基于深度相机与色彩跟踪原理的 AI 伴老宠物机器人的设计

Design of Ai-companion Pet Robot Based on Depth Camera and Color Tracking Principle

方志刚 汤玉坚 庞伟业 张其文 *

（兰州理工大学 计算机与通信学院，甘肃 兰州 730050）

摘 要：随着人口老龄化的不断增长，老年人的心理问题和身体问题也层出不穷，对于子女来说，由于生活压力、工作繁忙等原因，而不能无时无刻的照顾和陪伴着老人。因此关于老人的陪伴问题一直备受社会关注。本文从老人的日常所需方面着手，多层次分析老人的需求，提出宠物陪伴机器人的服务策略。选用色彩跟踪算法，设计出一款基于深度相机的新型老人陪伴宠物机器人。该机器人是一款集人机对话、疾病监控、危险报警、远距离遥控功能于一体的新型智能家居。本设计具有仿真，精确识别等优点，解决了在照顾老人上的大部分问题。符合当代人工智能的设计理念，给用户带来最大程度的便捷、高效、与安全，具有良好的市场拓展研发前景，为其他陪伴型机器人提供了参考。

关键词：深度相机；色彩跟踪；三帧差分法；精确识别；陪伴型宠物机器人

Abstract: With the increasing aging of the population, the psychological and physical problems of the elderly also emerge in an endless stream. For their children, due to life pressure, busy work and other reasons, they cannot take care of and accompany the elderly all the time. Therefore, the companionship of the elderly has been the focus of social attention. From the aspects of the elderly's daily needs, the paper analyzes the elderly's needs at various levels and puts forward the service strategy of pet accompanying robot. Color tracking algorithm is used to design a new kind of pet robot for elderly people based on depth camera. The robot is a set of man-machine dialogue, disease monitoring, danger alarm, remote control functions in one of the new intelligent home. This design has the advantages of simulation, accurate identification and so on, and solves most of the problems in taking care of the elderly. In line with the design concept of contemporary artificial intelligence, to bring users the maximum degree of convenience, efficiency, and safety, has a good market development and research prospects, for other companion robots to provide a reference.

Key words: Depth camera; Color tracking; Three-frame difference method; Accurate identification; Companion pet robot

中图分类号：TP242 **文献标识码：**A **文章编号：**2096-4390(2021)36-0090-04

1 概述

当前随着社会经济的发展，子女面临着巨大的工作和生活压力，导致他们对于父母老人陪伴的时间少之又少，不少子女只有逢年过节才会回家看望独居的老人。长期以往，独居老人出现孤独、抑郁等心理问题，便会饲养宠物陪伴自己。

但是，传统宠物因为主人行动不便、饲养条件不满足、没有科学的饲养知识和易感染疾病等问题，给社会、环境和饲养主人带来了很大的困扰。比如，由于主人疏于看管，频频出现的宠物伤人问题；不少人对于宠物的毛发过敏；宠物随地大小便，带来的环境卫生问题等。在此背景下，迫切需要一种可以替代传统宠物的电子宠物。该项目的需求分析如图 1 所示。

2 陪伴型宠物机器人研究现状

自 20 世纪 80 年代开始，我国就有相关高校和科研院所对四足机器人展开系统研究，虽然基础较弱、起步较晚，但得到了国家的极大重视。目前国内一些公司也研制出陪护型宠物机器人，例如哈瑞斯实业有限公司所研制的仿生智能语音机器狗、南京好儿优机器人科技有限公司研制的可旺智能仿生机器狗等，这些虽然不是大面积被用户使用，但都较好的实现了智能对话、触摸交互的功能。

面对日本社会老龄化的压力，人们投入了大量的人力物力来研究机器人，并取得了一定的成果。例如，日本 aist 工业技术研究所的柴田正德开发了一种海豹型老年陪伴机器人 paro，它可以感受到主人不同部位的触摸，产生相应的互动反应，调整运动，并能感受外部声音以及识别主人的声音和命令；日本欧姆龙公司开发了一种完全模拟人类交流的新型机器宠物猫，叫做尼奎罗，它集成了机器人感应，控制和人工智能技术，能够对主人的触摸做出反应，并表达他们的感受。

综上所述，无论是国外还是国内的陪护机器人，都仅在某一

作者简介：方志刚（2000，3-），男，汉族，籍贯：甘肃庆阳，学历：本科，软件工程专业。

通讯作者：张其文（1975，2-），男，汉族，籍贯：山西临汾，学历：硕士研究生，职称：副教授，现任兰州理工大学计算机与通信学院学院副教授、硕士生导师，研究方向：计算机应用技术专业。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

