

운동 추적 트래킹 기반 손 동작 인식

*김미나 **김만배

강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

*eptkdeptkd@kangwon.ac.kr, **manbae@kangwon.ac.kr

Hand Gesture Detection based on Motion History Tracking

*Mina Kim and **Manbae Kim

Kangwon National University

요약

손동작 인식은 대부분 스킨 컬러 검출을 이용하였다. 하지만 이와 같은 방법으로는 빛이나 주변 사물에 의해 영향을 많이 받기 때문에 정확한 값을 일정하게 도출 해낼 수 없었다. 이에 본 논문은 운동 추적 기법을 이용하여 움직임의 파악한 후 손의 움직임을 트래킹하여 운동 방향을 구한다. 제안된 시스템은 C/C++을 기반으로 구현하여, 실험에서 제안 방법이 안정적이고 우수한 성능을 보여줌을 증명하였다.

1. 서론

손동작 인식은 로봇, HCI분야에서 활발히 연구되어 왔다[1-3]. 주요 방법은 스킨 영역 컬러 검출을 이용한 것이 대부분이다. 본 논문은 컬러 기반이 아닌 운동추적(Motion History) 기법을 이용하여 손동작 인식 방법을 제안한다. 배경 영상 및 전경 영상으로 부터 움직임이 있는 손 영역을 검출하고 현재 영상을 이전 영상과의 비교하여 움직임의 방향을 가진 영상을 도출한다. 최종적으로 손의 중심점을 찾아 손의 움직임 및 방향을 검출하는 방법을 제안한다.

동 가능 영역 설정 후 그 안에서 손의 중심점을 찾아 비교한다.

2.1 Background Image 생성

움직이는 손의 영역만을 검출하기 위해서 배경 영상을 얻는 부분이다. 이전 영상과 현재 영상에서의 차를 구하여 배경을 얻는다. 이때 아래 나오는 연산을 이용한다.

$$B_t(x,y) = \begin{cases} B_{t-1}(x,y) + 1, & \text{if } B_{t-1}(x,y) < I_t(x,y) \\ B_{t-1}(x,y) - 1, & \text{if } B_{t-1}(x,y) > I_t(x,y) \end{cases} \quad (1)$$

여기서 B_t 는 획득한 배경 영상이고, B_{t-1} 는 이전 영상, I_t 는 현재 영상이다. (x,y) 는 픽셀의 좌표 값이다.

2. 제안 방법

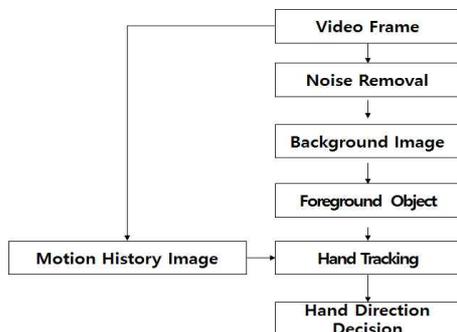


그림 1. 제안 방법의 수식도

그림 1과 같은 순서로 알고리즘은 진행이 된다. 손의 움직임을 담은 영상을 받아 평균 필터를 이용하여 잡음을 제거해준다. 잡음이 제거된 영상으로 보다 더 깨끗한 배경 영상을 얻는다. 이후 현재 영상에서 배경 영상을 제거하여 전경 영상을 얻는다. 이전 전경 영상과 현재 전경 영상을 비교하여 손의 움직임을 파악한다. 손의 움직임을 판단하는 방법으로 손 영역과 최대

2.2 Foreground Object 추출

현재 영상에서 Background Image로 얻은 배경 영상을 제거하여 Foreground Object를 얻는다. 얻은 객체는 후에 Hand Tracking에 이용한다.

$$F_t = \begin{cases} 0 & \text{if } |I_t(x,y) - B_t(x,y)| \leq T \\ 255 & \text{if } |I_t(x,y) - B_t(x,y)| > T \end{cases} \quad (2)$$

여기서 T는 임계값으로 실험에서는 10을 사용하였다. 현재 영상과 배경 영상의 차에서 임계값 이상의 차가 발생하면 해당하는 값을 넣어준다. 그럴 경우 배경은 제거되고 동작하는 손의 모습이 영상에 저장이 된다.

2.3 운동 추적 영상

운동추적(MH) 영상은 손의 동작을 포착하여 시각적인 면에서 Foreground 영상보다 우수하게 객체의 이동을 트래킹할 수 있는 기법이다[4]. MH M은 다음과같이 구해진다.

$$M_t = \begin{cases} \tau & \text{if } F_t = 255 \\ M_{t-1} - \delta & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

τ 는 255 값이며, T는 임계값으로 실험에서는 10을 사용하였다. δ 는 감소 파라미터 값으로 실험에서는 32를 사용하였다. δ 값이 작을수록 움직임 값이 점진적으로 감소하게 된다.

이전과 현재의 전경 영상을 비교하여 임계값 이상의 움직임이 있을 경우에는 이동된 위치를 보여주기 위해 지정 값을 넣어주고, 아닐 경우에는 δ 만큼 감소하면서 움직임을 남도록 한다.

