

경주마 보행 이상 상태 진단을 위한 AI 학습용 데이터 구축

김도현¹, 윤상현¹, 김태림¹, 장기영²

¹한경국립대학교 전자전기공학부 학부생

²한국마사회 디지털혁신부 장기영 과장

bendohyun@hknu.ac.kr, shy262121@hknu.ac.kr, werdghyt@hknu.ac.kr, ky.jang@kra.co.kr

Building AI training data to diagnose animal gait abnormalities

Do-Hyun Kim¹, Sang-Hyun Yoon¹, Tae-Rim Kim¹, Ki-Young Jang²

¹School of Electronic and Electrical Engineering, Hankyong National University

²Dept. of Korea Racing Authority Digital Innovation Department

요 약

4족 보행 동물 중 말(馬)은 다리 관절 부위에 부상과 질병이 잦은 편이나, 적시에 질병을 발견하지 못해 질병의 악화로 발생하는 문제점이 있다. 본 논문은 이를 극복하기 위한 기술 개발에 필요한 동물의 보행 이상 상태 진단을 위한 AI 학습용 데이터 구축하는 구체적인 방법론을 제안한다.

1. 서론

최근 동물복지 및 말 산업의 중요성이 증가함에 따라서 4족 보행 동물의 보행 이상 상태를 조기에 진단할 수 있는 기술의 필요성이 대두되고 있고, 이에 관한 문제를 해결하기 위한 여러 기술을 활용한 연구들이 진행되고 있다[1,2]. 이와 관련해 말의 다리 건강 상태는 말의 경제적 가치와 직접적으로 연관되며, 이를 유지 관리하는 것이 중요하다. 전통적인 말의 보행 상태는 보폭과 머리 혹은 둔부의 움직임 등을 맨눈으로 평가했다. 이러한 방식은 전문가의 주관에 따라 결과가 달라질 수 있고, 정확한 진단을 위해 반복 검사가 요구된다. 따라서 인공지능(AI) 기반 보행 이상 진단 보조 시스템 연구가 필요하다. 본 연구는 동물 보행 이상 상태 진단을 위한 AI 학습용 데이터 구축을 목표로 하며, 특히 말의 보행 데이터를 수집, 분석해 실용적인 AI 모델을 개발하는 것을 목표로 한다.

2. 연구 방법

보행 이상 진단 보조 AI 모델은 각 이미지에서 말을 식별해 그림 1의 말의 각도별 관절 지점을 자동으로 라벨링 하는 신경망[3]과 라벨링 된 보행 과정 이미지로 파행 여부를 판단하는 GCN(Graph Convolutional Network)[4] 신경망으로 구성된다.



그림 1. 관절 지점 (청: 정상, 적: 비정상)

사용자가 영상을 촬영할 경우, 자동으로 라벨링 하는 신경망[3]은 말의 각도에 따른 관절 지점 라벨링을 출력한다. 해당 출력은 파행 여부를 판단하기 위한 GCN 신경망의 입력으로 사용되며, 관절의 위치, 뼈의 위치, 관절의 동작, 뼈의 동작에 대한 4가지 정보로 추출되어 사용된다. 본 논문에서는 이웃노드를 [5]에서 제안한 Spatial configuration 방식으로 표기한다. 관절 지점 라벨링으로부터 관절의 위치는 다음과 같다.

$$V_{i,t} = (x_{i,t}, y_{i,t}), \forall i \in N, t \in T \quad (1)$$

위의 수식에서 N 은 말 영상으로부터 추출된 관절의 수, T 는 전체 영상의 수이며 관절 지점 라벨링은 2차원 좌표로 표기한다. 정의된 관절의 위치는 GCN 신경망의 입력으로 사용된다. GCN 신경망의 두 번째 입력인 뼈의 위치는 다음과 같다.

$$B_{i,j,t} = V_{j,t} - V_{i,t} = (x_{j,t} - x_{i,t}, y_{j,t} - y_{i,t}) \quad (2)$$

여기서 $V_{j,t}$ 는 말의 관절 지점 라벨링의 무게중심으로 부터 보다 멀리 있는 관절의 위치를 의미하며, $V_{i,t}$ 는 상대적으로 가까운 관절 지점을 의미한다. 세 번째와 네 번째 입력인 영상이 지남에 따라 나타나는 관절과 뼈의 동작에 대해서는 각각 다음과 같은 수식으로 정의할 수 있다.