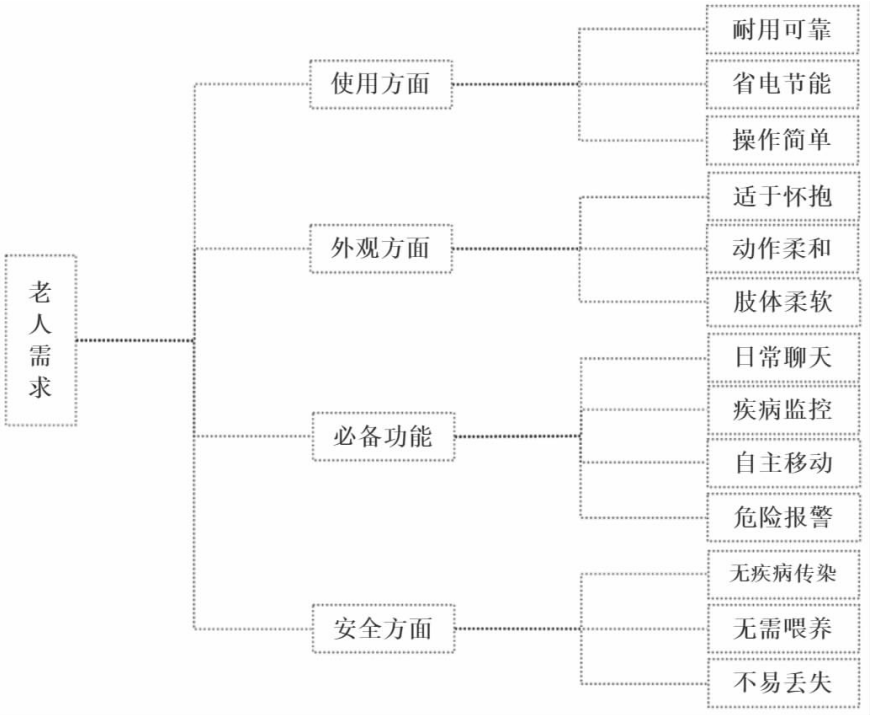

图 1 仿生电子宠物的需求分析

方面或几个功能上进行的设计，不能满足老人的全部需求，且使用的技术与当前物联网等的高速发展相比较为陈旧。同时，对于外观上的设计大体是传统的机器人模型，不符合宠物的外形；在行走方面，带有沉重的机械感和较高分贝的噪音，对于老人的使用并不友好。

3 系统设计方案

3.1 介绍

本文的最终目标是设计制造一款可以替代传统宠物的仿生电子宠物，它不仅可以实现传统统宠物具有的各项能力，而且具有面部识别、人机对话、疾病监控、定位跟踪、危险报警等多项功能。最终实现对独居老人的人身安全、健康状况和心灵情感起到双重的守护和慰藉。该仿生电子宠物的内部结构和外观设计如图 2、3 所示。

