

# 웨어러블 디바이스를 이용한 1D-CNN-LSTM 기반 반려동물 행동 분류

김형주\*, 문남미\*\*

호서대학교 컴퓨터공학과

kimhyungju01@gmail.com, nammee.moon@gmail.com

## 1D-CNN-LSTM based Pet behavior classification using Wearable device

Hyungju Kim\*, Nammee Moon\*\*

Dept. of Computer Science and Engineering, Hoseo University

### 요 약

최근 반려동물 시장이 커짐으로 인해, 반려동물들의 헬스케어에 위한 제품들이 증가하고 있다. 이에 따라 펫 웨어러블 디바이스를 통한 연구가 활발히 진행되고 있지만, 웨어러블 디바이스를 통해 수집되는 센싱 데이터는 변칙적인 반려동물의 특징 때문에 연구의 한계를 갖는다. 이를 위해 본 논문에서는 1-Dimensional CNN과 LSTM 하이브리드 모델을 기반으로 한 반려동물 행동 분류를 제안한다. 웨어러블 디바이스를 이용해 자이로와 가속도 센서를 수집하여 걸음수를 측정하고, 이후 수집된 센싱 데이터로 반려동물의 행동을 4가지로 분류한다. 행동 분류는 걷기, 뛰기, 앉기, 서기로 분류한다.

### 1. 서론

최근 반려동물을 가족처럼 생각하는 사람들이 늘어남으로 인해 펫 케어 시장의 규모가 커지고 있다. 이는 Covid-19로 인해 길어진 자택격리와 재택근무로 반려동물을 입양하는 소비자들이 늘어난 점이 펫 케어 시장 성장의 주요원인이다[1,2]. 이에 따라 반려동물 관련 산업 및 연구들이 증가하고 있지만, 펫 헬스케어를 위해 출시된 디바이스들은 반려동물의 단순 활동성만 나타내고 있으며, 반려동물의 불규칙한 특징들로 인해 연구의 한계를 갖고 있다.

이를 위해 본 논문에서는 개선된 전처리 과정을 진행하는 1-Dimensional CNN과 LSTM 하이브리드 모델 기반 반려동물 행동 분류를 제안한다. 웨어러블 디바이스를 통해 데이터를 수집하여 전처리 과정을 거친 후, CNN-LSTM 기반 학습을 통해 반려동물 행동 분류 과정을 진행한다.

### 2. 관련연구

#### 2-1 웨어러블 디바이스

웨어러블 디바이스는 구성되어 있는 모듈을 통해서 다양한 종류의 센서 데이터와 통신 방법을 사용

하고 있다. 일반적으로 수집된 데이터를 블루투스나 연결하여 어플리케이션을 통해 사용자 인터페이스를 제공하거나, 웹 사이트를 이용해 서비스를 제공하고 있다. 지속적인 데이터 수집을 위해서는 저전력을 통한 데이터 수집도 필수적인 기능이 되었다.

그러나, 기존의 펫 웨어러블 디바이스들은 수집된 데이터에 대해서 일반적인 사용자들은 직접 접근할 수 없다는 문제점이 존재한다[3].

#### 2-2 행동 분류

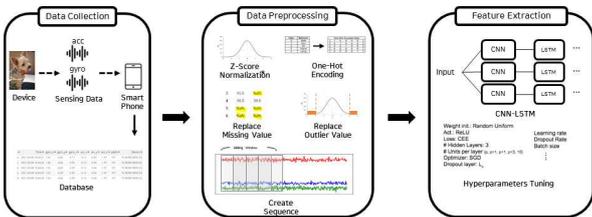
센서 데이터를 이용한 행동 인지에 대한 연구는 3축 가속도, 혹은 3축 자이로 센서 데이터를 기반으로 하여 행동을 인지하거나 두 가지를 모두 사용하여 연구가 진행된다. 웨어러블 디바이스를 통해 수집된 데이터는 일반적으로 전처리 과정을 진행하는데, 여기에는 센서 오류에서 누락된 데이터 문제를 필터링하고 해결하는 작업이 포함된다.

기존의 선행연구인 인간 행동 인지(HAR)는 주로 헬스케어와 의료 분야에서 많은 연구가 진행되어 왔다[4]. 전처리까지 진행된 데이터를 사용하여 Training Model을 구성 후 Deep Learning을 진행하여 행동 분류 및 인지에서 높은 정확도를 나타내고 있다. 일반적으로 Model에 사용된 network는 특정

을 추출하는 합성곱 신경망(CNN)과 시계열적 특성을 반영하는 장단기 메모리(LSTM)의 하이브리드 모델인 CNN-LSTM 모델을 사용한다.

