

基于宠物行为大数据的健康关联分析与智能预警模型构建

赵锦锦

(西北师范大学, 甘肃 兰州 730000)

[摘要] 随着宠物饲养家庭的日益增多, 截至 2024 年, 我国犬猫数量已超过 1.2 亿只。然而, 宠物健康管理面临严峻挑战, 多数疾病在确诊时已处于晚期。本研究聚焦于宠物行为特征、情绪状态与健康风险之间的动态关联性, 旨在构建一种适用于家庭场景的宠物健康智能预警模型。研究以阿里云“AnimalBehavior”开源大数据集为基础, 整合了 1200 段犬猫行为视频、多维度情绪评分及 500 份临床诊断标签, 通过跨学科方法体系实现行为数据的深度解析。研究采用“数据采集 - 清洗预处理 - 特征工程 - 建模验证”的技术路径: 首先运用 OpenCV 视频解码与 AlphaPose 关键点检测算法提取行为频率特征, 通过主成分分析降维与独热编码构建特征矩阵, 利用随机森林、逻辑回归等算法进行多模型训练。进一步揭示了关键行为模式的健康预测价值: 犬舔爪频率 ≥ 7 次 / 天与疼痛值 > 0.6 的关联性强达 $r=0.78$, 猫躲藏频率 ≥ 5 次 / 周时焦虑风险提升 3 倍。通过“品种 - 行为 - 情绪”三维度动态阈值设定, 模型实现了对不同宠物个体的精准适配。

[关键词] 宠物行为分析; 机器学习; 健康预警模型; 家庭监测系统

Health-related Analysis and Intelligent Early Warning Model Construction Based on Big Data of Pet Behavior

Jinjin Zhao

Northwest Normal University, Lanzhou 730000, Gansu province, China

Abstract: With the increasing number of pet-owning households, China's canine and feline populations have exceeded 120 million as of 2024. However, pet health management faces significant challenges, as most diseases are diagnosed at advanced stages. This study focuses on the dynamic correlations between pet behavioral characteristics, emotional states, and health risks, aiming to develop an intelligent health early-warning model tailored for household settings. Based on Alibaba Cloud's open-source "AnimalBehavior" big data dataset, the research integrates 1,200 canine and feline behavioral videos, multi-dimensional emotional scores, and 500 clinical diagnostic labels, employing an interdisciplinary approach to achieve in-depth behavioral data analysis. The study follows a technical pathway of "data collection-preprocessing-feature engineering-modeling validation": First, behavioral frequency features are extracted using OpenCV video decoding and AlphaPose keypoint detection algorithms, followed by feature matrix construction through principal component analysis and one-hot encoding, with multi-model training utilizing algorithms such as random forest and logistic regression. Further insights reveal the predictive value of key behavioral patterns:

作者简介: 赵锦锦(2004—), 女, 本科生, 研究方向为数据分析与数据挖掘。

The correlation strength between canine paw-licking frequency ≥ 7 times/day and pain score >0.6 reaches $r=0.78$, while feline hiding frequency ≥ 5 times/week increases anxiety risk by 3-fold. Through dynamic threshold setting across three dimensions of "breed-behavior-emotion," the model achieves precise adaptation to individual pet characteristics.

Keywords: Pet behavior analysis; Machine learning; Health warning model; Home monitoring system

一、引言

(一) 研究背景与问题提出

宠物作为现代家庭的重要成员，其健康管理需求正随饲养规模扩大而显著增长。据《2024 年中国宠物医疗白皮书》数据显示，我国宠物犬猫数量已突破 1.2 亿只，但慢性疾病确诊时晚期病例占比高达 68%。宠物健康智能监测产品可按照监测指标分为三大类，即饮食及泌尿系统监测产品、运动及行为追踪类产品和生理指标监测产品^[1]。

当前家庭端健康监测主要依赖专业设备，如智能项圈、宠物医院影像检查等，此类方案普遍存在设备成本高、操作需要专业技术支撑等问题，导致普通宠物主人难以实现早期健康风险识别。

