센서 데이터 합성을 통한 반려동물 행동 감지

김형주, 박찬, 문남미
호서대학교 컴퓨터공학과
kimhyungju01@gmail.com, chan.park941003@gmail.com, nammee.moon@gmail.com

Pet Behavior Detection through Sensor Data Synthesis

Hyungju Kim, Chan Park, Nammee Moon
Dept. of Computer Science and Engineering, Hoseo University

요 약

센서 데이터를 활용한 행동 감지 연구는 인간 행동 인식을 선행연구로 진행되었으며, 인식의 정확도를 높이기 위해 전처리, 보간, 증강 등을 통한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 시계열 센서 데이터 증강을 통하여 반려동물의 행동 감지를 제안한다. ODROID 단일 보드 컴퓨터와 6축 센서(가속도, 자이로) 데이터를 탑재한 소형 디바이스를 사용하여 블루투스 통신을 통해 웹 서버 DB에 저장한다. 저장된 데이터는 이상치, 결측치 처리 후 정규화를 통해 시퀀스를 구성하는 전처리 과정을 거친다. 이후 GAN을 기반으로 한 시계열 데이터 증강을 진행한다. 이때, 데이터 증강은 입력된 텍스트에 따라 센서 데이터로 변환하여 데이터를 증강한다. 학습된 딥러닝 모델을 바탕으로 행동을 감지 후 평가 지표에 따라 모델 성능을 검증한다.

1. 서론

행동 감지는 센서 데이터나 영상 데이터를 활용해 패턴이나 특징을 추출하여 행동을 인식하는 연구이다. 영상 데이터 기반 연구는 촬영 각도가 고정되어야 하거나 객체가 촬영 공간을 벗어나지 않는 등의 제약을 받기 때문에, 비교적 제약이 적은 센서 데이터 기반의 연구가 활발히 진행 중이다[1,2].

대부분 인간 활동 인식(Human Activity Recognition, HAR)을 중심으로 연구가 진행되고 있으며, 활동 인식의 정확성 향상을 위해 다양한 신경망 기반의 방법들이 제안되고 있다[3,4]. 학습 모델에 대한 구성도 중요하지만, 센서 데이터의 경우 데이터 수집 시 발생할 수 있는 노이즈로 인해 수집과 전처리 방법이 매우 중요하다.

센서 데이터는 수집 주기에 대해서도 많은 영향을 받는다. 일반적으로 사람을 대상으로 한 연구들은 대부분 20~50hz로 진행되며, 반려동물을 대상으로 한 연구들은 반려동물의 떨림과 변칙적인 특성들이 많기 때문에 100hz 까지도 수집되고 있다[5].

많은 양의 데이터를 입력받아 분석하는 것도 특징을 잘 추출하고 좋은 성능을 나타내지만, 통신 과정에서의 결측 발생과 디바이스의 배터리 사용 문제 등으로 인해 적정한 수집 주기에 대한 선정이 필요하다. 또한, 센서 데이터의 전처리 과정은 노이즈 제거와 이상치, 결측치를 고려하여 학습 모델의 높은 성능을 보장하기 위해 반드시 필요한 과정이다[6,7].

이에 본 논문에서는 6축 시계열 센서 데이터를 증강 및 증강을 진행하여 반려동물의 행동 감지를 제안한다. GAN(General Adversarial Networks)을 통한 데이터 증강을 통해 데이터 편향을 해결하고 성능을 높이고자 한다.

2. 관련 연구

신경망 기반의 학습 모델을 구축할 때는 데이터의 증강을 통해 모델의 성능을 향상 시키는 연구들이 진행되고 있다. 영상 데이터의 경우, 프레임 보간이나 GAN을 이용한 데이터 증강이 이용되고 있다[8]. 센서 데이터의 경우에는 인위의 노이즈를 추가하거나, 회전각을 만들어 추가하는 등의 통계적 방법이나 1차원 데이터를 기반으로 한 데이터 증강 방법들이 사용된다[9].

일반적인 GAN은 생성자가 판별자와 적대적으로 대립하여 최대한 원본에 가까운 이미지를 만들어 내는 신경망 모델이다. GAN 기반의 데이터 증강은 이

미지를 입력받고 이미지가 출력되는 형태가 많다.

이를 바탕으로 본 논문에서는 반려동물의 종류와 크기에 대한 분류, 행동에 대한 텍스트 데이터를 입력값으로 받으면 해당하는 6축 센서 데이터를 생성하고자 한다.

3. 시계열 데이터 증강을 통한 반려동물 행동 감지

본 논문에서 제안하는 시계열 데이터 증강을 통한 반려동물 행동 감지의 전체 프로세스는 (그림 1)과 같다. 구성은 데이터 수집, 데이터 전처리, 시계열 데이터 증강과 행동 감지 프로세스로 구성되어 있다.

