邮箱: wangwm0705@163.com

程进: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 副研究员, 主要从事光纤声学传感器方面的研究。

邹小平: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 研究员, 主要从事物联网方面的研究。

朴林华: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 副研究员, 主要从事物联网方面的研究。