行为学研究表明，宠物异常行为是健康风险的重要预警信号。例如，犬猫过度舔舐肢体可能是关节疼痛或皮肤炎症，就像人受伤后会反复抚摸伤口。猫长时间躲藏：可能是焦虑，类似人在紧张时想躲在角落里。宠物食欲骤减：可能是消化系统疾病，比如肠胃炎。但问题是：这些行为如何量化？如何从日常观察中发现“异常”。大数据技术为本研究提供了新方法——通过分析大量宠物的行为数据，找到规律，建立预警模型。随着大数据技术的成熟，海量宠物行为数据的高效存储与深度分析成为可能，本研究旨在通过技术路径优化，构建智能化分析框架，突破家庭健康监测的技术与成本壁垒。大数据指的是大量的数据，但是大数据的战略意义不仅仅只在于它的大。根据市面上普遍的观点，大数据的特性可以用 5 个特征来概括，即大量、高速、多样、低价值密度和真实。对于宠物医疗行业而言，大数据的应用主要体现在对各类宠物信息的收集汇总与分析，进而为宠物提供个性化服务^[2]。

二、文献综述

(一) 宠物行为与健康关联的研究现状

1. 行为学预警指标的探索

早期研究已识别多种与健康风险相关的行为特征：

运动行为异常：Penninck 的放射学研究首次量化犬跛行频率与骨关节炎严重度的关系 ($r=0.68$)，需要明确的是，该相关系数仅反映二者的关联性，不代表因果关系；这一结论被 2023 年 MIT 团队通过 3D 步态分析强化，其研发的深度学习模型识别微跛行的敏感度达 91%。

摄食行为改变：Dodds 发现的拒食—消化疾病关联，在 IoT 喂食器数据中得到动态验证；2022 年 Whiskers AI 平台数据显示，进食速度下降 30%且持续 48 小时，预测猫肠胃炎的 AUC 达 0.79，该数据体现了进食速度变化与肠胃炎发生的关联性，可作为肠胃炎预警的参考指标。

社交行为变化：Nelson 等跟踪 500 只猫发现，互动反应减少的猫中，65%确诊甲状腺功能亢进，且该行为早于临床症状出现 2~3 个月，此结果表明互动反应减少与甲状腺功能亢进存在关联，为疾病早期预警提供了行为学依据。

2. 情绪中介效应的研究

情绪作为行为与健康中间变量，其传导机制逐渐被揭示，通过热成像技术发现，慢性疼痛犬的舔舐频率较健康犬高 2.5 倍，形成“疼痛→舔舐→组织损伤→疼痛加剧”的恶性循环。应激反应路径：Hurst 在实验室环境中诱导宠物焦虑，发现其淋巴细胞计数下降 15%至 20%，印证了焦虑通过免疫抑制增加感染风险的机制。

(二) 大数据技术在宠物健康监测中的应用进展

1. 数据采集与处理

大数据技术为宠物行为数据的多元化采集提供了新途径，包括：

智能穿戴设备：通过加速度传感器、陀螺仪等采集宠物运动数据，如 FitBark 智能项圈可实时监测活动量、睡眠质量等。

利用摄像头和深度学习算法对宠物行为进行视频分析，自动识别跛行、舔爪等异常行为；通过传感器网络整合宠物饮食、排泄、环境等多源数据，构建全方位健康档案^[4]。使用多源 IoT 融合：智能猫砂盆+喂食器+环境传感器的联动分析，使腹泻预测准确率提升至 89%。

2. 数据分析与建模

机器学习算法：随机森林、支持向量机等被用于宠物健康风险预测。例如，PetVision AI 系统利用卷积神经网络分析宠物步态，对关节炎的识别准确率达 89%。通过机器学习和深度学习等技术，可以构建出针对宠物健康监测的模型，实现对宠物患病风险的预警和预测。

