

## 모션캡처 데이터를 이용한 2D GEI 연구

### The Research of 2D GEI using Motion Capture Data

김민성, Minsung Kim\*, 박재홍, Jaeheung Park\*\*, 권정훈, Junghoon Kwon\*\*\*

**요약** 걸음걸이를 이용한 개별 인체 인식은 홍채나 얼굴, 지문, 사인 등이 가지지 못한 고유의 장점을 가져 연구자들의 관심을 받고 있다. 걸음걸이는 비강압적이며 원거리성의 장점이 있다. 본 논문은 기존의 2차원에서의 실루엣 기반 인식에 사용되었던 유클리디안 거리를 직관적으로 사용하여 개별 인체를 인식하고 이를 모션 캡처(Motion capture) 데이터에 적용하여 적은 정보로도 개별 인체가 구별되는 것을 보인다.

**Abstract** Such as iris, fingerprint, signature, biometric using gait recognition has recently gained attention. Gait is non-coercive and offers potential to recognition at a distance. In this paper, we use euclidean distance intuitively to identify human individually and apply to motion capture data in order to improve our algorithm that can identify human individually with less information than previous methods.

**핵심어:** *Human recognition, Non-coercive, Gait analysis, Motion capture, GEI*

본 논문은 지식경제부 부품소재기술개발사업 지원에 의하여 연구되었으며, 또한 차세대융합기술연구원 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*주저자 : 서울대학교 융합과학기술대학원 지능형융합시스템학과 석사과정 e-mail: [minsungkim@snu.ac.kr](mailto:minsungkim@snu.ac.kr)

\*\*공동저자 : 서울대학교 융합과학기술대학원 지능형융합시스템학과 조교수, 차세대융합기술연구원 겸무연구원 e-mail: [park73@snu.ac.kr](mailto:park73@snu.ac.kr)

\*\*\*교신저자 : 서울대학교 차세대융합기술연구원 연구개발본부 책임연구원 e-mail: [guesswho@snu.ac.kr](mailto:guesswho@snu.ac.kr)

#### 1. 서론

바이오 정보를 이용한 생체 인식은 사람의 생리적 또는 행동 특성에 따라 사람을 식별하거나 확인을 하기 위한 방법에 대한 연구다. 세계의 생체 인식시장은 2009년 34억 달러에서 2014년 93억 달러의 시장 규모로 매년 고 성장할 것으로 예측되고 있다[1]. 그 중 걸음걸이는 얼굴, 지문, 사인 등이 가지지 못한 고유한 특징을 가지고 있다. 지문이나 홍채를 통한 인식은 인식을 위한 인위적 환경을 요구하기 때문에 이를 이용한 응용 분야가 출입문에 감시나 출입 여부의 목적으로 하는 특정 영역으로 한정된다. 그러나 걸음걸이를 이용한 생체인식은 해상도가 높지 않은 원거리에서 비강압적으로 측정이 가능하다는 큰 장점을 가지고 있다.

걸음걸이가 갖는 특징을 생체역학적인 관점에서 보면 근 골격구조는 사람마다 다르고 모든 사람들이 기본적으로 같은 걷는 패턴을 따라 하더라도 개개인에 따라 식별이 될 수 있음을 믿게 하였다. 이와 마찬가지로 걸음걸이는 의학 분야에서도 고유의 생체정보라고 보고 된 바가 있다[2]. 다른 생체 정보에 비해 걸음걸이의 정보는 비 강압적이고 원거리 특성이 있기 때문에 다른 바이오 정보 보다 더 다양한 상황에서 이용될 수 있다.

걸음걸이 연구는 일반적으로 2가지의 범주로 나눌 수 있다. 모델 기반 인식 방법(model-based method)와 비 모델 인식 방법(model-free method)으로 나눌 수 있다[3]. 모델 기반 인식 방법은 걸음걸이를 모델링(Modeling) 하는 것에

초점이 맞춰져 있고 비 모델 인식 방법은 전체 실루엣으로부터 개별을 분별하기 위한 통계적인 특징을 추출하는데 초점이 맞춰져 있다. 본 연구에서 사용한 실루엣을 이용한 생체 인식은 비 모델 인식 방법이며 대표적으로 Han et. al이 제안한 걸음걸이 에너지 영상(GEI)을 이용한 방법이 널리 쓰이고 있다[4].

본 연구에서는 기존의 2차원 실루엣 기반으로 한 개별 인체 인식에 쓰이는 구별 방법 중 GEI(Gait Energy Image)와 유클리디안 거리를 사용하였다. 그리고 이를 확장하여 모션 캡처로부터 얻는 영상 데이터가 가지고 있는 3차원 데이터안의 2차원을 정보를 가지고 실루엣을 만들고 이를 이용하여 개별 인체를 식별 하였다. 이는 기존의 2차원 실루엣 기반의 개별 인체 식별 방법에서 쓰이는 비디오카메라 이미지와 달리 보다 적은 정보를 지닌 실루엣을 통한 식별이 가능함을 보인 것이다.

