

웨어러블 에어백 착용자에 대한 충격 전 낙상 검출

구범모^{*,†}, 양수민^{*}, 이승희^{**}, 김종만^{*}, 김동권^{**}, 김영호^{*,**}

^{*}연세대학교 일반대학원 의공학과, ^{**}연세대학교 의공학부

Pre-Impact Fall Detection for the User of a Wearable Airbag

Bum-Mo Koo^{*,†}, Su-Min Yang^{*}, Seung-Hee Lee^{**},

Jong-Man Kim^{*}, Dong-Kwan Kim^{**}, Youngho Kim^{*,**}

Dept. of Biomedical Eng., Yonsei Univ.

1. 서 론

낙상으로 인한 엉덩관절 골절은 고령자들의 이동성을 감소시키고 다양한 합병증을 야기하며, 심지어는 사망에 이르게 할 수 있다⁽¹⁾. 기존에는 임계값 기반의 알고리즘을 사용하여 낙상을 검출하고 웨어러블 에어백으로 보호하려는 시도가 있었다⁽²⁾. 상용화를 위해서는 정확도가 높은 알고리즘이 필요하며, 이를 위해서 딥러닝 기반의 낙상을 검출하려는 시도도 있었지만 시제품에는 적용되지 못했다⁽³⁾. 본 연구에서는 낙상 검출을 위한 딥러닝 알고리즘을 개발하고, 웨어러블 에어백 착용자로부터 측정된 관성신호를 이용하여 알고리즘을 평가하였다.

2. 실험 방법

낙상 검출 알고리즘 개발을 위하여 낙상동작 15개와 일상생활동작 21개로 구성된 KFall 공용데이터셋⁽²⁾을 사용하였다. 피험자 32명의 S2 위치에 IMU를 부착하여 100Hz의 샘플링 주파수로 측정된 3축 가속도와 3축 각속도 신호를 이용하였다. DNN기반의 낙상 검출 알고리즘을 개발하였다. 피험자 26명의 데이터는 딥러닝 모델을 훈련하기 위하여, 나머지 6명은 모델을 평가하는데 사용하였다 (Case1).

웨어러블 에어백은 S2 위치에서 3축 가속도와 3축 각속도 신호를 50Hz의 샘플링 주파수로 수집하도록 개발되었다. 개발된 알고리즘을 웨어러블 에어백에 적용 및 평가하기 위하여, 10명의 피험자들을 모집하여 웨어러블 에어백을 착용시키고 KFall과 동일한 동작들을 5회 반복 수행시켰다. 피험자 8명의 데이터는 딥러닝 모델 훈련을 위하여, 나머지 2명의 데이터는 모델을 평가하기 위하여 사용되었다 (Case 2). 또한, KFall데이터를 다운샘플링하여 모델을 KFall 데이터로 훈련 및 평가 (Case 3)하였으며, 웨어러블 에어백으로 측정된 2명의 데이터를 평가하였다 (Case 4).

3. 결과 및 토의

웨어러블 에어백 시제품을 사용하여 측정된 데이터를 사용하여 모델을 훈련시키고 평가하는 경우 (Case2), 93.2%의 정확도를 보이며 공용데이터를

사용하여 모델을 개발하고 평가하였을 때 (Case1, 95.5%)에 비하여 낮은 정확도를 보였다. 이는 훈련 데이터의 부족으로 모델 훈련에 어려움을 겪었기 때문으로 생각된다. 이를 극복하기 위하여, 100Hz의 샘플링 주파수를 지니는 공용데이터셋을 50Hz로 낮춰 훈련시킨 결과 (Case3), 96.5%의 정확도로 기존 (Case1, 95.5%)보다 높은 정확도를 얻었으나 민감도와 특이도 간의 불균형을 보였다. 그러나, KFall 데이터로 훈련된 모델을 웨어러블 에어백 시스템에서 측정된 데이터 평가에 적용하였을 경우 (Case 4), 97.5%로 에어백 시스템에서 측정된 데이터로 모델을 훈련하는 경우 (Case 2, 93.2%)보다 높은 정확도를 보였다. 이는 훈련 데이터의 수가 증가한 결과라고 생각된다. 리드타임 (L.T.)은 200ms 이상으로 에어백 격발을 충분히 만족하는 수치를 보였다.

Table 1 Performance of the algorithms

	Case1	Case2	Case3	Case4
Training	KFall, 100Hz	Airbag, 50Hz	KFall, 50Hz	KFall, 50Hz
Testing	KFall, 100Hz	Airbag, 50Hz	KFall, 50Hz	Airbag, 50Hz
Sen. (%)	95.7	98.6	100	100
Spe. (%)	95.3	88.8	93.5	95.5
Acc. (%)	95.5	93.2	96.5	97.5
L.T. (ms)	357.4 ±121.3	284.2 ±166.8	437.6 ±95.3	329.1 ±148.4

후 기

본 연구는 2019년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원을 받아 수행된 안전보호용복 합섬유산업육성사업(No.20006386) 및 2020년도 중소벤처기업부 연구비 지원을 받아 수행된 산학연협력기술개발사업(No. S3104657)에 의한 성과임

참고문헌

- (1) Hagen, G., Magnussen, J., Tell, G., & Omsland, T. (2020). Estimating the future burden of hip fractures in Norway. A NOREPOS study. Bone, 131, 115156.
- (2) Jung, H., Koo, B., Kim, J., Kim, T., Nam, Y., & Kim, Y. (2020). Enhanced algorithm for the detection of preimpact fall for wearable airbags. Sensors, 20(5), 1277.
- (3) Yu, X., Jang, J., & Xiong, S. (2021). A large-scale open motion dataset (KFall) and benchmark algorithms for detecting pre-impact fall of the elderly using wearable inertial sensors. Frontiers in Aging Neuroscience, 399.

† Presenting Author, beommo@yonsei.ac.kr