

합리적 보험료 산정을 위한 OpenCV기반 반려동물 건강나이 예측 시스템

지민규* · 김요한* · 박승민**

OpenCV-Based Pets Health Age Prediction System for Reasonable Insurance Premium Calculation

Min-Kyu Ji* · Yo-Han Kim* · Seung-Min Park**

요약

국내 펫 보험은 2007년 첫 도입되어 현재 2024년 지금까지 많은 보험상품들이 생겼고 펫 보험 시장은 매년 증가하고 있는 추세이다. 하지만 실상은 2022년 기준 펫 보험 가입률은 전체 반려인의 0.8%이며 반려인들은 비싼 보험료 및 보장내역, 까다로운 가입 기준으로 인해 펫 보험 가입을 꺼리고 있다. 본 논문에서는 반려동물 안구질환 및 질환의 위치를 인식하고 건강나이를 예측 가능한 모델링을 제안한다. 먼저 EfficientNet을 활용해 반려동물의 안구질환을 인식하고 OpenCV를 활용 질환의 발병 위치와 크기를 인식하여 반려동물의 건강나이를 산출한다. 산출된 해당 건강나이를 바탕으로 보험사에서 펫 보험료 산정 시 보조하는 역할을 하고자 한다. 이 모델링은 반려동물 안구질환 및 건강나이를 합리적인 펫 보험 가격 산정 보조가 가능하다.

ABSTRACT

In 2007, the first domestic pet insurance policies were introduced, and by 2023, numerous insurance products had been developed. The pet insurance market has been expanding steadily. However, as of 2022, only 0.8% of all pet owners have subscribed to pet insurance. Pet owners hesitate to enroll in pet insurance due to expensive premiums, unclear coverage details, and strict enrollment criteria. This paper proposes a model capable of detecting pet eye diseases and predicting their health age. Initially, EfficientNet is employed to identify the pet's eye disease, while OpenCV is utilized to locate and measure the size of the disease, enabling the calculation of the pet's healthy age. By leveraging the calculated health age, the aim is to aid insurance companies in determining pet insurance premiums. This model can facilitate the calculation of reasonable pet insurance rates based on the pet's eye condition and health age. Ultimately, the objective is to implement a system capable of detecting pet eye conditions and predicting their health age.

키워드

OpenCV, EfficientNet, Machine Learning, Deep Learning, Pet Insurance
OpenCV, EfficientNet, 기계학습, 딥러닝, 반려동물보험

* 동서대학교 소프트웨어학과
20161646@g.dongseo.ac.kr, yhkim@dongseo.ac.kr

** 교신저자 : 동서대학교 소프트웨어학과

• 접수일 : 2024. 04. 25
• 수정완료일 : 2024. 05. 19
• 게재확정일 : 2024. 06. 12

• Received : Apr. 25, 2024, Revised : May. 19, 2024, Accepted : Jun. 12, 2024

• Corresponding Author : Seung-Min Park
Dept. Software, Dongseo University,
Email : sminpark@dongseo.ac.kr

I. 서 론

반려동물은 예전 인간이 동물을 길들이기 시작하면서부터 옆에서 같이 지내왔다. 국내 전체 반려인 수는 2020년 말 기준으로 1,448만명이며, 한국농촌경제연구원 연구 결과에 따르면 2015년 1조 9,000억 원이었던 반려동물 시장은 2022년 4조 1,739억 원을 돌파하며, 2027년에는 6조 55억 원 이상으로 커질 전망이다. 이에 따라 많은 사람들이 반려동물을 키우면서 반려동물에 대해 관심이 많아졌으며 그중 반려인들은 펫 보험에 많은 관심을 가지게 되었다.

그러나 대부분의 반려인들은 부실한 보장내역과 높은 보험료로 인해 펫 보험 가입에 부담을 느끼고 있는 상황이다[7]. 이러한 이유들로 인해 국내 전체 반려인 중 0.8%만이 펫 보험에 가입되어 있다는 것이 현실이다. 그러하여 기존 주 보험료 산출 프로세스에 보조 프로세스를 추가하여 합리적인 보험료를 산출하는 시스템을 제안하고자 한다.

