

RGB 영상 기반 보행상태 인식

안지민, 정겨운, 신동인, 원건, 박종범*
전자부품연구원

e-mail : hihijimin@keti.re.kr, jbpark@keti.re.kr*

RGB image-based gait status recognition

Ahn Ji-min, Jeung Gyeo-wun, Shin Dong-in, Won Geon, Park Jong-beom*
Korea Electronics Technology Institute

요 약

본 논문은 RGB 영상을 이용하여 하지 움직임에 대한 상태 인식을 다룬다. 딥러닝 접근방식인 자세 검출 알고리즘을 보행 분석 요소로 사용하고, 지도학습모델인 Support Vector Machine(SVM)을 사용하여 보행 상태를 인식하여 전체 정확도는 73.47% 결과를 보였다.

1. 서론

인간의 보행 형태는 연령에 따라 다양한 형태로 나타나지만, 보행 장애는 여러 가지 원인에 의해 고령자에게 주로 나타난다. 낮은 균형력, 근력의 약화 등 고령화에 따른 증상으로 인하여, 노년층의 보행 장애는 낙상을 유발하고, 골절 손상에 따른 기능 이상이 생기기 쉽다. 대표적인 보행 장애인 보행 불균형에서 나타나는 큰 특징은 보행 시 다리의 짧은 지지 시간과 작은 지상반력(Ground reaction force)으로 판별할 수 있다.[1]. Griffin은 반신 마비 환자의 걸음을 관찰하여 불균형 특징을 확인하였다.[2] 이러한 운동학적 요소 방법은 사람의 골격특성을 고려하지 않아 인식오류가 발생할 수 있다.

본 연구에서는 노년층을 포함한 보행영상을 수집하여 신체 분절 간의 관절각을 기반으로 정상 보행과 정상범위에 벗어난 보행 형태를 인식하는 방법을 제안한다.

2. 본론

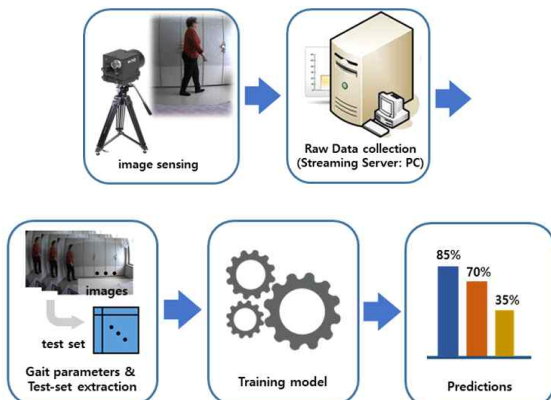


그림 1. 보행 인식 전체적인 구성도

2.1. 보행 측정 장치구성 및 측정 방식

그림 1은 보행인식시스템 구성도를 나타내며, 보행 영상 수집을 위한 카메라 센서(Flir 社, 3.6mm F1.6 IR Mega Lens 센서)를 통해 초당 14~19개로 데이터를 생성한다. 데이터는 시스템 시간 기준으로 데이터명이 부여되고 JPEG 이미지로 저장된다.

보행영상은 대상마다 다른 장소에서 수집했으며, 개인의 보행 속도와 보폭에 따라 수집된 영상 개수가 다르다.

보행 데이터 수집항목은 크게 정상보행과 비정상 보행 항목으로 분류되며, 비정상 보행은 한쪽 다리 비정상보행과 양다리 비정상 보행으로 나누어 진행하였다.

보행 데이터는 20~30세의 일반 성인 8명(남5, 여3)과 70세 이상의 고령자 6명(여6)을 대상으로 수집하였다. <표 1>은 수집된 전체 데이터의 현황이다.

분류	성별	개수	실험 횟수
성인	남 01	1,232	2회 X 3실험
	남 02	1,071	2회 X 3실험
	남 03	788	2회 X 3실험
	남 04	960	2회 X 3실험
	남 05	1,057	2회 X 3실험
	여 01	1,166	2회 X 3실험
	여 02	1,133	2회 X 3실험
	여 03	1,431	2회 X 3실험
노인	여 01	8,057	11회 X 3실험
	여 02	5,686	11회 X 3실험
	여 03	4,225	10회 X 3실험
	여 04	5892	11회 X 3실험
	여 05	6698	11회 X 3실험
	여 06	8342	11회 X 3실험

<표 1> 전체 보행 데이터 현황



그림 2. 정상보행(좌), 한 다리 비정상 보행(중), 양 다리 비정상 보행(우)

2.2. 영상 왜곡 보정

본 연구에서 사용하는 카메라는 고령자의 보행 상태를 전체적으로 관찰하기 위하여 광각 카메라를 사용하였으며 이로 인하여 영상 경계 영역에서 왜곡이 발생한다. 따라서 영상 왜곡으로 인한 오차를 교정하기 위해 카메라의 내부변수와 렌즈왜곡계수를 추출하였다[3].

