

머신 러닝 기반의 유산소 운동 검출 성능 개선

김지운, 김다희, 차은영, 김정창

한국해양대학교

kjw000125@g.kmou.ac.kr, a20191214@g.kmou.ac.kr, cha.silverzero@g.kmou.ac.kr,
jchkim@kmou.ac.kr

Improvement of Detection Performance of Aerobic Exercises Using Machine Learning

Jiwoon Kim, Dahui Kim, Eunyoung Cha, and Jeongchang Kim
Korea Maritime and Ocean University

요 약

본 논문에서는 머신 러닝 (machine learning)을 이용하여 x, y, z 세 축의 가속도계 측정 값을 이용하여 5 가지 유산소 운동을 분류하는 알고리즘을 제시한다. 제안하는 알고리즘으로는 운동 데이터 각 샘플 마다 운동을 분류한 개별 판단, 판단된 데이터 샘플을 그룹 지어 판단하는 다수결 판단, 각 데이터 샘플의 분류하여 확률을 결합하는 확률 누적 판단이 있으며 이를 적용하여 5 가지 유산소 운동을 분류하고 성능을 비교한다.

I. 서론

시간, 비용 등의 문제나 최근 코로나로 인한 문제로 헬스클럽에 안 가고 집에서 운동하는 '홈트족' (집에서 운동하는 사람들을 일컫는 신조어)이 늘어남에 따라 그들을 겨냥해 다양한 제품과 서비스가 시장에 나오고 있다. 그 중 자신의 신체 상태를 모니터링 할 수 있는 웨어러블 디바이스에 대한 관심이 높아지면서 Apple Watch, Galaxy Watch 등 다양한 제품들이 나오는 추세이다 [1]. 특히 그 중 스마트 시계의 경우 판매량이 2018년 약 7300만개로 전체 웨어러블 기기 판매량의 3분의 2를 차지하고 있으며, 2022년 1억 2천만개가 판매될 전망이다(IDC, 2018)으로, 이 분야에서 가장 높은 성장세를 보일 것으로 예측되고 있다 [2].

기존 웨어러블 디바이스 어플리케이션은 유산소 운동 중

하나인 런닝에 대해서만 정보를 제공하고, 다양한 유산소 운동에 대한 운동 정보를 제공하는 어플리케이션은 운동상태를 토대로 운동 종류를 분류하여 측정하는 것이 아닌 사용자가 운동을 전환할 때 직접 운동의 시작과 끝을 정해줘야 한다는 점에서 한계가 있다 [3]. 본 논문에서는 사용자의 움직임을 인식하고 5 가지의 유산소 운동 종류를 분류해주는 알고리즘을 제안한다.

II. 시스템 구성 및 검출 알고리즘

1. 하드웨어 구성

본 논문에서 센서 값 획득을 위한 소자로 블루투스 모듈 (Bluetooth module)을 탑재한 Nordic Semiconductor 의 nRF52832 와 Maxim Integrated 의 16bit resolution 을 가진

3 축 가속도 센서 ICM-20648 을 사용하였다. 가속도 센서의 측정 범위는 $\pm 4g$, sampling rate 32 sps (sample per second) 를 사용하였다 [4].

2. 데이터 구성

본 논문에서 Test data 에는 걷기, 달리기, 줄넘기, 체조, 팔 굽혀 펴기 순으로 각 운동 당 1 분씩 동일한 실내에서 진행한 두 사람의 5 가지 운동 데이터를 사용하였다. 걷기와 달리기는 오른쪽 방향으로 도는 트랙 루트를 사용하였고, 체조에는 목운동, 허리 운동, 손목 발목 스트레칭이 들어가 있으며 팔굽혀펴기는 기울어진 각도로 진행되었다. Test data 도 Train data 와 같은 구조의 데이터이며, Train data 로 사용되지 않은 값을 사용하였다.

3. 판단 알고리즘

(가) 개별 판단

3 축 가속도 센서의 값들을 장단기 기억 (long short term memory, LSTM) 신경망에 훈련시켜 걷기, 뛰기, 체조, 줄넘기, 팔 굽혀 펴기의 5 가지 운동에 대해 예측을 수행하였다. 개별 판단 알고리즘은 데이터 샘플 각각에 대해 운동 종류를 구분한다 [5].

(나) 다수결 판단

다수결 판단에서는 운동 항목으로 분류된 샘플을 N 개씩 묶어 그룹 짓는다. 이후 각 그룹의 N 개의 판단 샘플에서 최빈값을 찾고, 도출된 최빈값을 각 그룹의 최종 운동으로 판단한다. 이는 아래 식 (1)과 같이 나타난다.

$$D_{g_i} = \operatorname{argmax}\{d_1, d_2, \dots, d_n\} \quad (1)$$

여기서, D_{g_i} 은 i 번째 그룹 g_i 의 최종 판단된 운동이며, d_k 는 g_i 의 k 번째 샘플의 운동 분류 데이터이다.

(다) 확률 누적 판단

확률 누적에서는 각 샘플마다 운동 항목의 분류 확률을 계산하고, 이 데이터를 N 개씩 묶어 그룹 짓는다. 그룹 안에서 각 운동 항목의 분류 확률들을 더하여 최대값을 찾고, 최대값을 가진 운동 항목을 각 그룹의 최종 운동으로 판단한다. 이는 아래 식 (2)와 같이 나타난다.

$$[I]_{g_i} = \max\{p_{i,1}, p_{i,2}, p_{i,3}, p_{i,4}, p_{i,5}\} \quad (2)$$

여기서, I_{g_i} 은 i 번째 그룹 g_i 의 최종 판단 운동이며 $p_{i,1} \dots p_{i,5}$ 는 i 번째 그룹 안에서 각 운동 항목의 확률 합이다.