최근 급속한 인공지능의 발전에 따라 보건, 헬스케어 분야 등 많은 곳에서 인공지능이 활용되고 있으며 실제 의료분야에 적용과 효과에 대해 논의되고 있다[8]. 본 논문에서는 보험료 산정 프로세스를 보조하기 위해 이미지를 인식하는 컨볼루션신경망 모델 중 하나인 EfficientNet과 OpenCV[1-2]를 이용하여 연구를 진행하였다. EfficientNet[3-6]은 기존 컨볼루션신경망 모델에 비해 네트워크 깊이, 필터 수 등을 최적으로 조합하여 다른 모델들과 달리 적은 파라미터, 연산 수로 높은 정확도와 빠른 연산 결과를 얻을 수 있으며 OpenCV는 물체인식, 안면인식 등 다양한 방면에서 객체를 인식하는데 최적화되어 있으며 빠르고 정확도가 높다는 장점이 있다. EfficientNet을 이용하여 반려동물의 안구질환의 유/무를 예측하고 안구질환이 있는 이미지만 OpenCV를 활용하여 질환의 위치와 크기를 인식하여 반려동물의 건강나이를 예측한다. 본 연구를 통해 반려동물의 건강나이를 예측하고 펫 보험료를 산정하는 주 프로세스를 보조하는 합리적인 시스템을 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 CNN 기반 반려견 각막계양 인식

반려견의 각막계양을 인식하고 특징을 추출하기 위

해 딥러닝 기반 이미지 인식 방법인 CNN 알고리즘을 이용한 연구가 수행되었다[9]. ResNet, VGGNet 모델은 정상 각막, 얇은 계양, 깊은 계양을 90% 이상의 정확도로 분류하였다. VGGNet은 작은 3x3 크기로 구성된 2DConv layer를 겹겹이 쌓아 만든 알고리즘으로 기존 모델들과 다르게 필터의 크기는 줄이고 레이어를 증가시켜 정교한 특징추출과 분류가 가능한 모델이다. 하지만 파라미터 수가 많아 학습 시간이 오래 걸리는 문제가 있다. ResNet은 딥러닝 분야의 이미지 인식 알고리즘으로 VGGNet을 포함한 이전 모델들은 망의 layer가 깊어질수록 성능이 떨어지는 Gradient vanishing 문제를 skip connection과 batch norm을 이용하여 해결한 알고리즘이다. 하지만 모델의 깊이를 아주 깊게 늘리는 경우 정확도가 수렴하는 문제가 발생한다.

2.2 EfficientNet

EfficientNet은 딥러닝 분야의 이미지 분류 알고리즘 모델 중 하나로 컴퓨터 비전 작업을 위해 설계된 신경망 아키텍처이며 기존의 이미지 분류 알고리즘 모델과 달리 네트워크 아키텍처들의 크기와 깊이를 고르게 조절하는 것이 아닌 NAS(:Neural Architecture Search) 방식을 사용하여 모델의 너비, 깊이, 해상도를 자동으로 최적화하여 조정하며 최적의 구조를 찾는 방식으로 설계되었다[10]. 이 세 가지 요소를 최적으로 결합하여 모델을 구성하면, 기존의 이미지 분류 알고리즘 모델보다 작은 모델 크기와 계산 비용에도 불구하고 더 높은 성능을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 이미지에서 반려동물 안구질환의 유무를 판별하는 과정으로 사용한다[11-12].