Inner parameters:
 $fx = 9917.885$, $fy = 389.914$, $cx = 389.914$, $cy = 290.002$
 Distortion parameters:
 $k1 = -0.3905$, $k2 = 0.1526$, $k3 = 0.0058$, $k4 = 0.0001$

그림 3의 이미지(좌)는 위 파라미터를 적용하여 왜곡 보정된 결과 영상이다.

2.3. 보행상태 검출 알고리즘

고령자의 보행 자세를 검출하기 위하여, 다양한 조도환경과 고령자의 의상 변화 등에 영향이 적은 강인한 고령자의 관절 위치를 추출하는 기법이 필요하다. 기존의 영상 배경제거(Background subtraction) 기법이나 영상 모폴로지(Morphology) 기법 등 보행자의 영역 기반 관절 위치 추출 기법은 배경과 보행자의 의상이 유사하거나 측정 환경 조도에 따라 관절 위치가 변경되어 신뢰하기가 어렵다.

Convolutional Neural Network(CNN)를 기반한 OpenPose 기법은 보행자의 관절 위치를 추정하고 추정된 각 관절과의 연결 관계를 통하여 실제 보행자의 스켈레톤을 검출한다. 다양한 환경에서 취득된 영상으로 딥러닝 모델이 학습되어 조도 조건의 변경이나 보행자의 의상 등에서도 강인하게 관절 위치를 추출할 수 있다[4].

고령자의 정상 보행과 비정상 보행을 분류하기 위하여 OpenPose에서 검출된 보행자의 각 관절 위치를 이용하여, 관절 각도, 관절 속도, 보폭 및 관절 위치 정보 등으로 보행 파라미터를 추출하였으며 SVM(Support Vector Machine)기법으로 학습하였다.



그림 3. Calibration 적용 결과 이미지(좌), 자세 검출 알고리즘 적용한 이미지(우)

3. 보행상태 인식 결과

고령자의 보행 상태 인식을 위하여, 고령자의 실거주환경에서 고령자의 보행 데이터를 수집하였으며 수집된 보행 데이터의 전체 셋의 개수는 2,963개이다. 보행상태 학습을 위하여 2,684개를 학습 셋으로 사용하였으며, 279개는 테스트 셋으로 사용하였다. 아래 표와 같이 SVM으로 학습된 모델에 대하여 테스트 셋의 정확도는 73.47% 결과를 보였다.

	학습셋	평가셋	인식	인식률(%)
정상 보행	1316	109	86	78.90
비정상 보행	1367	170	119	70
합계	2684	279	205	73.47

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 영상기반 스켈레톤의 정보를 이용하여 고령자의 보행 상태를 분류하는 기법을 제안하였으며, 정상과 비정상 분류 정확도는 73.47%이다. 향후, 다양한 보행 상태 데이터를 수집하고 보행 파라미터를 확장하여 분류 정확도를 향상시킬 계획이다.

5. 사사

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2017-0-00162, 고령 사회에 대응하기 위한 실환경 휴먼케어 로봇 기술 개발]

참고문헌

- [1] H. B. Skinner and D. J. Effeney, "Gait analysis in amputees," American Journal of Physical Medicine, vol. 64, no. 2, pp. 82-89, 198.
- [2] M. P. Griffin, S. J. Olney, and I. D. McBride, "Role of symmetry in gait performance of stroke subjects with hemiplegia," Gait Posture, vol. 3, no. 3, pp. 132-142, 199. 서종천, 김종렬, 양동규, "악교정 수술환자에서 술전후의 교합력변화에 관한 연구," 대한구강악안면외과학회지, 제22권, 1호, pp. 121-129, 1996.
- [3] Zhang, Z., A Flexible New Technique for Camera Calibration, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol 22, no. 11, pp. 1330-1334, Nov, 2000.
- [4] CaoZ. SimonT. WeiS. SheikhY. (2017) Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields , 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.