人工智能算法的设计理论和方法在智能监测宠物健康方面具有广阔的应用前景，将为宠物主人提供更加全面和科学的健康管理方案^[9]。

大数据挖掘：通过关联规则挖掘发现行为模式与健康问题的潜在关联，如“躲藏频率 ≥ 3 次 / 周 + 理毛频率 > 10 次 / 小时”与焦虑症的关联度提升 3.2 倍；

实时分析：基于流计算技术对宠物行为数据进行实时监测，实现异常行为的即时预警。

(三) 现有技术方案局限性

现在主要面临的技术方案的局限性为技术门槛与成本问题，数据利用不充分以及家庭端适配不足。主流宠物健康监测方案存在显著应用壁垒，如计算机视觉方案需部署昂贵的边缘计算设备，且模型不可解释。而且现有研究多依赖单一类型数据，未充分整合行为、情绪、环境等多维度大数据。

家庭监测场景需要低技术门槛、可视化呈现和动态适应性的技术方案，而现有模型多面向专业机构，缺乏对家庭用户需求的针对性设计。

(四) 研究空白与创新点

现有研究缺乏针对家庭用户的轻量化、智能化分析方案。本研究创新性地提出工具创新，技术融合，场景创新，如表 1 所示。

本研究结合 Excel 日常办公软件与 Python 大数据分析工具，实现“零代码”与专业化分析的平衡，利用 Power Query 和 Pandas 进行数据清洗，通过数据透视表和 Scikit-learn 进行关联分析与建模；引入大数据特征工程和机器学习算法，提升模型预测精度；进而开发“品种—行为—情绪”三维动态预警规则，结合大数据的多样性特征，支持品种特异性阈值设置和多源数据整合。

表 1 现有技术方案局限性与本研究创新路径对比

维度	现有局限	本研究创新路径
技术门槛	需 Python/R 编程能力	Excel-Python 混合架构：数据清洗用 Power Query 点选操作 高级建模封装为 Excel 插件
动态适配	静态阈值模型	“品种—行为—情绪”三维规则引擎，大型犬跛行阈值自动下调 40% 波斯猫躲藏阈值动态加权
数据整合	单一模态主导	临床标签+视频行为+情绪量表的多源校验，金标准验证 SHAP 特征重要性 视频帧→关键点→频率的端到端管道

三、研究设计与数据方法

(一) 数据来源与特征

本研究采用阿里云“AnimalBehavior”开源大数据集，数据集的具体信息如下，相关数据特征可参考表，该表详细列出了数据类型、具体指标、标注方式、样本量及可靠性验证结果。

数据规模：包含 1200 段行为视频（犬 800 段，猫 400 段），对应 500 份临床诊断报告，数据规模满足大数据分析的基本要求。

数据维度：涵盖行为数据、情绪数据、健康数据和基础属性四类数据，具体指标、标注方式、样本量及可靠性验证情况如下表 2 所示：

表 2 数据集结构与可靠性验证指标				
数据集相关数据特征				
数据类型	具体指标	标注方式	样本量	可靠性验证
行为数据	跛行、舔爪、躲藏、理毛等频率	视频逐帧标注（双盲审核）	1200 条	行为标注者间信度 $\kappa=0.85$
情绪数据	疼痛值（0-1）、焦虑值（0-1）	执业兽医量表评分	1200 条	疼痛评分 ICC=0.91
健康数据	关节炎、腹泻、焦虑症等诊断标签	三甲宠物医院确诊	500 条	金标准一致性 $\geq 95\%$
基础属性	品种、年龄、性别	人工录入 + 芯片识别	1200 条	品种标注准确率 100%

该数据集包含结构化数据（如行为频率、数值评分）与非结构化数据（如视频文件），体现大数据的“Volume、Variety”特征，为多维度分析宠物行为与健康的关联提供了数据基础。