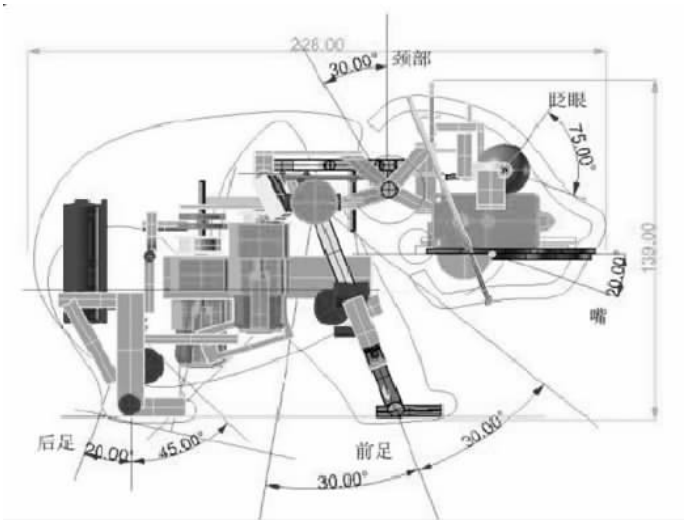

图 2 仿生电子宠物的内部结构

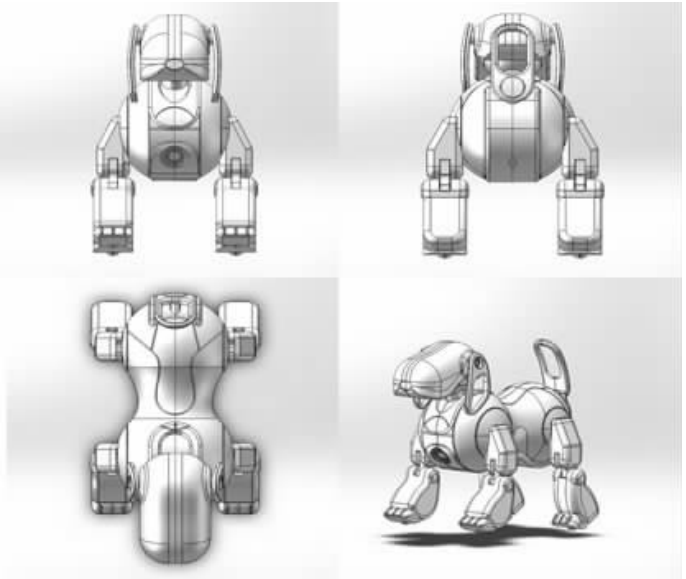

图 3 仿生电子宠物的外观设计

3.2 视觉跟踪系统的设计

本文选取色彩跟踪算法作为图像跟踪的主要方法，基于深度相机设计仿生电子宠物的巡线，将 Intel Atom 作为处理器，配合 intel realsense d435i 深度相机、串行总线舵机等元件及供电装置构成视觉巡线。该设计能够使仿生电子宠物自主巡线、自主识别红色标识线、自主完成前后、左右、上下运动，可以原地转弯、低姿态行走等一系列的基本动作。在完成这些基本的动作后，还可以设计更多新的步态动作等，在不影响外部形象的同时还能有效提了仿真性和灵活性。进而实现在仿生电子宠物陪伴老人的过程中，它会更为精确的识别与跟踪主人或特定的物品。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

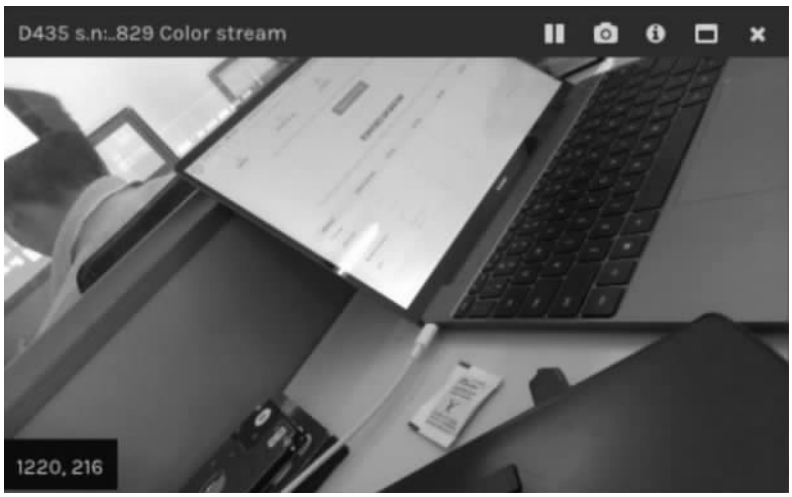

图 4 RGB 图

图 5 深度图

3.2.1 深度相机的图像获取

本文选用了 intel realsense d435i 深度相机用于获取图像信息，在 Ubuntu- ROS 操作系统下搭建视觉方面的配置环境，所得到的 RGB 图和深度图如图 4、5 所示。在程序中，我们设置了两个线程，一个控制设备的状态，如设置深度数据流和视频流的模式，切换数据流，最重要的是注册数据流的回调函数，在这个回调函数中主要是对接收到的数据流进行处理，如数据流的深度伪彩色处理。另一个线程连续显示伪彩色视差和彩色图像。该步骤的关键是对视差图进行格式化，并将图像保存到深度数据流处理功能中。但是，深度相机采取到的深度图中含有环境中的各种信息，如人、花草、地板、障碍物等，其中绝大多信息是干扰无用的。为了能精确确认指令，采取色彩跟踪算法进行优化设计。