2.4 Hand Tracking

손의 중심점을 얻어 중심점을 이용하여 손의 움직임 방향을 찾는 기법이다. 우선, 손의 영역에 배에 해당하는 영역을 설정해준다. 이 영역은 탐색 영역 W 이다. 탐색 영역 안에서 손 크기 영역만큼 이동하면서 MH 값의 합을 가진 가장 큰 내부 영역 부분을 찾아 중심점 (x_c, y_c) 을 찾는다.

$$(x_c, y_c) = \underset{x, y}{\operatorname{argmax}} \sum_{i \in W} M_i \quad (4)$$

이전 영상의 중심점과 현재 영상에서 구한 중심점을 비교하여 영상의 움직임의 방향 θ 를 계산한다. 방향 계산은 다음식을 이용한다.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y_t - y_{t-1}}{x_t - x_{t-1}} \right) \quad (5)$$

왼쪽, 오른쪽 이동은 가로 좌표의 값인 x 를 비교하고, 위, 아래 이동은 세로 좌표인 y 를 비교한다. 이때, 손의 움직임이 정확히 일직선이 아닌 경우도 있기 때문에 각각 x, y 값 조건을 추가해 주는데 임계값을 지정해주어 임계값 이하의 움직임은 무시한다.

3. 실험 결과

제안 방법의 성능을 확인해보기 위해서 영상을 제작하였다. 4 사람이 실험에 참여하였으면 컴퓨터의 캠을 통해서 영상을 입력받았다. 초기에 정지상태에서 손을 움직이면서 손의 이동 방향을 인식한다. 배경영상, 전경영역으로부터 손의 영역을 추출하고, 운동방향은 운동축적을 이용하여 최대 에너지를 주는 영역을 찾고, 여기서 전경영역을 이용하여 손의 중심점을 구하게 된다. 영역의 탐색은 바운딩박스 기반으로 수행된다. 또한 움직임이 작은 영상에서는 이전 중심점을 그대로 유지한다.

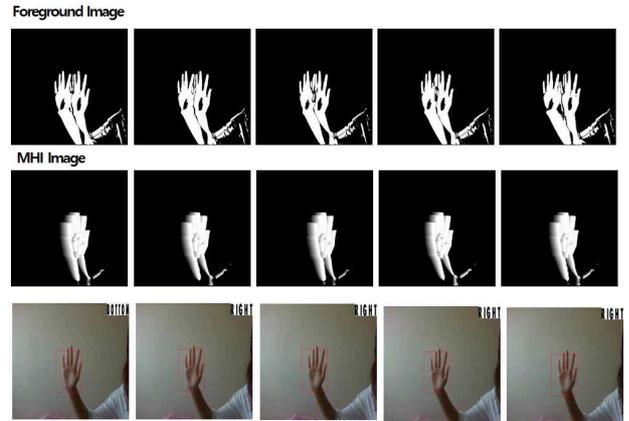


그림 2. 손동작 인식. (a) 전경 영상, (b) 운동축적영상, (c) 손 운동 방향

그림 2는 실험결과를 보여준다. 첫 번째는 Foreground 영상, 두 번째는 운동축적영상, 마지막으로는 순서도를 마친 후 최종 결과 영상이다. 손의 중심점에서부터 손의 영역 크기만큼의 영역을 뺀 바운딩 박스를 이용하여 표시했으며 맨 위 오른쪽 부분에 이동 방향을 알려주는 이미지를 설정해주었다.

배경영상을 사용하므로 전경영역은 정확히 손 영역을 분리할 수 있다. 또한 운동축적영상도 손의 운동 방향으로 에너지가 이동함을 보여주고 있다. 이 에너지의 변화는 트래킹의 성능 향상에 도움을 준다. 따라서 측정된 손의 이동 방향을 보다 정확하게 구할 수 있기 때문에 손 제스처 인식이 수월해지는 장점이 있다. 손의 방향은 1단계로 좌측이동, 우측이동, 위방향, 아래 방향으로 분류했는데, 95%이상의 정확율을 얻었다. 오동작은 주로 손과 연결된 손목에서 발생하는 이동 에너지 때문에 발생한다. 추후 이 문제를 해결할 방법이 필요하다.

4. 결론

본 논문에서는 손동작 인식을 운동축적을 이용하여 트래킹하고 손의 방향을 구하는 방법을 제안하였다. 실험결과를 통해 본 실험의 타당성을 입증하였다. 실험결과에서는 약 95%의 정확도를 얻었다. 이는 운동 축적을 활용한 방법이 우수한 성능을 보여준다고 판단된다. 향후 이를 이용하여 보다 우수한 트래킹 기법을 연구할 예정이다.

참고문헌

- [1] 윤홍찬, 조진수, “다양한 손 제스처 인식을 위한 곡률 분석 기반의 손 특징 추출 알고리즘”, 한국컴퓨터정보학회 20권5호, 2015
- [2] 조선영, 변혜란, 이희경, 차지훈, “키넥트 센서 데이터를 이용한 손 제스처 인식”, 방송공학회논문지, 17(3), 2012.
- [3] 노명철, 장혜민, 강승연, 이성환, “휴먼-로봇 상호작용을 위한 비전 기반3차원 손 제스처 인식”, 한국정보과학회 추계학술발표논문집(B), 2006년
- [4] A. Bobick and J. Davis, "The recognition of human movement using temporal templates," IEEE Trans. Pattern Recognition and Pattern Analysis, Vol 23, No. 3 Mar. 2001.