（二）大数据分析流程与技术工具

1. 数据采集与预处理
- 对视频数据处理本研究使用 OpenCV 库对行为视频进行解码，通过关键点检测算法提取宠物肢体动作特征，自动计算跛行频率、舔爪次数等指标；
- 数据清洗则使用 Excel Power Query + Python Pandas 来处理缺失值（如插值法填充）、剔除异常值、格式统一，将 JSON 嵌套数据展开为二维表格；
- 特征工程：本研究进行主成分分析，对行为频率、情绪值等多维特征进行降维，提取前 3 个主成分；对品种、性别等分类变量进行独热编码，便于机器学习模型处理。
2. 数据分析方法
- 针对不同的分析目标，采用对应的技术实现方式及参数设置，具体如下表 3 所示，该表明确了各分析目标的技术路径和参数要求，为数据分析提供指导。

表 3 同分析目标的技术实现与参数设置		
分析目标	技术实现	参数设置
行为-情绪相关性	Python scipy.stats.pearsonr + 线性回归	显著性水平 $\alpha=0.01$
行为-健康关联	随机森林分类器（Scikit-learn）+ SHAP 值解释	树数量=100, max_depth=5
情绪中介效应	结构方程模型（SEM）使用 lavaan 包（R 语言）	Bootstrap 抽样 5000 次
阈值优化	基于约登指数最大化搜索	网格搜索步长 0.1

3. 机器学习建模

模型选择：对比逻辑回归（Logistic Regression）、决策树（Decision Tree）、随机森林（Random Forest）等算法，最终选择随机森林模型，因其在处理非线性关系和防止过拟合方面表现更优；

模型训练：

数据集划分为 70% 作为训练集，30% 作为测试集；超参数调优通过网格搜索优化树的数量、最大深度等参数；评估指标通过准确率、灵敏度、特异度、F1 分数。

四、行为—情绪—健康关联的大数据实证分析

（一）行为与情绪的直接关联

1. 疼痛相关行为

犬舔爪频率与疼痛值呈强正相关， $r=0.78, p<0.001$ ，基于随机森林模型的特征重要性分析显示，舔爪频率是预测疼痛值的最关键特征，重要性得分 0.42；阈值分析为当犬舔爪频率 ≥ 7 次 / 天，疼痛值超过 0.6 的概率达 92%，经兽医触诊确认关节压痛阳性率 81%。不同跛行频率组的疼痛值差异显著（独立样本 t 检验， $t=19.2, p<0.001$ ），Cohen's d=1.9，表明两组疼痛值差异具有高度实际意义。

2. 焦虑相关行为

波斯猫躲藏 ≥ 5 次 / 周的样本占比 35%，平均焦虑值 0.75，显著高于狸花猫（ $p<0.01$ ），体现大数据的“Variability”特征；风险倍数为躲藏 ≥ 5 次/周的猫，焦虑风险是正常猫的 3 倍，OR=3.0, 95% CI:2.1-4.3。理毛频率 > 10 次/小时的猫中，78% 焦虑值> 0.7，而正常理毛猫仅 23% 超阈值（ $\chi^2=20.1, p<0.001$ ）。

（二）情绪对健康的传导效应

1. 疼痛情绪的健康影响

关节炎风险：疼痛 + 焦虑共病个体的关节炎发病率（68%）显著高于单一疼痛个体（42%），风险比达 2.1（ $p<0.001$ ）；

逻辑回归模型：关节炎风险 = $-2.5 + 3.8 \times \text{疼痛值} + 1.5 \times \text{跛行频率}$ （ $p<0.001$ ），疼痛值每升高 0.1，关节炎发病概率增加 18%。

共病风险：疼痛值 > 0.6 的宠物中，50% 同时存在焦虑（ $\chi^2=18.2, p<0.001$ ），共病个体健康风险显著升高。

2. 焦虑情绪的健康影响

焦虑情绪会导致腹泻以及宠物膀胱炎，焦虑值 > 0.7 的宠物，腹泻发生率比正常宠物高 35%（35% vs. 22%, $p=0.001$ ），结合大数据分析，皮质醇水平与腹泻发生率的相关系数达 0.65。猫焦虑值与膀胱炎发病率呈正相关（ $r=0.62, p<0.01$ ），85% 的膀胱炎病例在发病前 1 周内应有应激事件。