## 2. 특징 영상 추출 및 식별

### 2.1 특징 영상 추출

본 논문은 2차원 실루엣 이미지를 이용한 식별 알고리즘 중 가장 많이 쓰이는 GEI를 사용한 식별 방법을 이용하였으며 이를 "CASIA(The Institute of Automation Chinese Academy of Sciences) Gait Database"에 적용하였다. CASIA data는 각 사람당 12개의 이미지 시퀀스(sequence)로 구성되어 있다. 시퀀스라는 것은 한 번의 걸음걸이를 의미한다. 각 이미지 시퀀스는 카메라 각도에 따라 0도, 45도, 90도 방향으로 4번씩 걸어서 시퀀스를 구성되었다. 총 19명의 데이터 18,276개의 이미지 파일로 구성되어 있다. 본 논문에서는 카메라와 걷는 피실험자의 각도가 0도인 걸음걸이 데이터를 이용하였고 전체 실험 순서도는 다음과 같다.[그림1]

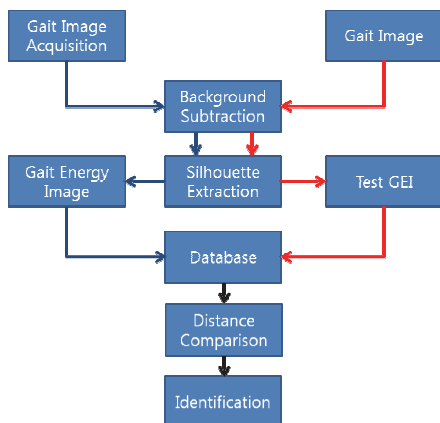


그림 1 전체 실험 순서도

전처리 단계로써 GEI를 만들기 위해 실루엣 처리가 된 CASIA dataset의 각 프레임들을 크기에 대한 표준화

(normalization)를 하고 GEI를 만든다. 식(1)은 GEI의 기본개념을 설명한 것이다.  $B_t(x,y)$ 은 t번째 이진화 된 실루엣 이미지이고 N은 완전한 걸음걸이의 프레임의 개수이고 x와 y는 2차원에서의 이미지의 좌표다.

$$GEI(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N B_t(x, y) \quad (1)$$

### 2.2 실루엣 기반의 식별

생성된 GEI를 이용하여 직관적으로 이해될 수 있는 방법으로 Euclidian Distance를 이용하여 각각의 GEI와 입력한 템플릿(Template) GEI와의 거리를 계산하여 Database에 저장한다. 이중 가장 적은 차이를 보이는 GEI를 해당 클래스(Class)로 분류한다. 이렇게 분류된 GEI를 Direct Gait Energy Image라 하며 다음과 같은 수식을 이용한다. 수식(2)에서  $G_1$ 과  $G_2$ 는 사람1과 사람2를 의미하고 i와 j는 각각 이미지 픽셀의 행과 열을 의미한다.[그림2]는 GEI를 만드는 pseudo code다.

$$D(G_1, G_2) = \frac{\sum_{i,j} |G_1(i, j) - G_2(i, j)|}{\sum_{i,j} G_1(i, j) \sum_{i,j} G_2(i, j)} \quad (2)$$

1. Input already pre-processed binary image and find max, min index row and column.
2. Find max width and gap between max and min row and column
3. Repeat 1,2 from the first image to the last image
4. Sum overall image with respect to center of the images

그림 2 GEI Pseudo Code

식별하고자 하는 템플릿의 input matrix를 넣으면 사전에 미리 만들어 놓은 database중에서 가장 차이가 적은 클래스의 대표 GEI(The Class)가 결과로 나타나고 해당 클래스를 표시하게 하였다. [그림3]은 입력한 템플릿(좌)과 식별된 클래스(우)의 GEI를 나타낸 것이다.

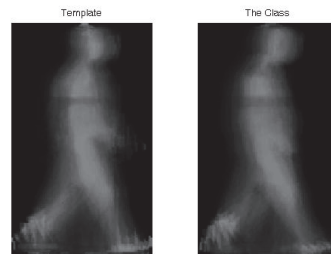


그림 3 식별된 결과

## 3. 모션 캡처 시스템에서의 식별

본 논문에서 사용한 모션 캡처 시스템은 Vicon사의 광학식 시스템으로 서울대학교 차세대융합기술연구원 모션캡처 스튜디오에서 모션캡처가 진행되었다. 캡처에 사용한 카메라는 T160으로 16mega pixel, 120fps의 resolution을 가진다. 모션캡처 시스템에서 광학식 카메라로 캡처된 영상을 가지고 Nexus라는 실시간 모션 제어 소프트웨어를 이용하였다. 몸의 각 관절 주요 부위에 35개의 적외선 반사 마커(marker)를 붙였으며 이는 모션 캡처를 할 때 가장 많이 쓰이는 마커 셋(set)인 Plug-in-gait Marker Placement에 따라 붙였다. 이후 마커 셋에서 정해진 각 마커들의 정의를 레이블링(labeling) 기능으로 처리한 후 각 마커들은 근골격계에 근거한 링크로 연결되고 이를 GEI에 적용하였다. 이를 실루엣 이미지로 만들기 위하여 이진화 하고 얻은 실루엣 영상으로 추출하였다.[그림4] 추출된 실루엣을 이용하여

