

# X-ray영상에서 퍼지 영상개선과 YOLO를 이용한 반려동물 근골격계 질환 진단

노정현, 전왕수, 이상용

경남대학교 컴퓨터공학부

wjdgus0967@naver.com, jws2218@naver.com, syrhee@kyungnam.ac.kr

## From X-ray image predict of musculoskeletal disorders in pet using the YOLO model with fuzzy image enhancement

Noh, Jeong-Hyun, Jeon, Wang-Su, Rhee, Sang-Yong

Department of Computer Engineering, University of Kyungnam

### 요 약

본 논문은 반려동물의 x-ray 영상을 분석하여 근골격계 질병인 대퇴골 탈구, 슬개골 탈구, 전십자인대 파열 3개의 질병을 YOLOv5를 사용해 6개의 클래스로 분류한다. 높은 정확도를 나타내기 위해 전처리에 퍼지 영상 개선, 예측에 모델 앙상블과 TTA를 한다. 그 결과 퍼지를 적용시킨 모델들의 정확도가 2.2% 향상되었고, 앙상블과 TTA를 추가했을 때 2%가 더 늘어난 70.9%를 나타냈다.

### I. 서론

반려동물 양육 가구는 638만 가구로 860만 마리를 키우는 것으로 점점 증가함에 따라[1] 반려견의 건강을 위해 병원을 찾는 사람 또한 많을 것으로 추정된다. 김 등[2]의 조사에 따르면 반려동물이 병원에 내원하는 주요 질환 중에서 근골격계 질환은 6위이다. 근골격계 질환은 x-ray 영상을 수의사가 직접 육안으로 분석한 후에 진단하기 때문에 많은 경력이 필요하다. 그러나 경력이 적은 수의사는 x-ray 영상을 보고 오진할 수 있고 이로 인해 진료비 과다나 진단 시간이 지연되는 등의 문제가 발생할 수 있다 [3]. 그러므로 인공지능 기반의 근골격계 x-ray 영상분석으로 저동화할 필요성이 있다.

최근 딥러닝 기술의 발전에 따라 의료영상을 분석하는 방법으로 많이 사용되고 있으며, 수의 의료영상 분석 또한 많이 사용되고 있다. 김 등[4]은 대퇴골탈구를 진단하기 위해 keypoint-RCNN을 사용한 고관절질환을 예측했다. 이 등[5]은 무릎관절 부분을 검출한 후에 DNN과 LSTM으로 슬개골탈구를 진단하는 방식을 제안했다.

S. Burti 등[6]은 Inception 등의 모델로 흉부 x-ray 영상을 분석하여 심장골격을 정상, 비정상적으로 분류했고, P. Arsomngem 등[7]은 DenseNet과 CAM(Class Activation Mapping)으로 폐 x-ray 영상을 정상, 비정상으로 분류했다. 기존의 연구는 하나의 질병의 이상 유무를 판단하거나 모델을 2개 이상 사용하기 때문에 end-to-end 학습보다 연산량과 시간이 많이 소요되는 문제가 있다.

본 논문에서는 근골격계 질환인 대퇴골 탈구, 슬개골 탈구, 전십자인대 파열 3개의 질환을 정상과 비정상적으로 분류하는 end-to-end 학습 방법을 제안한다. 제안한 모델은 영상의 전경과 배경을 구분하기 위해 퍼지 영상 개선을 이용하여 대비 차이를 조절한 후에 데이터 증강을 수행한다. 그 후 YOLOv5-l6와 YOLOv5-x6 모델을 이용하여 학습하고, 예측 시에는 두 모델을 앙상블하고 TTA(Test-Time Augmentation)[8]를 사용한다. 이 방법으로 근골격계질환을 예측한 결과 70.9%의 정확도를 보였다.

### II. 근골격계 질병 진단 방법

본 논문의 시스템 구성도는 그림 1과 같다. 입력된 영상은 퍼지 영상개선으로 전경과 배경을 구분한 후, 영상을 640×640 크기로 조절하고 데이터 증강을 한다. 전처리된 영상을 YOLOv5-l6와 YOLOv5-x6 모델으로 학습한다. 예측할 때 모델들을 앙상블과 TTA를 사용한다.