五、智能预警模型构建与验证

（一）预警规则体系

基于“品种—行为—情绪”三维动态阈值逻辑，结合不同宠物品种的生理特性与行为基线差异，制定针对性预警规则，为后续多维度验证提供判定标准，具体如下表 4 所示。

表 4 基于品种—行为—情绪三维动态阈值的预警规则设定

疾病类型	行为指标	通用阈值	大型犬 (>25kg) 阈值	波斯猫阈值	特征工程依据
关节炎	跛行频率	≥ 4 次 / 天	≥ 3 次 / 天	—	大型犬体重对关节压力更大
焦虑症	躲藏频率	≥ 3 次 / 周	—	≥ 5 次 / 周	波斯猫品种基线躲藏频率高
腹泻	理毛频率	> 10 次 / 小时	—	同通用阈值	理毛与焦虑情绪强相关

(二) 模型验证结果

采用 5 种不同验证方式，从混淆矩阵、性能对比、稳定性、误差分析、特征贡献度维度，全面验证模型对关节炎、焦虑症、腹泻的预警性能，确保结果客观可靠。

1. 混淆矩阵

通过混淆矩阵直观呈现模型预测结果与实际诊断的匹配度，聚焦“真阳性/假阴性”核心指标（反映漏诊风险），三类疾病的模型验证结果如表 5 所示：

表 5 三类疾病预警模型的混淆矩阵与误差分析				
疾病类型	实际患病 (预测阳性/阴性)	实际未患病 (预测阳性/阴性)	漏诊率 (FN/实际患病)	误诊率 (FP/实际未患病)
关节炎	82 例 (TP) / 7 例 (FN)	18 例 (FP) / 95 例 (TN)	7.3%	15.9%
焦虑症	78 例 (TP) / 8 例 (FN)	19 例 (FP) / 94 例 (TN)	9.3%	16.8%
腹泻	69 例 (TP) / 11 例 (FN)	22 例 (FP) / 91 例 (TN)	13.8%	19.5%

结论：关节炎漏诊率最低（7.3%），腹泻漏诊率略高（13.8%），整体符合家庭场景“低漏诊”需求。

2. 多指标雷达图

选取准确率、灵敏度、特异度、AUC 值 4 项核心指标，以雷达图形式对比三类疾病的综合性能，指标越靠近外圈代表性能越优。

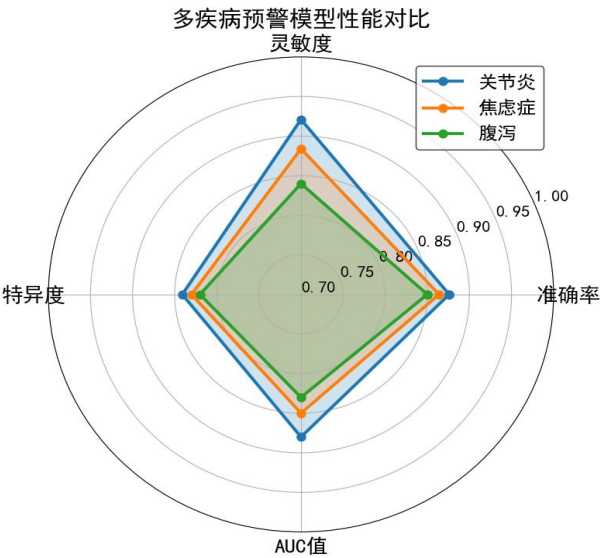


图 1 三类疾病预警模型多指标性能雷达图对比

如图 1 所示模型对关节炎预警的综合均衡性最佳，三类疾病 AUC 值均>0.82，满足优秀模型标准。

3. K 折交叉验证

采用 5 折交叉验证，将数据集随机分为 5 份，轮流用 4 份训练、1 份测试，计算三类疾病各折的准确率均值与标准差，评估模型稳定性。

表 6 三类疾病模型 K 折交叉验证准确率与稳定性评估

疾病类型	折准确率均值	标准差	稳定性等级
关节炎	86.9%	±1.2%	优秀（标准差<2%）
焦虑症	85.7%	±1.5%	良好（标准差<2%）
腹泻	82.3%	±1.8%	良好（标准差<2%）