3-1 데이터 수집 및 전처리

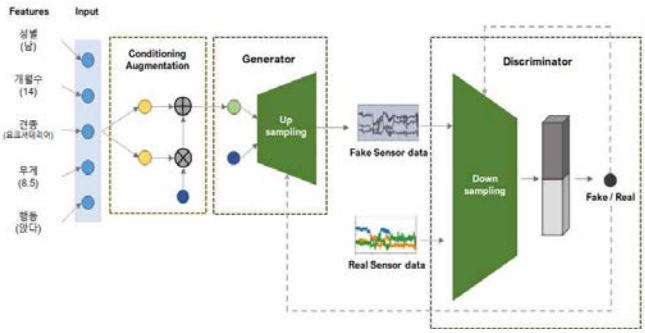
데이터는 웨어러블 디바이스를 통해 가속도, 자이로로 구성된 6축 센서 데이터를 수집한다. 데이터 수집 장치인 단일 보드 컴퓨터 ODROID로 블루투스로 통신하여 웹서버 DB에 저장한다. 이때, 데이터 수집 주기는 100hz로 설정된다. 데이터 셋은 각 센서별 6축 센서값과 웨어러블 디바이스에서 연산한 roll, pitch, yaw과 수집된 시간으로 구성되어 있다.

수집된 데이터를 기반으로 이상치, 결측치 처리를 진행한다. 결측치는 일정 시간에 대해 연속적으로 결측된 데이터는 제거한다. 연속적이지 않고 특정 부분마다 결측이 발생한 데이터는 선형 보간을 통해 결측 데이터를 해결한다. 이상치는 Z-score 정규화가 적용된 데이터에서 특정 임계값보다 높거나, 낮은 데이터들을 기준으로 제거한다. 이후 Min-Max 정규화를 통해 전체적인 센서 데이터의 값의 범위를 0부터 1로 변환한다. 이후 학습 모델의 입력값으로 사용하기 위해 시퀀스를 구성한다.

3-2 시계열 데이터 증강

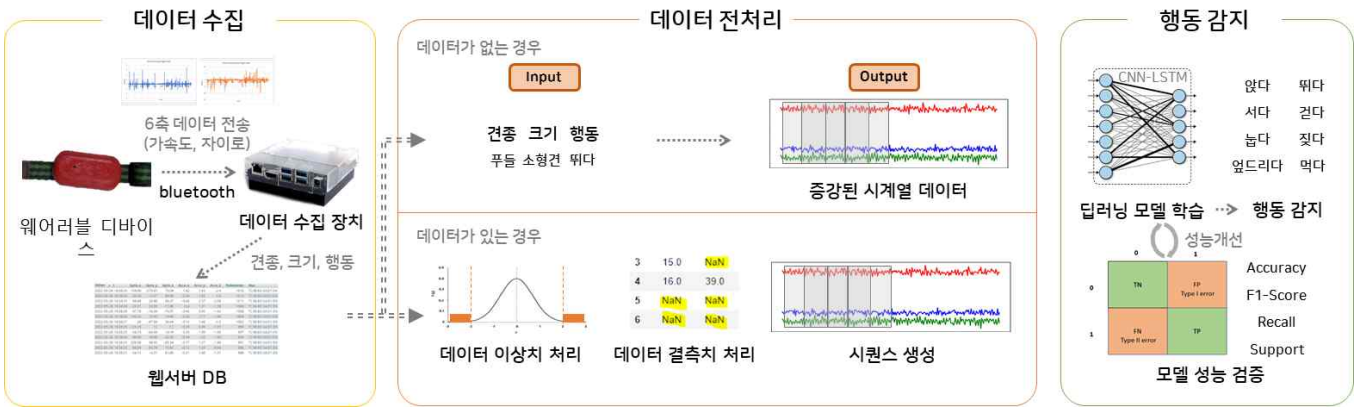
Stack GAN은 텍스트 데이터를 입력값으로 받아 워드 임베딩과 CA(Conditioning Augmentation)를 통한 안정화, Stage GAN을 통한 고화질의 이미지를 생성하는 구조를 지닌 모델이다. 실험에 사용되는 학습의 방법은 지도 학습이기 때문에 행동 감지 모델에 학습되지 않은 반려동물의 특성들(성별, 나이, 견종, 무게, 행동 등)을 가지고 StackGAN 기반의 시계열 센서 데이터를 증강한다.