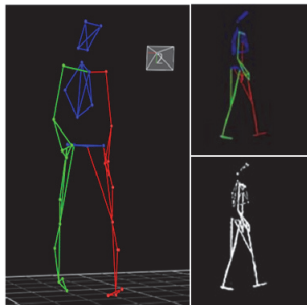


그림 4 Nexus상의 레이블링 된 이미지와 실루엣

GEI를 만들면 기존의 GEI영상에 비해 눈에 띄게 적은 정보를 포함하고 있는 것을 볼 수 있다.[그림5] 모션 캡처 데이터를 이용한 실루엣 이미지에 인식 알고리즘을 적용해보았다. 식별된 결과로 [그림6]은 입력된 템플릿에 대하여 식별된 클래스의 GEI를 나타낸 것이다. 본 논문에서의 알고리즘을 이용하여 총 5명의 템플릿을 각각 해당하는 클래스로 구별되었다.

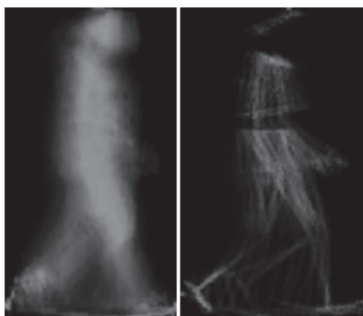


그림 5 기존의 GEI와 새로운 GEI

표1은 입력1에서부터 입력5까지의 5명의 입력 템플릿 GEI와 기존의 database에 있는 GEI와 차이 값을 표기한 것이다. 5명의 사람이 각각 자기가 속해 있는 database의 GEI

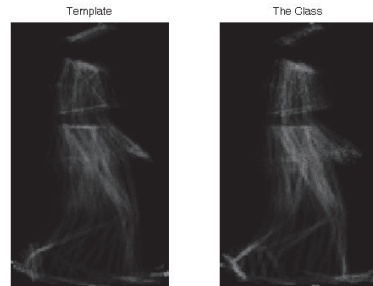


그림 6 입력한 template(좌)과 식별된 class의 GEI(우)

와 가장 차이가 적은 것으로 나타나며 개인을 식별해 냈다.

4. 결론

표 1 제안된 GEI의 식별 결과 값

	Input1	Input2	Input3	Input4	Input5
Temp.1	0.0006	0.0015	0.0010	0.0014	0.0013
Temp.2	0.0010	0.0005	0.0009	0.0014	0.0013
Temp.3	0.0007	0.0007	0.0006	0.0012	0.0011
Temp.4	0.0010	0.0008	0.0007	0.0006	0.0011
Temp.5	0.0009	0.0009	0.0011	0.0016	0.0006

본 논문은 기존의 실루엣 기반 2차원 생체 개별인식의 방법에서 좀 더 직관적인 방법으로 Direct GEI를 사용하였다. 이를 모션 캡처 시스템에서 얻은 2차원 이미지에 적용하여 적은 정보를 가지고도 식별이 가능함을 보였다. 그만큼 모션 캡처 시스템에서의 이미지는 많은 정보를 가지고 있고 이를 이용하여 향후 3차원 공간상에서의 개별 인체 식별 알고리즘을 구현하는데 있어 바탕이 될 수 있는 결과이며 앞으로 더 많은 생체 정보 인식 분야에 쓰일 수 있는 알고리즘을 연구 중이다.

참고문헌

- [1] 권수갑, “생체 인식 기술 동향”, 2011, 전자부품 연구원.
- [2] M. P. Murray, A.B. Drought, R.C. Kory, “Walking patterns of normal men,” Journal of bone and Joint surgery, Vol. 46-A, no. 2, pp.335-360, 1964.
- [3] N. V. Boulgouris, D. Hatzinakos, K. N. Plataniotis, “Gait recognition: A challenging signal processing technology for biometric identification,” IEEE Signal Processing Magazine, vol. 22, no. 6, pp. 78-90, Nov. 2005.
- [4] J. Han, B. Bhanu, “Individual recognition using Gait Energy Image,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 28, no. 2, pp. 316-322, Feb. 2006.
- [5] J. Han, B. Bhanu, “Gait Energy Image Representation: Comparative Performance Evaluation on USF HumanID Database,” VS-PETS, 2003.