

스마트 깔창을 이용한 보행 형태 분류를 위한 데이터 전처리 기법에 대한 연구

서우덕*, 이성신*, 최상일**

*단국대학교 데이터 사이언스학과,

**단국대학교 컴퓨터학과

e-mail: choisi@dankook.ac.kr

Data preprocessing for gait type analysis using smart insole

Woo-Duk Seo*, Sung-Sin Lee*, Sang-Il Choi**

*Dept of Data Science, Dankook University

**Dept of Computer Science and Engineering, Dankook University

요 약

본 연구에서는 스마트 깔창을 사용한 보행 분석을 위한 데이터 전처리 기법을 제안한다. 이를 위해 본 논문에서는 평지 보행, 오르막 보행, 내리막 보행, 계단 오르기, 계단 내려가기, 달리기, 빠른 보행의 7가지 종류의 보행 데이터를 수집하였다. 수집한 데이터에 대해 제안한 데이터 전처리 기법을 적용한 결과를 실제 걸음 수와 비교하였다. 실험결과 전처리한 결과가 실제 걸음 수에 가까운 결과를 보임을 확인하였다.

1. 서론

보행 분석은 최근 헬스케어, 재활, 의료공학에 대한 관심이 증가함에 따라 활발히 연구되고 있는 주제이다. 보행 분석에는 가속도센서와 자이로센서를 이용한 연구[2, 3], 압력센서를 이용한 보행 분석이 연구되어 왔으며[4], 최근엔 웨어러블 센서를 이용한 보행분석들이 연구되고 있다.[1]

웨어러블센서를 이용해 얻은 보행데이터는 노이즈를 포함하고 있으며, 이러한 노이즈를 제거하기 위해 이동 평균 필터[5], 다단계 웨이블릿 분해 및 복원 기법[6] 등이 있다. 하지만 이러한 방법들은 보행분석방법의 기기 간 통신 장애, 통제되지 않은 실험환경 등으로 인한 노이즈, 어긋난 동기화와 같은 문제로 분류 성능을 얻는데 어려움을 겪고 있다.[4]

이에 본 연구에서는 3L-Labs Co., Ltd.(Seoul Korea)에서 개발한 상용 스마트깔창인 FootLogger를 이용해 보행 분석에 사용할 새로운 데이터 전처리 기법을 제안한다. 제안한 전처리 기법은 센서데이터 중 단위걸음 데이터를 추출하고, 노이즈를 제거한 후 각각의 데이터를 일정한 사이드(t^*)로 변형한다.

본 논문은 2절에서 수집된 데이터를 전처리하는 방법을 살펴보고, 3절에서는 제안한 방법의 유효성을 검증하기 위해 실제 걸음수와 전처리 과정을 통해 측정된 걸음 수를 비교한 실험결과를 보여준다.

2 제안방법

본 연구의 목적은 16개의 압력센서로부터 수집된 데이터를 단위 걸음 별로 분류한 후, 이상치 및 노이즈를 제거 후 각 단위 걸음 데이터를 적합한 형태로 변형하는 것이다.

2.1 단위 걸음 정의

걸음은 발이 지면에 붙어있는 stance phase와 지면에서 떨어진 swing phase로 구분할 수 있다. [1]이 제안한 방법에서와 같이, 우리는 센서 데이터로부터 swing phase를 검출하였다. 그런 다음, 이를 기준으로 단위걸음을 왼쪽 발 swing phase의 시작시점부터 stance phase의 종료시점까지의 압력 데이터로 정의하였다.

2.2 노이즈 제거 및 데이터 warping

본 논문에서 사용한 스마트 깔창은 한 발당 8개의 압력 센서, 3개의 가속도 센서, 3개의 자이로 센서로 구성되어 있으며, 100Hz단위로 데이터를 수집한다. 본 논문에서는 압력센서 데이터만을 사용했으며, 압력센서는 0, 1, 2의 총 3가지 값을 저장한다. 0은 압력이 없는 상태, 1은 압력이 있는 상태, 2는 강한 압력이 있는 상태를 의미한다. 데이터 전처리는 크게 단위걸음 추출, 노이즈 제거, 데이터 warping의 3가지 과정으로 구성된다. 먼저 왼쪽 발의 시작시점이 swing phase가 아니거나 종료시점이 stance phase가 아닌 데이터들은 모두 데이터 집합에서 제외하였다. 또한 수집된 걸음데이터 중 0.01초~0.03초의 길이만큼의 노이즈가 존재함을 발견하였고 그 시점의 16개의 센서 데이터 모두를 제거하였다.