### 3. 1D-CNN-LSTM 기반 반려동물 행동 분류

본 논문에서 제안한 1D-CNN-LSTM 기반 반려동물 행동 분류 과정은 (그림 1)과 같다. 웨어러블 디바이스를 이용해 데이터 수집 과정을 진행하고, 수집된 데이터를 기반으로 데이터 전처리 과정을 진행한다. 이후 처리된 데이터를 입력 데이터로 사용하여, CNN-LSTM 모델을 구성하여 특징을 추출한다.



(그림 1) 1D-CNN-LSTM 기반 반려동물 행동 분류 과정

#### 3-1 데이터 수집

데이터 수집은 펫 웨어러블 디바이스를 이용해서 3축 가속도, 3축 자이로 값을 수집한다. 센싱 데이터를 바탕으로 걸음 수를 측정하고, 측정된 걸음 수와 센싱 데이터를 함께 블루투스 통신을 이용해 어플리케이션으로 전송한다. 이후 구성된 웹서버의 데이터베이스에 전송되어 1초 간격으로 저장된다.

#### 3-2 데이터 전처리

수집된 데이터는 결측치와 이상치를 제거하기 위해, Z-score 정규화를 진행하게 된다. 이후 일정값을 넘어간 데이터들의 값을 치환해주고, 결측치가 있는 값들은 평균값을 이용해 치환해준다. 전처리가 된 센서 데이터들은 각 컬럼별로 슬라이딩 윈도우를 진행하여 시퀀스를 구성한다. 한 개의 시퀀스는 각 컬럼별로 구성되어지며, 5초의 길이로 구성된다. 구성된 시퀀스들은 라벨링 과정을 진행하고 이때 라벨링은 행동 분류의 가짓수를 나타낸다. 행동은 총 4개이며, 걷기, 뛰기, 앉기, 서기로 구성되어 진다.

#### 3-3 특징 추출

구성된 시퀀스들은 학습 모델의 입력값으로 사용하기 위해 형태를 변환하여 사용한다. 입력값은 3축

자이로 센서, 3축 가속도센서, 걸음 수 총 3개를 입력 받는다. 입력값들에 대해 CNN에서 특징을 추출한 후에 Dropout을 진행한다. 다음으로 LSTM을 진행하여 진행된 레이어에 덧붙여 시계열적인 특성을 반영하도록 하였다. 이때, 활성화 함수는 relu를 사용하였다. 이후 센서 데이터를 이용해 학습한 모델로 걷기, 뛰기, 앉기, 서기의 행동 분류를 진행하고 모델 평가를 진행한다.

### 4. 결론

기존의 센서 데이터를 이용한 행동 분류들은 인간을 중심으로 연구가 이루어졌으며, 일정 수준 이상에 올라와 있다. 하지만 본 논문에서는 반려동물의 시장이 급증함에 따라 증가하는 수요와 산업이 늘어나는 추세에 따라 웨어러블 디바이스를 이용한 반려동물의 행동 분류 방법을 제안한다. 변칙적이고 불규칙한 반려동물의 데이터를 수집하여, 전처리를 진행하고 변칙적인 요소들을 최소화 하고자 하였다. 딥러닝을 기반으로한 학습 모델을 바탕으로 반려동물의 행동을 분석하고, 가짓수가 증가하게 되면 이상행동을 분류하고 인지하는 확장성까지 기대할 수 있다.

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

#### 참고문헌

[1] Morgan, Liat, et al. "Human - dog relationships during the COVID-19 pandemic: booming dog adoption during social isolation." *Humanities and Social Sciences Communications* 7.1 (2020): 1-11.  
 [2] Ng, Zenithson, Taylor Chastain Griffin, and Lindsey Braun. "The New Status Quo: Enhancing Access to Human - Animal Interactions to Alleviate Social Isolation & Loneliness in the Time of COVID-19." *Animals* 11.10 (2021): 2769.  
 [3] Van Der Linden, Dirk, et al. "Buddy's wearable is not your buddy: Privacy implications of pet wearables." *IEEE Security & Privacy* 17.3 (2019): 28-39.  
 [4] Lee, Song-Mi, Hui-Ryeon Jo, and Sang-Min

Yun. "3 축 가속도 센서 기반 인간 행동 인식을 위한 기계학습 분석." Information and Communications Magazine 33.10 (2016): 65-70.