2.3 OpenCV

표 1. EfficientNet 알고리즘 구조
Table 1. EfficientNet algorithm structure

Stage i	Operator \hat{F}_i	Resolution $\hat{H}_i \times \hat{W}_i$	#Channels \hat{C}_i	#Layers \hat{L}_i
1	Conv3x3	224 x 224	32	1
2	MBCConv1, k3x3	112 x 112	16	1
3	MBCConv6, k3x3	112 x 112	24	2
4	MBCConv6, k5x5	56 x 56	40	2
5	MBCConv6, k3x3	28 x 28	80	3
6	MBCConv6, k5x5	14 x 14	112	3
7	MBCConv6, k5x5	14 x 14	192	4
8	MBCConv6, k3x3	7 x 7	320	1
9	Conv1x1 & Pooling & FC	7 x 7	1280	1

표 1, OpenCV는 컴퓨터 비전 연구 및 응용 프로그램 개발을 위한 오픈 소스 라이브러리로 컴퓨터 비전과 관련된 다양한 작업을 수행하는 데 적합하고 실시간 이미지 처리, 객체 검출, 영상 분석 등 다양한 영역에서 활용되고 있으며 가볍고 빠른 성능으로 이미지 및 영상 처리 응용 프로그램을 개발하는데 적합한 라이브러리이다. 그림 1은 본 논문에서는 안구질환의 위치와 크기를 판별하는 과정으로 사용한다.

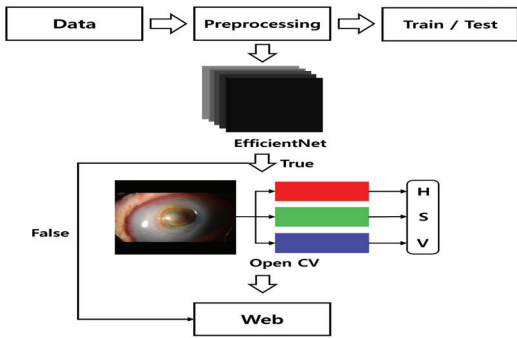


그림 1. 제안하는 반려동물 건강나이 예측 시스템
Fig 1. Proposed pet health age prediction system

III. 반려동물 건강나이 예측 시스템

3.1 합리적 보험료 산정 보조를 위한 OpenCV 기반 반려동물 건강나이 예측 시스템

그림 1은 본 논문에서 제안하는 합리적 보험료 산정 보조를 위한 OpenCV 기반 반려동물 건강나이 예측 시스템이다. 입력된 반려동물 안구 이미지는 첫 번째로 EfficientNet을 이용하여 반려동물 안구 이미지를 인식하고 안구질환 유무를 예측한다. 만약 안구질환이 있다고 판단되는 경우, OpenCV를 이용하여 안구질환의 발병 위치와 질환의 크기를 인식하여 해당 반려동물의 건강나이를 산출하게 된다. 안구질환이 없다면 OpenCV를 거치지 않고 바로 Web을 통해 결과를 보여주며, Web은 Flask 서버를 이용해 EfficientNet 모델을 서빙하여 결과를 보여준다.

3.2 안구질환 데이터셋 기반 모델 학습

반려동물의 안구질환 여부를 판단하기 위해 반려동물의 안구 이미지를 입력하면 그림 2와 같이 학습된

EfficientNet 모델을 통해 이미지를 인식하고 안구질환의 유/무를 예측한다.

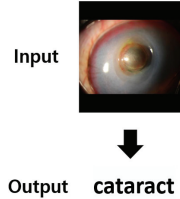


그림 2. EfficientNet 기반 안구질환 판별
Fig 2. EfficientNet-Based Eye Disease Discrimination

본 논문에서는 EfficientNet 모델을 학습하기 위하여 AI Hub의 반려동물 안구 질환 데이터셋을 사용하였다. 그림 3과 같이 해당 데이터셋은 반려견, 반려묘의 각각 12종, 6종의 안구 질환 유무를 라벨링 해놓은 이미지이며 국내에서 많이 키우는 반려견, 반려묘 품종으로 구성돼 있다. 이 중에서 반려견, 반려묘 3종의 안구 질환 결막염, 안검종양, 각막계양 총 46,450장의 이미지를 사용하였다.