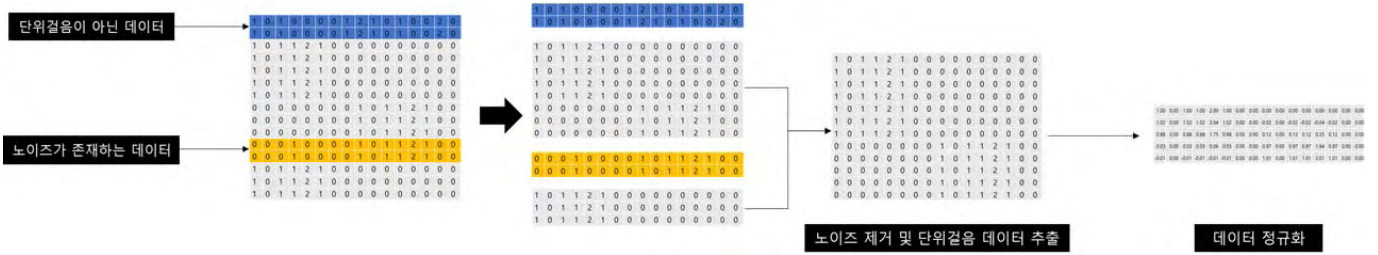


그림 1. 데이터 전처리 과정

각각의 보행형태는 다양한 속도변이를 가지고 있다. 하지만 우리의 목표는 압력데이터의 패턴을 기반으로 보행 형태를 분류하는 것이다. 그러므로 각각의 단위걸음 데이터를 보행속도에 영향 받지 않으며 데이터 사이에 동등한 비교가 가능한 형태로 변환해야 한다. 이에, 수집된 단위 걸음 데이터 중 가장 짧은 단위 걸음 시간(t^*)을 측정 한 후, 각각의 단위걸음 데이터($D_{i:T,16}$)를 t^* 시간 동안의 데이터로 정규화(normalize)하였다. 그림1은 위의 데이터 전처리 과정을 나타내는 그림이다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 16개의 압력센서 데이터로부터 수집한 보행데이터로부터 단위걸음 데이터를 추출한 후, 노이즈 제거 및 보행속도에 영향을 받지 않는 형태로 단위걸음 데이터를 변형하였다. 제안한 전처리 기법을 이용하면 일반적인 걸음 뿐만 아니라 달리기와 같은 보행형태에 대해서도 걸음 수를 정확하게 측정할 수 있음을 확인하였다. 향후 연구로는, 제안한 전처리 기법이 적용된 데이터에 데이터 분류를 위한 특징 추출 기법들을 적용하여 다양한 보행 패턴을 분류하는 알고리즘을 개발할 계획이다.

3. 실험

3.1 데이터 수집 환경

본 연구에서는, 3L-labs의 스마트 깔창을 이용하여 평지 지형에서 걸음, 빠른 걸음, 달리기, 경사 지형과 계단지형에서 각각 오르기, 내리기 총 7가지 종류의 보행 형태에 대해 걸음 수를 측정하며 수집하였다.

3.2 실험 방법 및 결과

제안한 전처리 기법의 유효성을 검증하기 위하여, 7가지 종류의 보행에 대해 걸음수를 함께 기록된 압력데이터를 수집하였다. 각각의 데이터셋으로부터 단위걸음을 추출한 후 단위걸음의 숫자를 실제 걸음 수와 비교를 표1에 표시하였다. 7개의 보행형태 중 평지 달리기를 제외한 6개의 보행형태는 전처리 데이터셋이 모두 실제 측정값과 일치함을 확인할 수 있었다. 평지 달리기의 경우 전처리 데이터셋의 개수가 실제 측정값에 가까움을 확인할 수 있었다.

본 연구는 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No. 20174030201740)

참고문헌

[1] P. H. Truong, J. Lee, A. R. Kwon, and G.-M. Jeong, "Stride counting inhuman walking and walking distance estimation using insole sensors," Sensors, vol. 16, no. 6, p. E823, 2016.

[2]Sprager, S. Juric, M.B. "An efficient HOS-based gait authentication of accelerometer data." IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. 2015, 10, doi:10.1109/TIFS.2015.2415753.

[3]Sun, B.; Wang, Y.; Banda, J. "Gait Characteristic Analysis and Identification Based on the iPhone'sAccelerometer and Gyrometer." Sensors 2014, 14, 17037 - 17054.

[4]Heydarzadeh, Mehrdad, et al. "Gaits analysis using pressure image for subject identification." Biomedical & Health Informatics (BHI), 2017 IEEE EMBS International Conference on. IEEE, 2017.

[5]Derawi, M., Bours, P. "Gait and activity recognition using commercial phones." Comput. Secur. 2013, 39, 137 - 144.

[6] Hoang, T.; Choi, D. Secure and Privacy Enhanced Gait Authentication on Smart Phone. Sci. World J. 2014, 2014, 1 - 8.

개수	proposed	실제 걸음수
평지 걸음	176	176
경사 올라가기	109	114
경사 내려가기	114	114
계단 올라가기	55	55
계단 내려가기	64	65
평지 달리기	252	244
평지 빠른 걸음	186	186

표 1. 전처리 데이터 개수와 실제 걸음 수 비교