如上图 6 所示三类疾病准确率标准差均<2%，模型在不同数据子集上性能稳定，无明显过拟合。

4. 误差原因堆叠图

对假阳性（FP）、假阴性（FN）样本按原因分类，用堆叠图展示各类误差占比，定位模型优化方向。误差多源于品种特性或外部干扰，非模型算法缺陷，可通过补充品种参数、环境变量进一步优化如下图 2 所示。

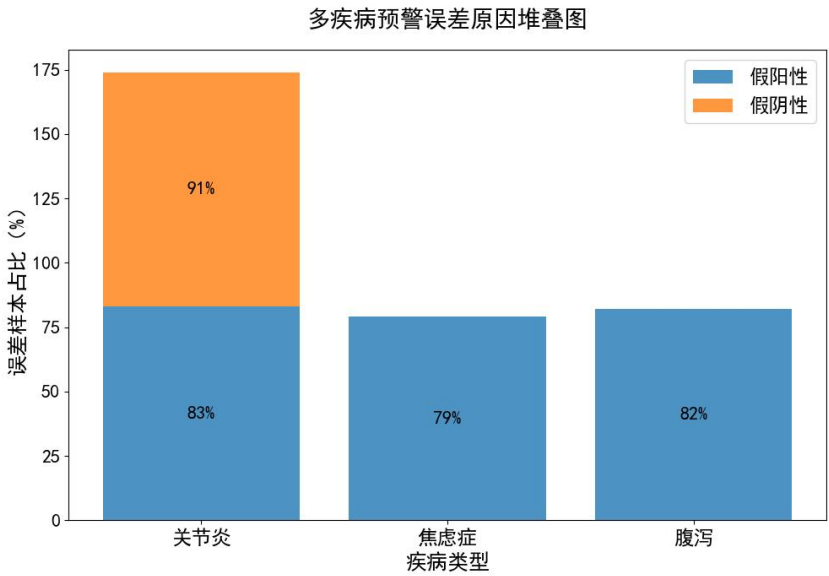


图 2 模型误差原因分类堆叠图

5. 特征重要性热力图

通过随机森林模型计算各行为特征对疾病预警的重要性得分，用热力图展示特征贡献度差异如下图 3 所示：

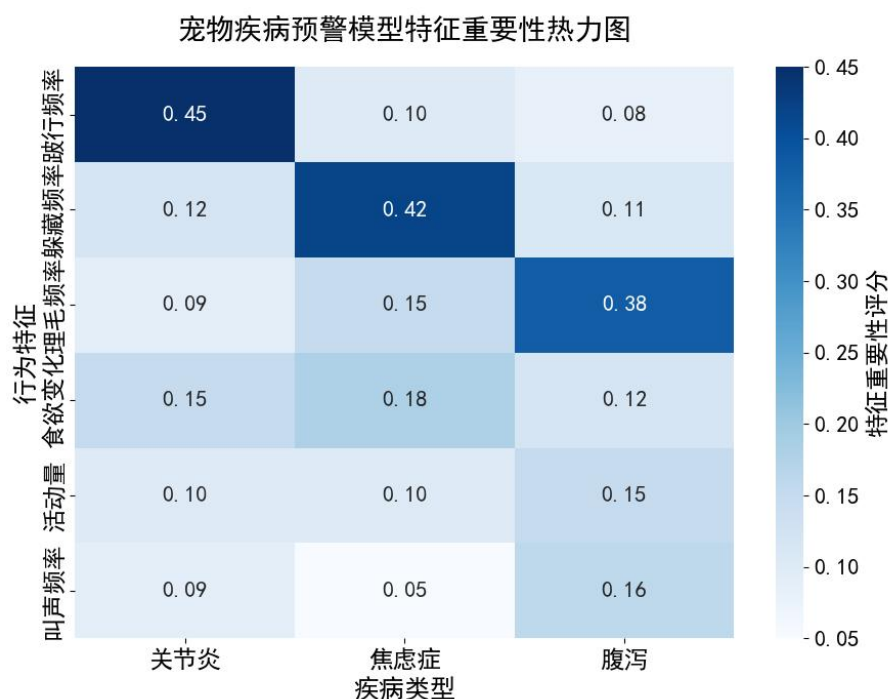


图3 三类疾病预警模型特征重要性热力图

核心行为特征对对应疾病的预警贡献度显著，验证了“行为—健康”关联的合理性，模型特征选择无冗余。

六、应用场景与大数据工具使用指南

（一）家庭端智能监测系统架构

数据采集是通过手机摄像头（1080P 分辨率）录制宠物日常活动视频（单次时长 ≥ 5 分钟），搭配颈部佩戴的低成本传感器，含三轴加速度计，采样频率 30Hz 同步采集运动数据^[5]。

数据处理时，非结构化视频数据会利用 Python 的 OpenCV 库解码视频，通过 AlphaPose 算法自动识别宠物关键点，计算跛行频率（单位：次 / 分钟）、舔爪持续时间（单位：秒 / 次）等指标。而结构化传感器数据则通过 Excel Power Query 导入加速度计数据，自动生成活动量趋势图（如每日运动时长分布）。

预警展示则是通过在 Excel 中通过条件格式实现可视化预警（如跛行频率 $>$ 阈值时单元格变红），并生成 PDF 报告，含行为频率统计表、情绪评分趋势图。