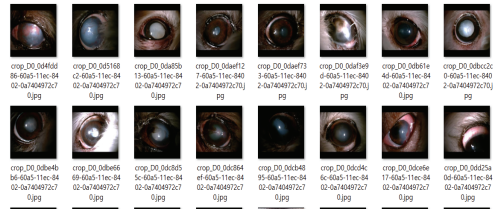


그림 3. 안구질환 이미지 데이터 셋
Fig 3. Pet eye disease image dataset

3.3 OpenCV 기반 안구질환 위치 확인 방법

만약 안구질환이 발생했다고 예측되면 이미지에서 질환의 위치를 정확하게 파악하여 사용자에게 알려야 한다. OpenCV를 통해 Image Segmentation을 진행하는 경우 안구질환이 발생한 위치의 픽셀 RGB 값을 추출하는데, 표 2와 같이 RGB는 색상 값이 일정하게 나오지 않아 안구질환의 위치를 정확하게 예측하기가 어렵다.

표 2. 추출된 RGB 값 (결막염)

Table 2. Extracted RGB values (conjunctivitis)

R	G	B
52.064575	40.04325	28.4908875
51.030075	42.3107875	33.01118125
47.5954	40.0220375	34.065175
103.09955625	73.762375	39.36955
100.6212625	78.5597625	68.3623625

또한 RGB는 R(빨강), G(초록), B(파랑)의 세 가지 기본 색상 채널을 사용하여 모든 색상을 표현해 일부 색상 표현의 제한성이 있으며, 인간의 시각 시스템과 직접적으로 일치하지 않아 제대로 반영하지 못할 수 있고, 색상 정보와 명도 정보를 하나로 혼합해 색상과 밝기를 동시에 조절하기 어렵다는 단점이 있다.

반면, HSV 모델은 색상을 Hue(색조), Saturation(채도), Value(명도) 3가지 성분의 조합으로 표현하는 색상 모델이다. RGB 값을 HSV 값으로 변환하는 식은 아래 식과 같다.

$$V = \max(R, G, B) \quad \dots (1)$$

$$S = \begin{cases} \frac{V - \min(R, G, B)}{V} & \text{if } V \neq 0 \\ 0 & \text{if } V = 0 \end{cases} \quad \dots(2)$$

$$H = \begin{cases} \frac{60(G - B)}{V - \min(R, G, B)} & \text{if } V = R \\ 120 + \frac{60(B - R)}{V - \min(R, G, B)} & \text{if } V = G \dots (3) \\ 240 + \frac{60(R - F)}{V - \min(R, G, B)} & \text{if } V = B \end{cases}$$

$$\text{if } H < 0, H = H + 360$$

본 논문에서는 RGB 값을 HSV 값으로 변환하고, HSV 값을 OpenCV의 Image Segmentation에 사용하여 위치 파악의 정확도를 높였다. 표 3은 결막염에 대한 RGB 값을 HSV 값으로 변환한 결과이다. 추출된 HSV 값은 RGB와 다르게 값이 각각 큰 차이 없이 일정하게 추출되어 사용하기 용이하며, 본 논문에서는 안검종양 및 각막궤양 2종에 대해서도 HSV 값 추출을 수행하였다.

표 3. 변환된 HSV 값 (결막염)

Table 3. Converted HSV value (conjunctivitis)

H	S	V
66.666625	59.92309375	59.336375
66.72771875	60.47963125	60.32679375
65.13510625	56.53181875	67.2780125
69.6005	63.02905625	61.5969125
67.22208125	62.445575	61.46064375

IV. 성능 평가 및 결과

4.1 개발환경

본 논문 연구에 사용한 개발 환경은 각각 tensorflow(2.7.0), keras(1.1.2), numpy(1.18.5), Open CV(4.5.3), Flask(1.1.2), python(3.8), anaconda(4.13.0)를 사용하였다. 또한, EfficientNet 학습에 이용된 46,450장의 이미지 데이터는 정제, 라벨링을 거친 데이터셋이지만 일부 이미지의 사이즈가 맞지 않아 Pillow 라이브러리를 이용하여 400 x 400사이즈로 리사이즈하는 전처리 과정을 거쳤다.