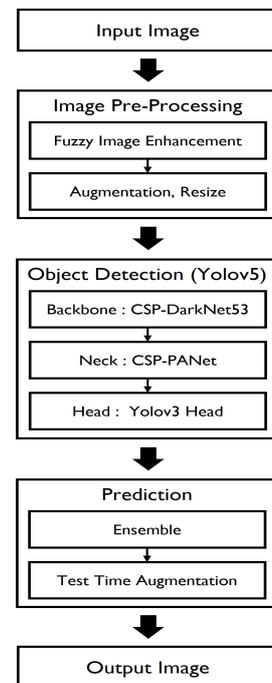


그림 1. 시스템 구성도

### 2.1 영상 전처리

Alhub에서 제공하는 반려동물 근골격계 x-ray 영상을 사용한다. 의료영

상은 픽셀값의 대비 차이가 크지 않아 전경과 배경을 명확하게 구분하기 쉽지 않으므로 픽셀 간의 대비를 조절할 필요가 있다. 기존의 대비조절은 영상의 전역적 또는 적응적 방법으로 히스토그램을 사용하여 조절하므로 영상의 전경과 배경이 구분되는 것이 아닌 소실이 발생할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 퍼지를 적용하여 영상을 개선하면 전경과 배경의 모호한 값을 계산하여 대비가 조절된다. 이 영상들을 640×640 크기로 조절한 뒤 데이터 증강을 하여 학습에 사용한다.

## 2.2 Yolov5

Yolov5는 백본, 넥, 헤드로 구성된다. 백본은 일반적인 사전학습된 모델을 사용하는데 여기서는 DarkNet53 모델에서 CSPNet[9]의 경량화 방법을 적용한 CSP-DarkNet53을 사용한다. 백본과 헤드를 연결하는 단계인 넥은 백본과 넥의 특징맵들을 연결한 형태인 CSP-PANet을 사용해 백본과는 다른 특징맵을 추출한다. 마지막 헤드는 검출하는 단계로 Yolov3의 헤드와 같은 헤드를 사용한다. 본 연구에서는 Yolov5 모델 중에 Yolov5-16와 Yolov5-x6 모델을 사용한다.

## 2.3 예측방법

예측방법은 모델들을 앙상블 한 후, TTA를 사용해 기존의 모델에서 정확도를 향상시킬 수 있다. TTA는 모델의 평가단계에서 데이터 증강을 사용하여 최종 결과를 예측하는 기법이다. 모델에 하나의 영상으로 평가하는 것이 아닌 변형된 영상에서 평가하므로 발생하는 오차를 줄일 수 있다.

## III. 실험 및 결과

본 연구의 실험환경은 다음과 같다. 운영체제는 Linux 18.04, CPU는 xeon silver 4214, 메모리는 256GB, GPU는 RTX 3090 1개를 사용하고, 딥러닝 프레임워크는 Pytorch 1.7.1을 사용한다. 데이터는 총 4,426장으로 학습 데이터 3,535장, 검증 데이터 439장, 평가 데이터 452장을 사용한다.

X-ray 영상에서 질병을 검출하고 분류하기 위해 Yolov5-16와 Yolov5-x6 모델로 실험한다. 이때 학습에 사용된 하이퍼파라미터는 학습률은 0.001, 최적화 함수는 SGD, 손실함수는 box, object, class 3개를 사용하고 반복횟수를 50회로 설정한다.

본 실험에서 제안한 모델을 성능평가 하기 위해 모델별로 mAP(Mean Average Precision), 특이도(Specificity), 민감도(Sensitivity), 정확도(Accuracy)를 계산하여 표 1에 나타낸다. Yolov5-16를 제외한 퍼지를 사용한 모델이 사용하지 않은 모델보다 2.2% 높았고, 퍼지 모델을 앙상블하면 70.2%로 1.3% 올랐으며, TTA를 추가로 사용하면 70.9%로 0.7% 올랐다. 그림 2는 제안한 모델의 예측 결과이다.