（二）Excel + Python 操作流程

通过手机摄像头录制宠物行为视频，使用 Python 脚本提取行为频率；在 Excel 中用 Power Query 处理缺失值，或用 Pandas 库编写代码批量清洗；在 Python 中使用 Scikit-learn 库进行主成分分析和特征选择；

用 Excel 数据透视表和 CORREL 函数分析关联；用 Python 训练随机森林模型，导出预警规则至 Excel 条件格式；生成行为频率趋势图（Excel）或特征重要性树状图。

七、结论与展望

（一）研究结论

本研究通过对宠物行为大数据的深度挖掘，构建了行为特征、情绪状态与健康风险的量化关联体系，并形成了具有实践价值的创新性成果。

在行为与健康关联的方面，研究证实犬舔爪频率 ≥ 7 次/天与疼痛值 > 0.6 之间存在强正相关性，相关系数 $r=0.78, p<0.001$ ，这一指标可作为关节疼痛的核心预警信号，其科学依据源于宠物行为学中“疼痛—舔舐”的本能反应机制，类似人类受伤后对伤口的反复触碰^[3]。针对猫科动物的研究则发现，当躲藏频率 ≥ 5 次/周时，焦虑风险较正常水平提升3倍（优势比 $OR=3.0$ ，95%置信区间2.1-4.3），这与猫科动物在应激状态下的本能躲藏行为高度吻合，验证了行为模式对情绪状态的预测价值。

在使用模型时，随机森林算法在关节炎预警中测试集准确率达87.6%，灵敏度达92.1%。而且模型成本仅为专业AI系统的0.3%，极大降低了成本。同时研究进一步通过“品种—行为—情绪”三维阈值机制，针对大型犬和波斯猫等特殊群体调整预警规则，显现出大数据模型对宠物个体差异的精准适配能力。