$$MJ_{i,t+1} = V_{i,t+1} - V_{i,t} \quad (3)$$

$$MB_{i,j,t+1} = B_{i,j,t+1} - B_{i,j,t} \quad (4)$$

사용된 GCN 신경망 모듈은 MSA-SGCN (Multi Scale Attention - Spatial Graph Convolution Network) 모듈은 공간적 특성인 관절과 뼈의 위치로부터 특징을 추출한다. 그 외의 모듈은 MSA-TGCN(Multi Scale Attention - Temporal Graph Convolution Network)이며, 관절 지점 차례로부터 시간적인 특성을 추출한다. 모델은 한 개의 MSA-SGCN 모듈과 두 개의 MSA-TGCN 모듈을 세 번 반복하게 설계한다. 사용자가 영상을 촬영할 경우 두 신경망을 순차적으로 거치게 되며 말의 보행 데이터에 대한 이상 진단을 수행한다.

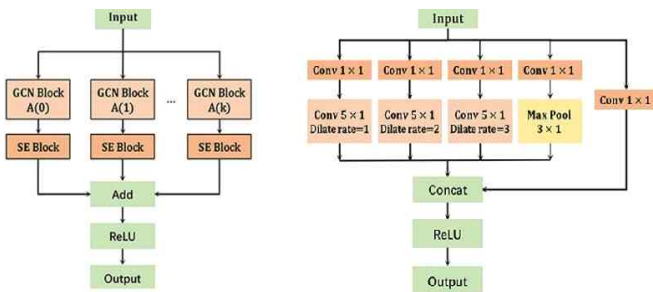


그림 2. MSA-SGCN(좌)&MSA-TGCN(우) 구조

MSA-SGCN 모듈은 관절 지점의 GCN Block과 SE Block을 사용한다. GCN Block은 현재 관절 지점으로부터 k 거리에 위치하는 이웃 관절 지점의 개수만큼 생성되며 관절 지점의 관계를 행렬로 나타낸 인접행렬 A_k , L 번째 층의 입력인 X_t^l , 그리고 가중치 W_t^l 에 대하여 다음 연산을 수행한다.

$$X_t^{l+1} = ReLU(\sum_k D_k^{-\frac{1}{2}} A_k D_k^{-\frac{1}{2}} X_t^l W_k^l) \quad (5)$$

SE Block은 [6]에서 소개된 어텐션 연산을 반영하였다. k개의 GCN Block의 출력에 대해 채널별 중요도를 구하는 과정을 통해 관절 지점들의 상관관계를 강화한다. MSA-TGCN 모듈은 [7]에서 제시한

dilation convolution의 hybrid 구조를 채택해 학습 과정에서 기울기 소실을 방지하며 더 풍부한 시간적 특징들을 획득할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 동물 보행 이상 상태 진단을 위한 실질적인 AI 학습용 데이터 구축의 중요성을 강조하며, 실제 말 2,000마리의 보행 동영상으로 이미지 데이터를 수집했다. 이를 통해 말의 보행 상태를 더욱 정확하게 진단할 수 있는 AI 모델의 가능성을 제시한다. 연구 결과는 말 산업의 디지털 전환을 촉진하고, AI 기반의 동물 건강 관리 시스템 개발에 중요한 기초 자료로 활용될 것이다. 또한, 이러한 기술 개발은 동물복지 향상과 관련 산업의 발전에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] Pfau, Thilo, et al. "Dirt Track Surface Preparation and Associated Differences in Speed, Stride Length, and Stride Frequency in Galloping Horses." *Sensors*, 24.8, pp. 1-11, 2024.

[2] 박형준, et al. "적외선 체열촬영술을 이용한 thoroughbred 말의 근골격계 파행진단 증례." *한국가축위생학회지*, 35.3, pp. 245-250, 2012.

[3] Sun, Ke, et al. "Deep high-resolution representation learning for human pose estimation." *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition.*, 2019.

[4] Yang, Huaigang, et al. "Multi-scale and attention enhanced graph convolution network for skeleton-based violence action recognition." *Frontiers in neurorobotics*, 16, 2022.

[5] Yan, Sijie, Yuanjun Xiong, and Dahua Lin. "Spatial temporal graph convolutional networks for skeleton-based action recognition." *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence.*, 32.1, 2018.

[6] Hu, Jie, Li Shen, and Gang Sun. "Squeeze-and-excitation networks." *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.*, 2018.

[7] Wang, Panqu, et al. "Understanding convolution for semantic segmentation." *2018 IEEE winter conference on applications of computer vision (WACV).*, IEEE, 2018.