표 1. 모델별 성능비교 결과

	mAP (0.5)	Specificity	Sensitivity	Accuracy
Yolov5-16	69.5	56.3	68.3	67.9
Yolov5-x6	66.6	57.2	70.3	70.4
Fuzzy-Yolov5-16	68.8	<b>58.2</b>	67.8	67.5
Fuzzy-Yolov5-x6	68.9	55.2	68.0	68.1
Yolov5-16 + Yolov5-x6	68.0	50.0	72.3	72.1
Fuzzy-Yolov5-16 + Fuzzy-Yolov5-x6	70.2	49.3	71.0	70.8
Yolov5-16 + Yolov5-x6 (TTA)	68.8	41.2	<b>73.3</b>	<b>73.2</b>
Fuzzy-Yolov5-16 + Fuzzy-Yolov5-x6 (TTA)	<b>70.9</b>	42.3	72.2	72.3

## IV. 결론

본 논문에서는 Yolov5-16와 Yolov5-x6 모델로 반려동물의 대퇴골 탈구, 슬개골 탈구, 전십자인대 파열을 검출하고 분류했다. 그리고 전경과 배경을 구분하기 위해 퍼지 영상개선 방법을 적용하였고, 성능향상을 위해 앙상블과 TTA를 사용하였다. 그 결과 퍼지를 사용한 모델이 기본 모델보다 2.2% 증가하였고, 앙상블과 TTA를 진행했을 때 2%가 더 증가한 70.9%의 정확도를 나타냈다.

향후 연구는 근골격계 질병뿐만 아니라 흉부와 복부 x-ray 영상도 함께 진단하려고 한다. 병원에 내원할 때 근골격계 질병이 아닌 다른 질병으로도 내원하기 때문에 하나의 모델로 근골격계, 흉부, 복부 x-ray 영상을 진단하려고 한다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 과학기술정보통신부 지원을 받아 경남 SW융합클러스터2.0 특화산업 강화사업 과제로 수행한 연구 결과입니다. 본 과제(결과물)는 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다(2021RIS-003). 이 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국지능정보사회진흥원의 지원을 받아 구축된(AIHub) ‘반려동물 질병 진단을 위한 영상(근골격계)’을 활용하여 수행된 연구입니다.

## 참고 문헌

- [1] Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs, “The Whole Country, 6.38 Million Households Raise 8.6 Million Pets Announcemnet of the Results of The 2020 Public Awareness Survey on Animal Protection”, 2021.04.23.
- [2] Eunju Kim, et al, “Major Medical Causes by Breed and Life Stage for Dogs Presented at Veterinary Clinics in the Republic of Korea: a Survey of Electronic Medical Records”, Peer J, doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.5161>, 2018.
- [3] Consumers Korea, “Consumers Reports”, 2021.09.

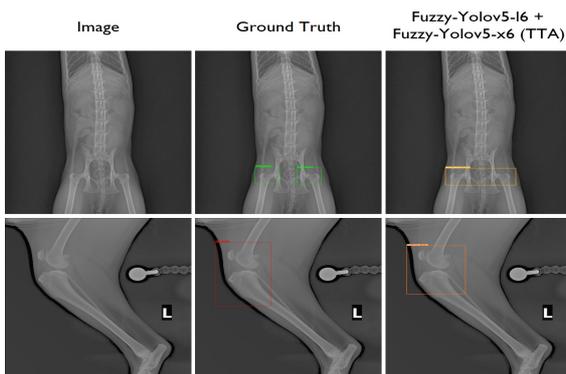


그림 2. 제안한 모델의 예측결과

- [4] Minkyung Kim, et al, "Reading Remoral Dislocation using Veterinary Image Processing based on Keypoint-RCNN", Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp.410-412, 2021.
- [5] Jongmo Lee, et al, "Veterianry Patellar Deviation Diagnosis System with Deep-Learning", The Human Computer Interaction Society of Korea, pp.475-480, 2021.
- [6] S. Burti, et al, "Use of Deep Learning to Detect Cardiomegaly on Thoracic Radiographs in Dogs", The Veterinary Journal, vol. 262, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105505>., 2020.
- [7] P. Arsomngern, et al, "Computer-Aided Diagnosis for Lung Lesion in Companion Animals from X-ray Images Using Deep Learning Techniques", 2019 IEEE 10th International Conference on Awareness Science and Technology, pp. 1-6, doi: [10.1109/ICAwST.2019.8923126](https://doi.org/10.1109/ICAwST.2019.8923126)., 2019.
- [8] G. Wang, et al, "Aleatoric Uncertainty Estimation with Test-Time Augmentation for Medical Image Segmentation with Convolutional Neural Networks", Neurocomputing, vol. 338, pp. 34-45, 2019.
- [9] CY. Wang, et al, "CSPNet: A New Backbone that can Enhance Learning Capability of CNN", Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition workshops, 2020.