

# 반려동물 행동 분석 기반 이상행동 예측 시스템

신민찬\*, 문남미\*\*

호서대학교 컴퓨터공학과

shinmc0322@gmail.com, nammee.moon@gmail.com

## Abnormal behavior prediction system based on companion animal behavior analysis

Minchan Shin\*, Nammee Moon\*\*

Dept. of Computer Science and Engineering, Hoseo University

### 요 약

최근 반려동물 관련 산업이 증가함에 따라 반려동물의 행동을 분석하는 연구가 진행되고 있다. 이를 바탕으로 본 논문에서는 반려동물 행동 분석을 통한 이상행동 예측 시스템을 제안한다. 이 시스템은 CCTV로부터 반려동물의 영상 데이터를 수집하고, YOLOv4(You Only Look Once version 4)를 통해 반려동물의 객체를 탐지한다. 행동을 분석하기 위해 탐지된 반려동물 객체를 DeepLabCut 딥러닝 알고리즘을 사용하여 관절 좌표 정보를 추출한다. 추출된 관절 좌표와 반려동물의 일반적인 행동을 매칭하여 이상행동을 예측하기 위한 DNN(Deep Neural Networks)의 입력 데이터로써 사용된다. 위 과정을 통해 반려동물의 전체적인 행동을 분석하여 이상행동을 예측한다. 이 시스템을 통해 반려동물의 행동을 분석하고 이상행동을 예측함으로써 반려동물 의료 관련 사업에도 적용될 수 있을 것이다.

### 1. 서론

최근 1인 가구와 고령 가구의 증가로 국내 반려동물의 수가 1000만 마리에 이를 정도로 증가하고 있다[1]. 또한, 2019년 반려동물 보유 가구의 비율이 26.4%로 많은 가구가 반려동물과 함께 생활하고 있다[2]. 이러한 이유로 반려동물 중심의 서비스 확장 및 반려동물 관련 산업에 대한 중요성과 ICT(Information & Communications Technology) 기술을 통한 반려동물과 관련된 문제 해결에 대한 요구가 높아졌다[3]. 그러므로 반려동물에 대한 행동학, 상황인지, 수의료 연계 등 다양한 ICT 융합을 통한 반려동물 상태인지 기술이 필요한 실정이다. 그래서 현재는 반려동물 상태인지를 하기 위한 인공지능의 기반을 둔 반려동물의 행동 분석에 관한 연구가 중점적으로 이루어지고 있다[4,5].

위 내용과 같이 반려동물의 행동 분석을 위한 연구의 확장을 위해 본 논문에서는 반려동물의 행동 분석을 통해 이상행동을 예측하기 위한 시스템을 제안한다. 이 시스템은 CCTV를 통해 수집된 반려동물의 영상 데이터를 바탕으로 YOLOv4(You Only Look Once version 4) 모델을 통해 반려동물 객체를 탐지한다. 행동을 분석하기 위한 반려동물의 관

절 좌표를 도출하기 위해서 DeepLabCut 딥러닝 알고리즘을 사용한다. 도출된 관절 좌표와 반려동물이 취하는 일반적인 행동을 매칭하고 DNN(Deep Neural Network)을 통해 행동 분석을 진행하여 반려동물의 이상행동을 예측한다.

### 2. 관련연구

#### 2-1. 실시간 객체 탐지

객체 탐지는 이미지나 동영상에서 사람, 동물, 차량 등과 같은 객체를 식별할 뿐만 아니라 위치를 정확하게 찾기 위한 컴퓨터 비전 기술이다[6]. 영상에서 객체를 인식하기 위해 일반적으로 대상에 대한 영역을 지정하고 객체의 종류와 위치를 학습된 모델로 예측한다. 이 과정을 거치기 위해서는 영상과 영상 내의 객체의 종류 및 위치 정보가 포함되어야 한다.

실시간 객체 탐지는 카메라로부터 입력받은 영상 내에 존재하는 객체를 탐지하는 기술로 정확도와 빠른 인식 속도를 가져야 한다. 이러한 특성을 반영하는 모델 중 하나로 1-Stage Detector 모델인 YOLO가 있다[7]. YOLO는 2-Stage 탐지 모델들이 느리다는 단점을 해결하기 위해 나온 실시간 객체 탐지 모

텔이다. 이 모델을 사용하여 빠른 객체 탐지와 2-Stage Detector 모델보다 비교적 높은 정확도를 보여준다. 또한, 이미지 전체를 한 번에 바라보는 방식으로 클래스에 대한 맥락적 이해도가 높으며, 객체에 대한 일반화된 특징을 학습한다. 현재 YOLO의 확장된 버전으로 높은 정확도와 빠른 객체 탐지를 하는 YOLOv4 모델이 발표됨에 따라 YOLOv4 모델을 사용한 실시간 객체 탐지를 위한 연구가 진행되고 있다[8].