4.2 EfficientNet 기반 안구질환 예측 성능 평가

그림 4는 강아지 안검종양에 대한 훈련 정확도 및 검증 정확도 그래프이다. EfficientNet을 이용하여 훈련을 진행하였으며 모든 안구질환에 대해 Epoch는 100, 모델 저장 방식은 Checkpoint 방식을 사용하여 학습이 잘 된 가중치와 파라미터를 저장하였다. 학습 결과는 Validation 정확도가 약 92%에 수렴하는 것을 보여준다.

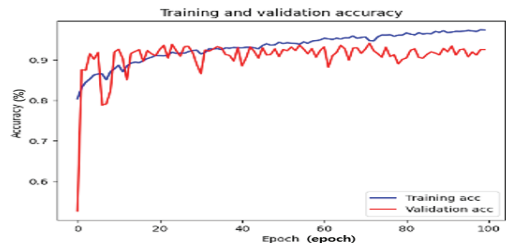


그림 4. 모델 훈련 정확도 및 검증 정확도
Fig 4. Model training accuracy and verification accuracy

안구질환 별 성능 평가를 위해 아래 식과 같이 F1-Score를 성능 평가 지표로 사용하였다.

$$F1\ Score = 2 \times \frac{recall \times precision}{recall + precision} \dots (4)$$

F1-Score는 두 가지 주요 지표인 Precision(정밀도)와 Recall(재현율)의 조화평균으로 계산되며 Precision(정밀도)은 모델이 양성 클래스로 예측한 샘플 중에서 실제로 양성 클래스인 샘플의 비율을 나타내고 Recall(재현율)은 실제 양성 클래스에 속한 모든 샘플 중에서 모델이 올바르게 양성으로 예측한 샘플의 비율을 나타낸다. F1-Score를 사용하면 분류 모델이 얼마나 정확하게 클래스를 분류하는지를 평가할 수 있다.

표 4. 안구질환 별 F1-Score
Table 4. F1-scores by eye disease

Breed	Eye Disease	F1-Score	Test Images
Dog	conjunctivitis	0.8462	1,080
	tumour of the eyelid	0.8741	540
Cat	conjunctivitis	0.7820	665
	corneal ulcerd	0.7250	349

표 4는 강아지와 고양이에 대한 안구질환 별 F1-Score를 보여준다. 성능평가를 통해 F1-Score가 약 0.8068 정도로 안구질환을 판별해내는 것을 확인하였다.

4.3 OpenCV 기반 질환 위치 추출 구현 결과

그림 5는 OpenCV를 기반으로 안구질환의 위치를 추출하고 Flask 서버를 이용해 Web으로 나타내는 웹 서비스 구현 결과를 보여준다. 본 논문에서 제안한 기법을 통해 반려동물의 안구질환 여부를 체크하고 안구질환이 발생한 부위를 추출하여, 반려동물의 건강상태를 사용자에게 제공할 수 있음을 확인하였다.

V. 결론 및 향후개선 방향

본 논문에서는 EfficientNet을 이용하여 안구질환의 유/무를 판별하고 Open CV를 이용 안구질환의 위치 및 크기를 판별하여 반려동물의 건강나이를 예측하는

시스템을 구현하였다.

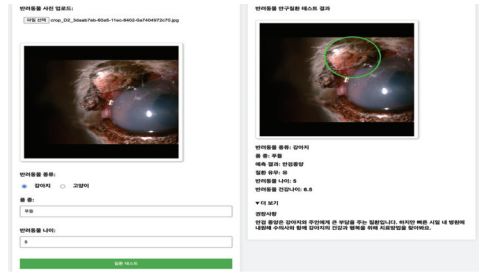


그림 5. 안구질환 위치 추출 시스템
Fig 5. Eye disease location extraction system

해당 시스템은 비싼 보험료를 내는 것에 비해 보장 내역은 부실하며 100% 배상해 주지 않는 펫 보험의 문제를 현 시스템을 활용하여 펫 보험료 산정 시 주 프로세스를 보조해 주는 시스템으로 이용하고 보험사에게는 신뢰 있는 반려동물의 건강 정보를 제공할 수 있으며 가입자는 해당 정보를 제공함으로써 왜 이러한 보험료를 내야 하는지 알 수 있는 정확하고 합리적인 산출 근거자료로 활용 가능하다. 또한 가입자는 자신의 반려동물 안구질환 및 발병 부위를 사전에 알 수 있어 반려동물의 건강을 지킬 수 있으며 관리 가능하며 보험사는 보험 가입률을 높일 수 있을 것이다. 부족한 고양이 안구질환 데이터로 인해 발생한 성능 하락을 개선하기 위해 향후 연구에서 고양이 안구질환 데이터를 추가로 수집하여 성능 개선에 이용할 계획이다.