3.2.2 色彩跟踪的主要原理与实验设计

色彩跟踪的原理是提取选中目标物体的颜色特征，在把新一帧图像中的像素点分为与之相似颜色和不相似颜色的两类点（二值化），并将图像中的噪点去除；在下一帧中，搜索具有相似特征的像素的连通区域，接近前一帧中物体的位置，得到物体在新帧中的位置。其优势在于计算量适中，适合用于电量有限的小型实时嵌入式系统，可根据用户意愿随时更新所选择的跟踪目标，也可以根据目标色彩的面积推断物体的距离，还可以用于跟踪视频流中运动的物体，并且不会被图像中远离目标物体的相似物体干扰。

在该项目中我们采用三帧差分法，三帧差分法采用了连续三帧的图像进行差分运算，然后对两个运算的结果进行逻辑与运算获取包含的共同部分，消除了由于目标位移造成的背景噪声影响，从而能够更加精确的提取目标信息。三帧差分法的计算公式如下：

$$D_1(x,y)=\left|I_n(x,y)-I_{n-1}(x,y)\right|, D_2(x,y)=\left|I_{n+1}(x,y)-I_n(x,y)\right| \quad (1)$$

$$D_n(x,y)=D_1(x,y)\otimes D_2(x,y) \quad (2)$$

$$B_n(x,y)=\begin{cases}1, D_n(x,y)\geq threshold\\ 0, D_n(x,y)<threshold\end{cases} \quad (3)$$

其中 $I_n(x,y)$ 为第 n 帧的视频图像，$D_n(x,y)$ 为第 n 帧的差分图像，$B_n(x,y)$ 为差分图像通过阈值 threshold 二值化后的结果图像。

我们基于三帧差分算法采集该宠物机器人拍摄的视频，对视频流序列图像目标提取实验结果比较分析。视频图像的分辨率为 1080*720，视频帧率为每秒 29.97 帧，视频总帧数为 2697.3

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

帧,运动目标为视频中的凳子。实验数据分别为视频流序列图像中的第 2000 到 2100 帧，截取其中的 2050 帧、2060 帧、2070 帧用于结果演示,目标提取实验的结果如图 6、7、8 所示。

图 6 第 2050 帧

图 7 第 2060 帧

图 8 第 2070 帧

由采集图像所得，我们所设计的电子宠物适用场合为室内,因此可以不用考虑户外光线等影响因素,所采取的三帧差分算法不仅保证了目标整体轮廓，同时降低了提取错误率,能够准确的提取出运动目标的整体信息。

4 结论

目前,深度相机广泛应用于智能人机交互、人脸技术、三维重建、机器人技术、AR 等领域。本文在基于深度相机的图像获取技术下设计了一款更为仿真与精确识别的陪伴型机器人,该设计将照顾老人与智能机器人结合起来,充分利用了现代人工智能的优势,解决了照顾老人的距离问题。从服务设计的角度开发宠物伴侣机器人,不仅可以实现产品的功能创新,而且可以通过技术的不断发展创造新的价值,追求美好生活的意义。

参考文献

[1]倪朋.融合视觉感知的机器人 SLAM[D].镇江:江苏科技大学,2020.

[2]李尚璁.基于深度视觉信息的四足机器人野外可通过性分析[D].济南:山东大学,2020.

[3]司徒仕忠,邱广萍,王锦春.基于深度相机的障碍物识别[J].科技创新与应用,2019(27):37–40.

[4]岳亚.基于深度相机人脸与行人感知系统的设计与实现[D].杭州:浙江大学,2017.

[5]张资恒,宋雪琪,高喜银.空巢老人陪伴型机器人设计[J].科学技术创新,2019(18):81–82.

[6]袁迎春,蔡佳丽,邵万鹏.基于树莓派的幼儿陪伴机器人设计与实现[J].电子世界,2019(11):191–192.

[7]周敏.针对留守儿童的陪伴机器人人机交互设计研究[D].成都:西华大学,2019.

[8]侯杰,曾军妮,欧阳富曦.基于智能云系统的儿童陪伴机器人设计研究[J].流行色,2019(04):97–99.

[9]陈虹霖.老年人到底需要什么服务[J].中国卫生,2019(04):57.

[10]李泽宇,李鑫,舒文杰,王琛,郭铁峰.基于树莓派的陪伴机器人多功能整合方法[J].科技与创新,2019(06):28–32.

[11]张一凡.基于人机工程的老龄陪伴服务机器人可用性设计研究[D].天津:天津工业大学,2019.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net