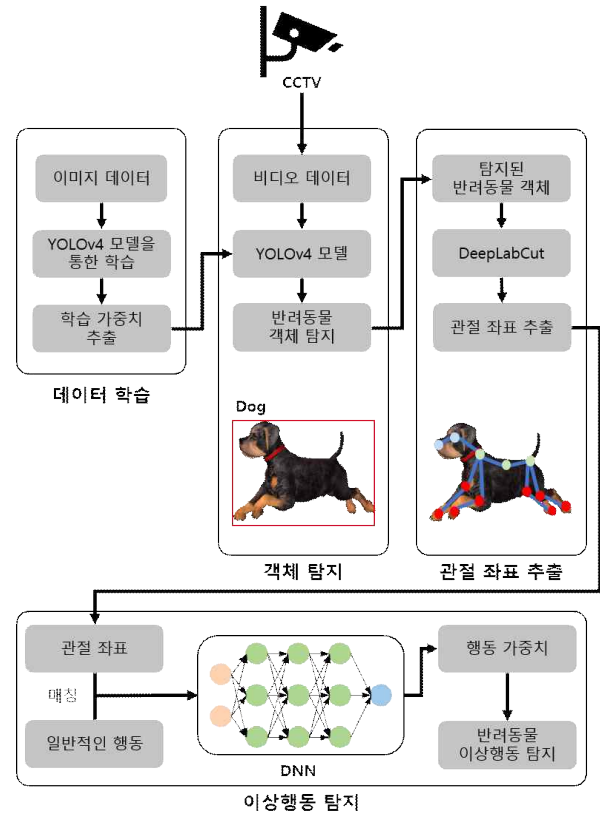
### 2-2. DeepLabCut

비디오 그래피는 다양한 환경에서 동물의 행동을 관찰하고 기록하는 방법을 제공하지만, 추가 분석을 위한 행동의 특징 측면 추출은 많은 시간이 소요된다[9]. 그러므로 최소한의 훈련데이터를 이용하여 높은 성능을 도출할 수 있어야 한다.

DeepLabCut은 최소한의 학습 데이터로 높은 성능을 도출하기 위해 DNN을 이용한 전이 학습을 통해 3D Markerless 자세 추정을 위한 효율적인 방법을 제시한다[9]. 또한, 광범위한 행동에서 여러 종의 다양한 신체 부위를 추적하여 프레임워크의 다양성을 보여준다. 이러한 특징을 바탕으로 현재 DeepLabCut을 통해 동물의 행동 추정에 높은 성능의 결과로써 많은 연구에 활용되고 있다[10,11].

### 3. 시스템 개요

본 논문에서는 반려동물의 행동 분석을 통해 이상행동을 예측하기 위한 시스템을 구성한다. 이 시스템은 크게 데이터 학습 부분, 객체 탐지 부분, 관절 좌표 추출 부분, 이상행동 탐지 부분 총 네 가지로 나누어져 있다.



(그림 1) 시스템 개요.

#### 3-1. 데이터 학습

반려동물의 이미지 데이터는 The Oxford-IIIT Pet 데이터 세트를 사용한다. 데이터 세트는 25종의 개의 이미지와 12종의 고양이 이미지에 대해 크기, 자세, 조명이 다른 7349개의 이미지를 포함하고 있다. 이 데이터 세트를 기반으로 학습 및 테스트 데이터로 나누어 학습 데이터는 YOLOv4 모델을 통해 학습을 진행하여 학습 가중치를 도출한다. 이후 테스트 데이터는 학습 가중치를 통해 적합성 판단을 위한 기준 데이터로 사용된다.

#### 3-2. 반려동물 객체 탐지

반려동물의 객체를 탐지하기 위해서 데이터 학습 부분에서 도출된 학습 가중치와 CCTV의 영상 데이터를 YOLOv4 모델의 입력 데이터로 사용하여 실시간으로 반려동물의 객체를 탐지한다.

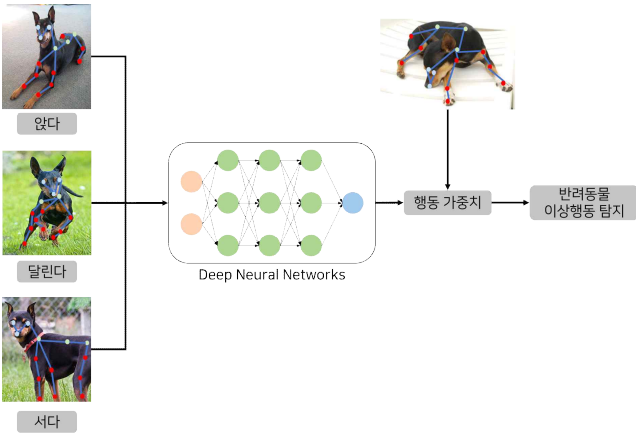
#### 3-3. 관절 좌표 추출

탐지된 반려동물 객체의 행동을 추정하기 위해서는 관절 좌표가 필요하다. 관절 좌표를 추출하는 방법으로 자세 추정을 위한 3D Markerless DeepLabCut 딥러닝 모델을 사용한다. DeepLabCut

은 영상에서 탐지된 반려동물 객체의 각 관절을 추정하여 좌표를 설정한다. 이를 통해 각 행동에 해당하는 관절 좌표에 대한 일반적인 행동을 매칭하기 위한 수단으로 사용한다.