본 논문에서는 반려동물의 특성들을 텍스트 데이터로 입력값을 받으면 센서 데이터를 생성하여 증강할 수 있는 StackGAN 기반의 모델을 제안한다. 해당 모델의 구조는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) GAN 기반의 시계열 데이터 증강 모델 구조

입력받은 반려동물의 특징들을 기반으로 단어 임베딩 과정을 통해 모델의 입력값으로 사용한다. 임베딩 공간의 불연속성을 개선하기 위해 CA 계층을 적용한다. 이후 샘플링한 데이터를 생성기(Generator)의 입력값으로 사용하여 업샘플링을 진행해 가짜 센서 데이터를 생성한다. 생성된 두 데이터를 판별자(Discriminator)를 통해 적대적 학습을 진행하여 실제와 유사한 가짜 센서 데이터를 생성하는 과정을



(그림 1) 시계열 데이터 증강을 통한 반려동물 행동 감지

가진다. 이후 원본 데이터와 동일한 전처리를 진행하여, 학습 모델의 입력값으로 사용될 수 있게 시퀀스를 구성하여 원본 데이터와의 병합 과정을 진행한다.

3-3 행동 감지

행동 감지를 위한 딥러닝 모델 학습을 진행한다. 이때, 행동 감지에 사용되는 모델은 행동 패턴의 특징을 추출하기 위한 합성곱 신경망인 CNN(Convolutional Neural Network)과 시계열적 특성을 반영할 수 있는 LSTM(Long-Short Term Memory)의 하이브리드 모델인 CNN-LSTM 모델을 제안한다. 감지하는 행동은 정적인 행동과 동적인 행동으로 구성되어 있다. 정적인 행동은 앉다, 서다, 눕다, 엎드리다로 구성하고, 동적인 행동은 뛰다, 걷다, 짖다, 먹다로 구성된다. 이후 감지된 행동에 대해 Accuracy, F1-Score, Recall, Support에 대한 성능 지표를 확인하여 하이퍼 파라미터 튜닝을 반복하여 모델의 성능을 개선한 후 최적의 값을 찾는 과정을 가진다.

4. 결론

본 논문에서는 시계열 데이터 증강을 통하여 반려동물 행동 감지를 제안하였다. 웨어러블 디바이스와 데이터 수집 장치를 통해 구축된 6축 센서 데이터를 기반으로 데이터 셋을 기반으로 진행하고자 하였다. 데이터 편향이 발생하여 데이터가 부족하거나 존재하지 않는 경우에 대해서 GAN 기반 시계열 증강을 통해 문제를 해결하고 성능을 향상하고자 하였다. 향후 증강된 데이터를 기반으로 높은 성능이 보장된다면, 감지되는 행동의 범주를 확장하여 일상적 행동 분석의 모니터링 시스템이나 이상행동 감지의 확장까지 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 과학기술정보통신부와 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01834)

참고문헌

[1] Gupta, S. "Deep learning based human activity recognition (HAR) using wearable sensor data". International Journal of Information Management Data Insights, 1(2), 100046, 2021.

[2] Wan, S., Qi, L., Xu, X., Tong, C., & Gu, Z. "Deep learning models for real-time human activity recognition with smartphones". Mobile Networks and Applications, 25(2), 743-755, 2020

[3] Munoz-Organero, M. "Outlier detection in wearable sensor data for human activity recognition (HAR) based on DRNNs". IEEE Access, 7, 74422-74436, 2019.

[4] Challa, S. K., Kumar, A., & Semwal, V. B. "A multibranch CNN-BiLSTM model for human activity recognition using wearable sensor data". The Visual Computer, 1-15, 2021.

[5] Vehkaoja, A., Somppi, S., Törnqvist, H., Cardó, A. V., Kumpulainen, P., Väätäjä, H., ... & Vainio, O. "Description of movement sensor dataset for dog behavior classification". Data in Brief, 40, 107822, 2022.

[6] Zheng, X., Wang, M., & Ordieres-Meré, J. "Comparison of data preprocessing approaches for applying deep learning to human activity recognition in the context of industry 4.0". Sensors, 18(7), 2146, 2018.

[7] Uddin, M., Salem, A., Nam, I., & Nadeem, T. "Wearable sensing framework for human activity monitoring". In Proceedings of the 2015 workshop on Wearable Systems and Applications (pp. 21-26), 2015.

[8] Wen, S., Liu, W., Yang, Y., Huang, T., & Zeng, Z. "Generating realistic videos from keyframes with concatenated GANs". IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 29(8), 2337-2348, 2018.

[9] Um, T. T., Pfister, F. M., Pichler, D., Endo, S., Lang, M., Hirche, S., ... & Kulić, D. "Data augmentation of wearable sensor data for parkinson's disease monitoring using convolutional neural networks". In Proceedings of the 19th ACM international conference on multimodal interaction (pp. 216-220), 2017.