III. 전산 실험 결과

1. 검출 성능 비교

개별 판단, 다수결 판단, 확률 누적 판단 방법을 사용하여 정확도를 비교해보았다. 개별 판단 알고리즘은 매 sample 마다 운동의 종류를 판단하며 주어진 시간 동안 판단한 운동의 종류에 대한 정확도는 그림 1-3 에서 볼 수 있듯이 0.9, 0.9, 0.9, 와 같이 관찰되었다. 그림 1-3 에서 x 축에 해당하는 시간 값은 다수결 판단 및 확률 누적 판단을 위한 각 그룹의 시간 길이를 나타낸다. 그림 1-3 에서 볼 수 있듯이 test data 1, 2, 3 에 대해서 제안하는 다수결 판단 및 확률 누적 판단 방법의 정확도가 개별 판단 방법에 비해 다소 높게 나타났으며 그룹의 길이를 증가시킴에 따라 정확도는 향상되는 경향을 보였다.

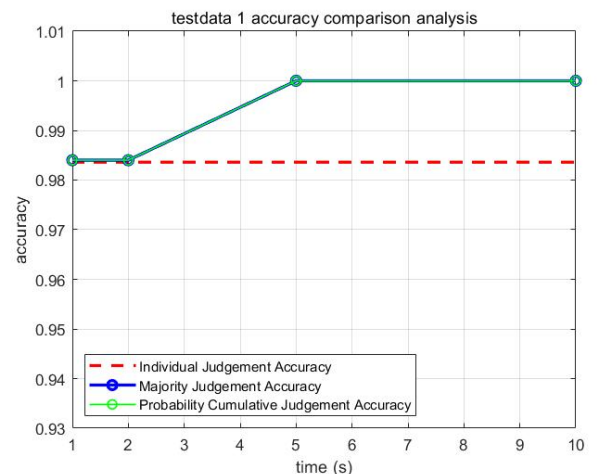


그림 1 test data 1 의 정확도 비교

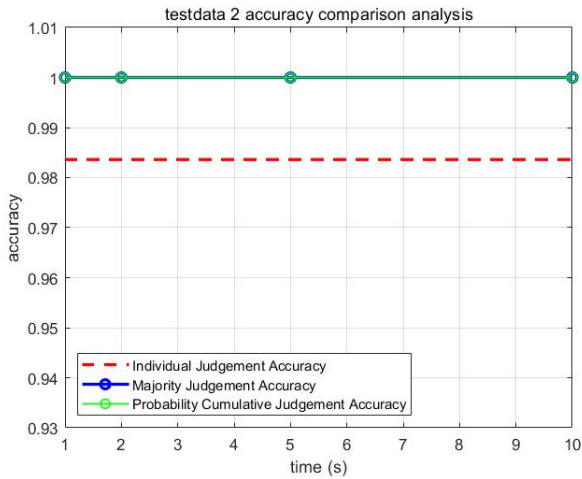


그림 2 test data 2 의 정확도 비교

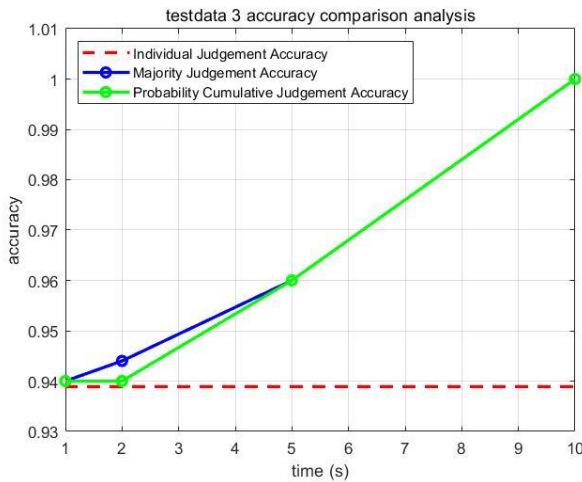


그림 3 test data 2 의 정확도 비교

IV. 결론

본 논문에서는 머신 러닝 기반의 3 가지 분류 알고리즘을 제안하였다. 3 가지 알고리즘의 정확도 비교 결과 3 가지 모두 우수한 분류 성능을 갖는 것을 확인하였다. 차후에는 보다 다양한 신체 조건 및 운동 종류에 대한 데이터를 수집하여 운동 종류 판단 성능을 평가하고 운동 종류 검출 알고리즘 성능 개선 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] 강윤경. "[Zoom In] 집에서 운동하는 `홈트족` 급증...업체들 `신바람`" 마이더스 2017, no.8 (2017): 110-111.
- [2] 권혁 (Kwon Hyuk), 임진혁 (Jinhyuk Im). "차세대 웨어러블 디바이스 동향 분석과 국내 중소기업을 위한 전략적 제언 - (주)핏비트의 비즈니스 모델 캔버스를 중심으로-" 사단법인 아시아문화학술원 2019 vol.10, no.2, 통권 33 호 : 559-574
- [3] 이수덕 (Su-deok Lee), 정정일 (Jung-il Jung),and 조진수 (Jin-soo Cho). "3 축 가속도 센서 기반의 유산소 운동 분류와 운동 횟수 검출을 위한 모바일 시스템 설계." 한국정보처리학회 학술대회논문집 20.2 (2013): 495-496.
- [4] 김형석, 이운현, 김정창, "신발에 착용 가능한 IoT 기반의 헬스케어 응용소형 웨어러블 기기 개발." 한국방송미디어공학회 추계학술대회, Nov. 2016.
- [5] 김지운, 김다희, 차은영, and 김정창. "ICT 논문 경진 대회." 대학임베디드공학회, June. 2021