**3-4. 이상행동 탐지**

반려동물의 이상행동을 탐지하기 위해서 DeepLabCut을 통한 도출된 반려동물의 관절 좌표와 반려동물의 일반적인 행동 (앉다, 서다, 걷다, 달리다 등)을 일반적인 행동으로 분류하여 매칭을 진행한다. 매칭된 데이터는 학습을 위한 DNN의 입력 데이터로 사용되며, 반려동물의 행동에 대한 행동 가중치를 도출한다. 이 가중치를 이용하여 CCTV의 영상 데이터 반려동물의 행동을 실시간으로 감지하여 일반적인 행동을 벗어난 행위가 발견되면 이상행동으로 분류하여 탐지한다.



(그림 2) 이상행동 탐지 프로세스.

**4. 결론**

최근에 반려동물 중심의 서비스 확장과 관련 산업에 대한 중요성이 두드러짐에 따라 반려동물에 관련된 행동학, 상황인지, 수의료와 같은 부분에 많은 관심이 쏠리고 있다. 이러한 상황에 발맞춰 인공지능을 기반을 둔 많은 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 위와 같은 연구의 확장 방안으로 반려동물의 행동 분석을 통한 이상행동을 예측하기 위한 시스템을 제안한다. 이 시스템은 반려동물의 이상행동을 실시간으로 탐지하여 예측하기 위해 YOLOv4 모델과 DeepLabCut 모델의 융합한다. 이를 통해 탐지된 반려동물의 객체와 관절 좌표를 활용하여 반려동물의 이상행동을 예측한다.

제안된 시스템은 반려동물의 한 종류에 한정 지어지지 않고 다양한 동물에게도 적용하여 이상행동을

탐지할 수 있고, 현재 동물 의료 관련 사업이 확장됨에 따라 이 시스템을 적용하여 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

**사사**

이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012R1A2C2011966)

**참고문헌**

[1] Kim J. “텔레바이오인식기반 반려동물 개체식별 기술 표준화 동향”, REVIEW OF KIISC, 2020, vol. 30, no. 4, pp. 35-38.  
 [2] 김석은, “The Effect of Rearing Knowledge on Rearing Satisfaction in Companion Animals”, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 2021, vol. 22, No. 1, pp. 333-337.  
 [3] Lee, M. H., Kang, J. Y., Lim, S. J. “Design of YOLO-Based Removable System for Pet Monitoring”, Journal of the Korea Institute of Information and Communication, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 22-27.  
 [4] 조지연, 이성수, “Customized Pet Care and Training System Using Nose-Print Recognition, Pet Robot, and Pet Band”, Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers, 2020, vol. 24, no. 3, pp. 909-912.  
 [5] Boteju, W. J. M., Herath, H. M. K. S., Peiris, M. D. P., Wathsala, A. K. P. E., Samarasinghe, P., Weerasinghe, L. “Deep Learning Based Dog Behavioural Monitoring System”, In 2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), 2020, pp. 82-87.  
 [6] Zhao, Z. Q., Zheng, P., Xu, S. T., Wu, X. “Object detection with deep learning: A review” IEEE transactions on neural networks and learning systems”, IEEE transactions on neural networks and learning systems, 2020, vol. 30, no. 11, pp. 3212-3232.  
 [7] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. “You only look once: Unified, real-time object detection”, In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2016,

pp. 779-788.

[8] Jiang, Z., Zhao, L., Li, S., Jia, Y. "Real-time object detection method based on improved YOLOv4-tiny", arXiv preprint arXiv:2011.04244., 2020, pp. 1-14.

[9] Mathis A., Mamidanna P., Cury K.M., Abe T., Murthy V.N., Mathis M.W., Bethge, M., "DeepLabCut: markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning", Nature neuroscience, 2018, vol. 21, no. 9, pp. 1281-1289.

[10] Nath, T., Mathis, A., Chen, A. C., Patel, A., Bethge, M., Mathis, M. W. "Using DeepLabCut for 3D markerless pose estimation across species and behaviors", Nature protocols, 2019, vol. 14, no.7, pp. 2152-2176.

[11] Labuguen, R., Bardeloza, D. K., Negrete, S. B., Matsumoto, J., Inoue, K., Shibata, T. "Primate markerless pose estimation and movement analysis using DeepLabCut", In 2019 Joint 8th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2019 3rd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR), 2019, pp. 297-300.