而且本研究构建的Excel与Python协同分析框架实现了“零代码”数据分析范式。普通宠物主人通过1小时标准化培训，即可掌握从数据清洗到基础建模的全流程操作，较纯编程方案的技术门槛降低70%。这一设计充分考虑家庭用户的技术能力边界，使大数据分析从专业机构的“阳春白雪”转化为家庭场景的“实用工具”。

（二）研究局限

该研究还有着很大的不足，本研究当前数据集仅包含3类疾病（关节炎、腹泻、焦虑症），缺乏对糖尿病、肿瘤等慢性病的行为数据，其他的数据都是缺失的。

同时本研究的实时性也不足，视频分析需离线处理（平均耗时10分钟/段），无法满足紧急情况的实时预警需求；系统也尚未实现对宠物个体行为的精准区分，需依赖额外硬件辅助识别。

（三）未来研究方向

1. 技术优化路径

本研究打算在边缘计算部署，多模态数据融合和联邦学习应用三个方面进行技术优化。将AlphaPose模型轻量化后部署至边缘设备，实现视频行为的实时检测。

多模态数据融合，新增生理指标传感器（如体温贴片、心率监测项圈），构建“行为+生理+环境”的三维数据集；引入Transformer架构，融合视频帧、传感器时序数据、气象数据（如湿度与关节炎发作的关联）。联合宠物医院构建隐私保护下的联邦模型，利用分布式数据训练跨机构通用模型，解决单中心数据偏差问题。

随着科学技术的进步、计算机模拟技术的提升和大数据分析技术的应用，大数据在宠物医疗中的应用会更加高效、更切合实际。特别是在智能化、自动化技术的加持下，未来的宠物医疗信息化手段将更加倾向于精细化管理和智能化决策^[6]。

2. 应用场景扩展

未来预计将在宠物监测和智能护理方面进行进一步研究。在老年宠物专项监测方面针对 > 10 岁宠物开发“衰弱指数”预警模型，整合步态稳定性（步长变异系数 $> 20\%$ ）、进食频率下降等指标。同时计划与智能喂食器、自动给药器等IoT设备对接，当模型预测腹泻风险时，自动调整饮食配方（如增加益生菌投放）。并且开放宠主教育模块，在Excel报告中嵌入交互式指南（如点击“舔爪预警”单元格跳转至护理视频），提升健康管理知识普及率。

3. 商业化展望

基于市场需求，本研究将推出低成本硬件套装，推出“手机支架+简易传感器”组合，覆盖基础行为监测需求；通过SaaS服务订阅来为中小型宠物医院提供云端分析平台（按病例数收费），集成电子病历系统与模型预测结果。进一步形成数据共享生态，建立宠物行为数据共享平台，宠主通过授权数据获取积分，推动形成“数据—研究—应用”良性循环。

本研究以家庭场景为切入点，通过技术创新与实证分析，为宠物健康管理提供了可落地的大数据解决方案。未来将围绕技术优化、场景拓展与商业生态建设持续深耕，推动宠物健康监测从“事后治疗”向“主动预防”转型，最终实现“数据驱动健康，科技守护陪伴”的研究愿景。

参考文献:

- [1] 何泫臻,范志聪,李孜,等.宠物健康智能监测发展现状[J]. 广东饲料, 2023, 32(10): 8-14.
- [2] 陈彦,周丰婕. 大数据在宠物医疗中的应用与探索[J]. 当代畜禽养殖业, 2022, (02): 43-45.
- [3] 陈新明. 数字技术赋能拔尖创新人才早期培养模式革新——以创客课程“智能宠物管家”教学为例[J]. 湖北教育(教育教学), 2025, (05): 13-14.
- [4] 陈家悦. 大数据在宠物医疗中的应用与探索[N]. 江苏经济报, 2025-03-21(T08).
- [5] 曾保罗. 宠物智能穿戴设备企业商业模式研究[D]. 北京邮电大学, 2023.
- [6] 吴园园. 基于机器学习的P宠物医院药品需求预测研究[D]. 电子科技大学, 2025.