감사의 글

이 논문은 2023년도 동서대학교 "Dongseo Cluster Project" 지원에 의하여 이루어진 것임. (DS U-20230005)

References

- [1] Pulli, K., Baksheev, A., Korniyakov, K., & Eruhimov, V. "Real-time computer vision with OpenCV." *Communications of the ACM*, vol. 55, no.6, pp. 61-69, 2012

[2] Amjad, K., Ullah, S., & Ahmad, M. "Performance Analysis of OpenCV and MATLAB for Computer Vision Applications." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol.11, no.5, pp. 211-218, 2020

[3] M. Tan and Q. V. Le, "EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training," *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 10096-10106., 2021

[4] M. Tan and Q. V. Le, "EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks," *Proceedings of the International Conference on Machine Learning*, pp. 6105-6114., 2019

[5] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016, pp. 770-778. doi: 10.1109/CVPR.2016.90.

[6] O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, et al., "ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge," *International Journal of Computer Vision*, vol. 115, no. 3, pp. 211-252, Dec. 2015. doi: 10.1007/s11263-015-0816-y.

[7] A. R. Choi, and H. G. Koo, "The Effects of Attachment to Dogs and the Burden on Animal Medical Expenses on Purchase Intention for Pet Insurance and the Multiple Mediating Effects of Attitude and Involvement," *Journal of the Korea Contents Association*, vol. 23, no. 1, pp. 639-650, 2023.

[8] M. J. Kim, and Y. S. Yu, "A Study on the Application Methods of Big data in the Healthcare Field", *Proceedings of KIIT Conference*, pp.35-37, 2015

[9] J. Y. Kim, H. E. Lee, Y. H. Choi, S. J. Lee, and J. S. Jeon, "CNN-based diagnosis models for canine ulcerative keratitis," *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, pp. 14209, 2019.

[10] T. Mingxing, and Q. Le, "Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks." in *Proc. International conference on machine learning PMLR*, 2019.

[11] G. M. Choi, and Y. J. Jeong, "Efficient iris recogni-

tion using deep-learning convolution neural network(CNN)," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 15, no. 3, 2020, pp.521-526. <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2020.15.3.521>

[12] J. Seo, "A Study on Image Classification using Deep Learning-based Transfer Learning," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 18, no. 3, 2023, pp.413-420. <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2023.18.3.413>

저자 소개



지민규(Min-Kyu Ji)

2016년 ~ 현재 동서대 소프트웨어학과 학부생

※ 관심분야 : 기계학습, 딥러닝, 인공지능, 컴퓨터비전



김요한(Yo-Han Kim)

2015년 충북대학교 정보통신공학부 졸업(공학사)

2021년 광주과학기술원(GIST) 전기전자컴퓨터공학부 석박사통합과정 졸업(공학박사)

2022년 한국과학기술정보연구원(KISTI) 데이터본석본부 선임연구원

2022.10~현재 동서대학교 소프트웨어학과 조교수

※ 관심분야 : 차세대 통신(B5G, 6G), 강화학습



박승민(Seung-Min Park)

2010년 중앙대학교 전자전기공학부 졸업(공학사)

2019년 중앙대학교 대학원 전자전기공학과 석박사통합과정 졸업(공학박사)

2019년~현재 동서대학교 소프트웨어학과 조교수

2022년~현재 동서대학교 AI+X융합연구센터장

2021년~현재 산업인공지능 표준화포럼 운영위원

※ 관심분야 : 인공지능, 패턴인식, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 기계학습.